

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**ЕЛЕМЕНТИ БІОРЕГУЛЯЦІЇ В
АГРОТЕХНОЛОГІЯХ ПРЯДИВНИХ ТА
ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ СТАЛОГО
РОЗВИТКУ В АДАПТИВНІЙ СИСТЕМІ
ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Теоретичні та прикладні аспекти, застосування

Монографія

*За науковою редакцією кандидата с.-г. наук
О. Ю. Локтя*

Чернігів
2023

УДК 631.51:631.55:631.8:632.5.632.8:[633.521+633.85]
Е-50

*Рекомендовано до друку вченою радою Національного університету
«Чернігівська політехніка» (протокол № 9 від 31 серпня 2023 року).*

Монографія виконана в межах наукової теми кафедри аграрних технологій та лісового господарства «Вивчення інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Полісся» (державний реєстраційний номер 0118U006808).

Колектив авторів:

Локоть О.Ю., Селінний М.М., Пархоменко М.М., Канівець В.І., Москаленко В.А., Бондар І.М., Тимошенко О.П., Круподеря Ю.О., Рябуха Г.І., Кудряшова К.М., Шевченко Л.А., Корма О.М., Корнута Ю.П.

Рецензенти:

І. В. Гриник – академік НААН України, доктор сільськогосподарських наук, Інститут садівництва НААН України.
В. М. Кабанець – член-кореспондент НААН України, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Інститут сільського господарства Північного сходу НААН України;

Елементи біорегуляції в агротехнологіях прядивних та олійних культур для сталого розвитку в адаптивній системі землеробства: монографія / за наук. ред. к.с.-г.н. О.Ю. Локтя. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 780 с.

ISBN 978-617-7932-56-6

У монографії узагальнено результати багаторічних наукових досліджень, спостережень і дослідно-виробничих випробувань ефективності використання агрохімікатів, регуляторів росту рослин та мікробних препаратів, створених в Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В. П. Кухаря НАН України, Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, ПП «БТУ- ЦЕНТР» та деяких препаратів зарубіжного виробництва. Експериментальні дослідження проводилися в межах НТП «Луб'яні культури» в Чернігівському інституті АПВ НААНУ і ПНД НААН «Сільськогосподарська мікробіологія» ІСМАВ НААН.

У книзі наведено характеристики здебільшого вітчизняних РРР та мікробних препаратів, діючою основою яких є продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів, вилучених із кореневої системи женьшеню: амінокислоти, жирні кислоти, фітогормони, аміноцукри, мікроелементи, тобто природні сполуки, притаманні рослинній клітині. А також азотфіксуючі, фосформобілізуючі бактерії, мікроорганізми регуляторної та захисної дії. Приведено дані щодо ефективності застосування зазначених препаратів у технологіях вирощування льону-довгунця та льону олійного, а також способів використання даних біологічно орієнтованих агроприймів. Для окремих агрозаходів здійснено екологічну та енергетичну оцінку.

Книга буде корисною керівникам і спеціалістам аграрних підприємств, фермерам, науковцям біологічного, агрохімічного, хімічного профілів, викладачам, аспірантам і здобувачам вищої освіти ВНЗ.

УДК 631.51:631.55:631.8:632.8.633.521

ISBN 978-617-7932-56-6

© Локоть О.Ю., Селінний М.М., Пархоменко М.М., Канівець В.І., Москаленко В.А., Бондар І.М., Тимошенко О.П., Круподеря Ю.О., Рябуха Г.І., Кудряшова К.М., Шевченко Л.А., Корма О.М., Корнута Ю.П.
© НУ «Чернігівська політехніка», 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ЛЬОНАРСТВА, СВІТОВІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЙОГО РОЗВИТКУ	9
1.1. Сучасний стан і тенденції розвитку льонарства	9
1.2. Агрокліматичний потенціал зон вирощування льону-довгунця та льону олійного	24
1.3. Основні агробіологічні особливості росту та розвитку льону-довгунця та льону олійного.....	27
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
2.1. Програма та методика проведення досліджень	33
2.2. Агрометеорологічні умови.....	63
2.3. Ґрунтові умови.....	72
РОЗДІЛ 3. БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СІВОЗМІН ТА ВИБІР ПОПЕРЕДНИКІВ ПІД ЛЬОН	77
3.1. Сучасні підходи до раціонального й екологічно безпечного використання сівозмінного фактору при вирощуванні льону-довгунця.....	77
3.2. Порівняльна продуктивність культур-попередників льону-довгунця залежно від системи їхнього удобрення у сівозміні.....	87
3.3. Вплив культур-попередників на фітосанітарний стан посіву льону-довгунця	102
3.4. Вплив культур-попередників на урожайність і якість льону-довгунця	106
3.5. Економічна та біоенергетична оцінка вирощування льону-довгунця після різних попередників	112
РОЗДІЛ 4. СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, ЇХНЄ ЗНАЧЕННЯ, ЗАВДАННЯ ТА АДАПТАЦІЯ ДО ЗОНАЛЬНИХ БІОАГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИМОГ РОСЛИН ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ	131
4.1. Значення, завдання та теоретичні основи обробітку ґрунту і продукційний процес у рослин льону-довгунця.....	131
4.2. Продукційний процес у льону-довгунця залежно від системи основного обробітку ґрунту в умовах Лівобережного Полісся.....	141
4.3. Фітосанітарний стан посівів та продукційний процес у льону-довгунця за різних комбінацій основного та передпосівного обробітку ґрунту.....	159

РОЗДІЛ 5. АДАПТАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ СОРТІВ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЗОНИ ТА ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНІКИ ВИРОЩУВАННЯ	192
5.1. Сорт як фактор інтенсифікації галузі льонарства.....	192
5.2. Продуктивність рослин і якість льону-довгунця залежно від норм висіву та рівня мінерального живлення.....	201
5.3. Залежність оптимальних строків сівби льону-довгунця від генотипу рослин та способу посіву.....	213
РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЕФЕКТИВНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ДОБРІВ ПІД ЛЬОН В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ.....	233
6.1. Сучасний стан і тенденції використання добрив в Україні та ріст і розвиток рослин льону-довгунця і льону олійного в залежності від системи живлення	233
6.2. Ефективність впливу доз та співвідношень мінеральних добрив на урожайність і якість льону-довгунця	264
6.3. Продуктивність рослин льону-довгунця за різних строків внесення мінеральних добрив	307
6.4. Закономірності росту та розвитку рослин льону і урожайність льонопродукції за поєданого застосування вуглеамонійної солі та стимуляторів росту.....	335
6.5. Еколого-біологічні особливості органо-мінеральної системи удобрення та її вплив на продуктивність льону-довгунця.....	349
РОЗДІЛ 7. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ЛЬОНАРСТВІ	379
7.1. Регулятори росту рослин та мікробні препарати як фактори збалансованого екологічно безпечного розвитку агроecosystem	379
7.2. Ефективність застосування біостимуляторів при передпосівній обробці насіння льону-довгунця.....	395
7.3. Особливості росту та розвитку рослин льону-довгунця і їхньої продуктивності за позакореневого застосування біостимуляторів.....	406
7.4. Вплив ад'юванту Енпосану на ефективність застосування гербіцидів та врожайність льону-довгунця.....	422

7.5. Зональна ефективність застосування комплексного препарату Альбіту при вирощуванні льону-довгунця в умовах Лівобережного Полісся	439
7.6. Переджнивне застосування Раундапу на посівах льону-довгунця	447
7.7. Ефективність застосування біологічного препарату Мікрогуміну в технології вирощування льону-довгунця	454
7.8. Вплив інокуляції насіння мікробним препаратом Поліміксобактерином на ріст, розвиток та продуктивність льону-довгунця	460
7.9. Ефективність інокуляції льону-довгунця мікробними препаратами залежно від фону мінерального живлення	477
7.10. Обґрунтування продукційного процесу льону-довгунця залежно від мікробного препарату Поліміксобактерину та стимуляторів росту рослин	487
7.11. Технологічні основи ефективного та екологічно збалансованого комплексного використання агрохімікатів і біопрепаратів на льоні-довгунці	494
7.12. Адаптивні можливості сортів льону олійного в умовах Лівобережного Полісся залежно від фону мінерального живлення	525
7.13. Генотипна чутливість сортів льону олійного до бактеризації насіння мікробним препаратом Поліміксобактерином	532
7.14. Ефективність інокуляції вітчизняними мікробними препаратами льону олійного в залежності від фону мінерального живлення	537
7.15. Ефективність комплексного застосування бактеризації насіння та рїстрегулятора рослин при вирощуванні льону олійного	546

РОЗДІЛ 8. УДОСКОНАЛЕННЯ ТА АДАПТАЦІЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВАРІАНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ДО ЗОНАЛЬНИХ УМОВ

554

8.1. Науково-технологічні аспекти екологічно збалансованого та ефективного регулювання факторів впливу на продуктивність агроценозу льону-довгунця	554
8.2. Урожайність та якість льону-довгунця залежно від екологічних чинників і технологічних факторів його вирощування	558
8.3. Економічна та біоенергетична ефективність різних варіантів технологій вирощування льону-довгунця	605

ВИСНОВКИ	616
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ НАУКИ ТА ВИРОБНИЦТВА	624
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	626
ДОДАТКИ	677

ВСТУП

Аналіз аграрного виробництва у світі дозволяє констатувати посилення антропогенного навантаження на ґрунт, що пов'язано з інтенсифікацією використання земельних ресурсів та ростом деградаційних процесів [1-3]. В основі нинішньої кризи світового та вітчизняного землеробства набуває масштабів його неадаптивність, а це обумовлює необхідність постійного нарощування витрат. У цій ситуації актуальним є раціональне, збалансоване використання наявних природних ресурсів [4].

Значна різноманітність ґрунтів і неоднорідність ґрунтового покриву викликають необхідність диференціації систем землеробства та агротехнічних і меліоративних заходів, розроблення й освоєння наукоємних технологій, різноманіття конкретних технологічних підходів, які повинні відповідати вимогам стійкого сільськогосподарського землекористування. Цим вимогам найбільш відповідає система землекористування за типом інтегрованого землеробства, тобто стратегія адаптивної інтенсифікації сільського господарства – ландшафтно-адаптивного екологічного землеробства [5-9].

Свого часу впровадження зональних систем землеробства, які були розроблені з урахуванням природних і сільськогосподарських умов усіх областей, та інтенсивних технологій вирощування культур і покращення матеріально-технічної бази галузі дали можливість значно підвищити ефективність аграрного виробництва [4]. Так, у 1986-1990 рр. в Україні був досягнутий найвищий рівень ресурсного забезпечення, що в свою чергу дозволило досягнути бездефіцитного балансу органічної речовини і поживних елементів. Використання органічних добрив було на рівні 8-9 т/га, мінеральних – 148 кг/га д.р., а обсяги хімічної меліорації сягнули до 1,5-1,8 млн га щорічно [10, 11].

Однак подальшого стабільного нарощування темпів виробництва не відбулося. З 1991 року у зв'язку з припиненням фінансування державних, регіональних і місцевих програм посилювалися негативні

тенденції в зміні властивостей ґрунтів. Обсяги виробництва і застосування мінеральних та органічних добрив, хімічної меліорації скоротилися в 4-5, а то й у 10 разів, що стало причиною дефіцитного балансу як за вмістом органічної речовини (від 100-250 до 30-70 кг/га) з урахуванням заорювання у ґрунт поживних залишків, так і за вмістом поживних елементів (від 70-80 до 30 кг/га НРК). Це все призвело до розвитку деградаційних процесів. До цього ще додалися все частіші й жорсткіші природні катаклізми [10].

Значні зміни, які на початку 2020 року відбулися в земельному законодавстві внаслідок формування ринку землі, призвели до того, що сучасне землекористування України стало характеризуватися значним розшаруванням суб'єктів господарювання за організацією, розмірами, економічними можливостями та ін. Якщо аналізувати нинішній розвиток агробізнесу, то на даний момент він представлений понад 34 тис. підприємств різних організаційно-правових форм і розмірів землекористування. Останніми роками розвиток вітчизняного агробізнесу зазнає суттєвих змін, які відбуваються в трансформації розмірів виробництва та напрямках спеціалізації [12].

Останнім часом у відповідь кризовим тенденціям в агровиробництві пропонуються альтернативні системи землеробства (органічна, органо-біологічна, екологічна тощо) з відповідними агротехнологіями. Тобто в основі концепції адаптивної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва лежить біологізація, екологізація продукційного й середовищепокращуючого процесів в агроекосистемах і агроландшафтах [4]. При цьому біологічна система землеробства має як певні переваги, так і певні недоліки. Тому вітчизняні й закордонні дослідники не заперечують можливості, що частково або повністю зняти негативне можна, поєднуючи біологічні й традиційні переваги обох систем [11, 13, 14]. Таким чином, кращий спосіб знизити залежність агроекосистем та агротехнологій від різних ґрунтово-кліматичних умов і відхилень погоди, особливо її аномалій,

дефіциту енергоресурсів – це адаптуватися до них. Адаптивний потенціал сільськогосподарських рослин дає нові можливості управління їхніми реакціями на певні прийоми технології вирощування та природні ресурси, що дозволить найкраще реалізувати їхній біологічний потенціал (який, до речі, у більшості культурних видів у світі реалізується лише на 15-40 %) і повноцінно використати місцеві ресурси [4].

Проведення комплексних досліджень та аналізу літературних джерел дало нам можливість виявити закономірності впливу антропогенних і агроекологічних факторів на ріст та розвиток рослин льону-довгунця та льону олійного й забезпечити максимальну реалізацію їхнього біологічного потенціалу продуктивності. Представлені в монографії розробки є основою оптимізації напрямів науково обґрунтованої адаптивної технології вирощування даних культур у сучасних умовах ринкових відносин в Україні.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ЛЬОНАРСТВА, СВІТОВІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЙОГО РОЗВИТКУ

1.1. Сучасний стан і тенденції розвитку льонарства

У світі нараховується всього лише 12 культур, які містять натуральні волокна з прядивними властивостями. Льон – одна з найстаріших культурних рослин, він служить людству близько 10 тисяч років [15-19].

У світовому виробництві та споживанні текстилю, як і раніше, пріоритет у виробів із натуральних волокон. Актуальність виробництва продукції з льону обумовлена його унікальними природними властивостями. Дослідження останніх років створили принципово нові напрямки комплексної переробки льону, які дозволяють отримувати продукцію, конкурентоспроможну на світовому ринку. Ці технології модифікації лляного волокна (одержання монольону) дозволяють використати все волокно, яке міститься в стеблі, включаючи відходи тіпання й чесання. Їх застосовують для виготовлення тонких побутових тканин і трикотажу в суміші з хімічними волокнами, бавовною та вовною на більш продуктивному обладнанні.

Низькосортне лляне волокно може з успіхом використовуватися для армування композиційних полімерних матеріалів, звуко-, вібро- і теплоізоляції, які почали широко застосовуватися при виробництві автомобілів та літаків, суден, вагонів тощо. Дрібноволокнисті відходи, що утворюються під час переробки льону за будь-яким способом, придатні для виробництва фетроподібного нетканого матеріалу. Він використовується для теплоізоляції трубопроводів, дверей, покрівлі будинків, а також для запобігання пошкодженню кореневої системи деревних і чагарникових саджанців під час транспортування та посадки, як геотекстиль для зміцнення відкосів каналів, доріг тощо. З льонопродукції виробляють біологічно активні

речовини, ефіри целюлози, технічний вуглець, активоване вугілля та інше.

До позитивних властивостей льону належать сумісність його зі шкірою людини й створення охолоджувального ефекту. Ляне волокно швидко вбирає вологу, також швидко віддає її в навколишнє середовище, що сприяє терморегуляції тіла в спеку. У лляних виробках практично неможливе нагромадження електричних зарядів. Виявлені медико-гігієнічні властивості льону, які сприяють зниженню ризику хронічних та онкологічних захворювань, хвороб серцево-судинної системи. Лён можна поєднувати практично з будь-яким волокном. Споживання льону в змішаних тканинах у світі сягає майже третини від загального обсягу [16, 20, 21, 23].

Найбільша питома вага у виробництві натуральних волокон припадає на бавовну – 74,3 %. Луб'яні культури становлять 19,5 %, відповідно, лён та конопля 2,3 та 0,3 % [15].

У насінні льону-довгунця міститься 35-39 % швидковисихаючої олії і до 23 % білка. Олія є цінним харчовим продуктом і використовується у харчовій, зокрема, маргариновій, кондитерській промисловості.

Завдяки вмісту ненасичених жирних кислот (лінолева, олеїнова, лінолінова, ізоліноленова), олія сприяє зниженню вмісту холестерину в крові. Олія швидко висихає, вона високопридатна для виготовлення лаків, фарб, олифи. Також її використовують у фармацевтичній, електротехнічній, миловарній, паперовій, гумовій та інших галузях промисловості. Насіння та олія льону безпосередньо використовуються як лікарські засоби. Із олії одержують препарат лінетол для лікування і профілактики атеросклерозу. Лён має велику кормову цінність. В одному кілограмі насіння міститься 1,8 кормової одиниці. Цінним концентрованим кормом є і макуха – побічний продукт переробки насіння льону на олію, що містить 6-12 % жиру, 32-36 % легкоперетравних білків. За поживністю 1 кг макухи прирівнюється до 1,2 кормової одиниці, тому її використовують як важливий компонент при виготовленні комбікорму. Цей продукт

переробки насіння льону за кормовими якостями переважає макуху інших рослин, тому що легко засвоюється тваринами [24].

Щодо льону олійного та його вирощування, то до середини минулого століття він був доволі поширеною в Україні культурою: посівні площі становили близько 100 тис. га. Але після освоєння цілинних земель уряд СРСР вирішив «перенести» цю скоростиглу культуру з України до Казахстану. Тому його посівні площі в Україні значно скоротилися, хоча насіння льону олійного тоді й нині на нашому ринку – сировина доволі дефіцитна.

Насіння льону олійного містить від 42 до 48 % жиру. До його складу входять 5 жирних кислот: стеаринова – 3 %, пальметинова – 5,7 %, ленолева – 14,5 %, олеїнова – 17,6 % та ліноленова – 56,6 %. Ці жирні кислоти належать до групи переважно ненасичених. Олія використовується як сировина для лакофарбової, парфумерної, харчової промисловостей тощо. Окрім жиру, насіння містить білки, вуглеводи, органічні кислоти, ферменти, вітамін А. Воно має лікувальні властивості. Завдяки високому вмісту ненасичених жирних кислот в олії, отримується значний лікувальний ефект – попередження виникнення судинних захворювань. З насіння теж отримують препарат лінетол, який використовується для лікування опіків шкіри. Слизиста рідина, отримана певним чином, лікує виразки шлунку й гастрит. Продукт, отриманий при переробці насіння – макуха – містить від 6 до 12 % жиру, 38 % протеїну. Вона цінна для годівлі тварин, оскільки один кілограм її має поживність – 1,15 к.о. та містить 260 грамів перетравного протеїну. При цьому сфера застосування насіння розширюється [24].

Вирощування льону олійного має низку агробіологічних та технологічних переваг: він придатний для всіх ґрунтово-кліматичних зон України, стійкий до посухи, зручний у сівозміні завдяки короткому вегетаційному періоду, що дозволяє використовувати культуру як попередник для озимих зернових. Вона є гарною альтернативою ярому ріпакові та соняшнику в сівозмінах, також зберігає родючість ґрунтів. Льон олійний стійкий до обсіпання та

вилягання, хвороб і шкідників. У кліматичних умовах України здатний дозрівати без застосування десикації, завдяки чому є більш екологічним, що досить високо цінується на світовому ринку. Окрім цього він досить відносно невибагливий до ґрунтів, що дозволяє висівати льон на супіщаних та суглинкових ґрунтах [25].

Розглядати проблематику виробництва льону-довгунця та льону олійного потрібно окремо, оскільки вона дуже відрізняється як за поточним розподілом виробництва й переробки, так і за напрямками використання продуктів. Розглянемо динаміку посівних площ та виробництва льоноволокна в світі (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Світові площі посіву льону для виробництва льоноволокна за 2014-2021 рр. [22]

Показник	Роки							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Зібрана площа, тис. га	203	215	224	235	241	264	285	241
Виробництво волокна, тис. т	766	750	832	801	894	1092	976	897

У світовому виробництві волокна після розпаду СРСР лідирують країни Європи – більш як 80 % з усього обсягу, а, зокрема – Франція (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Світовий ринок льоноволокна, середні показники за 2014-2021 рр. [22]

Країна	Площа посіву, га	Урожайність, т/га	Виробництво, т	Частка виробництва у світі, %
Франція	101 692	6,52	650 955	74,3
Бельгія	14 985	5,47	81 035	9,3
Білорусь	44 915	0,95	42 827	4,9
Росія	43 164	0,87	37 853	4,3
Китай	5 119	4,00	20 961	2,4

На теренах колишнього СРСР найбільші обсяги виробництва припадають на Білорусь та Росію. Частка України у світовому виробництві не сягає навіть 1 %. Потужними експортерами льоноволокна є Франція – 244,5 тис. т, Бельгія – 80,0 тис. т, Білорусь – 19,6 тис. т.

У ЄС працює понад 10 тис. компаній, які зайняті в індустрії виробництва лляних волокон: вони сіють культуру, переробляють та відправляють продукцію. Європейська конфедерація льонарства та коноплярства, створена в 1951 році – єдина організація в ЄС, що об'єднує та контролює всі етапи виробництва та переробки льонувовниці. Ця структура складається з відповідних асоціацій країн-учасників, оскільки лише такий спосіб співпраці дозволяє ефективно вести бізнес. Усе це однозначно вказує на необхідність побудови також і в Україні високоорганізованої структури для координації всіх процесів та відродження льонарства як галузі виробництва волокон.

Пригадаймо, що ще 25-30 років тому, коли такий комплекс в Україні діяв, виробництво волокон та очосів з льону становило понад 100 тис. тонн проти сьогоднішніх 870 тонн. Інша справа, що нині ланцюжок кооперації може відновитися на ринкових засадах, що і є метою нещодавно утвореної Асоціації розвитку льонарства і коноплярства України [26].

Найбільшим імпортером у світі льоноволокна є Китай, на частку якого припадає 62 % світового імпорту. Це пов'язано з низьким рівнем виробництва льоноволокна та великими обсягами виробництва лляної продукції. Ця країна перебуває на першому місці з виробництва пряжі, тканин та готової продукції з льону. Щодо імпорту льоноволокна до цієї країни, то він сягає 174,6 тис. т. Інші країни мають на порядок менші обсяги імпорту. Наприклад, для Індії та США цей показник становить близько 13,4 тис. т.

Наразі в країнах ЄС розроблено єдину комплексну науково-технічну програму розвитку галузей льонарства та коноплярства на період до 2030 року. Для цього в Європі планується вирощувати понад 400 тис. га конопель та 120-150 тис. га льонувовниці [19].

До 1991 року льонарство відіграло визначальну роль в економіці багатьох господарств України. Частка льонарства в загальному розмірі прибутку від реалізації продукції рослинництва, наприклад, в господарствах Полісся, становила 30-70 %, а в деяких господарствах – і більше. Рівень рентабельності галузі льонарства коливався в межах 60-160 %. Такі показники забезпечувалися завдяки порівняно високим врожаям високоякісної продукції та соціально-економічній політиці держави, яка сприяла ефективному розвитку цієї важливої галузі аграрного виробництва [27].

На даний час попит світової промисловості на льон задовольняється лише на 15-20 % і, маючи величезний потенціал у цьому напрямі, Україна спроможна із значною вигодою для себе скористатися такою обставиною.

Льон-довгунець в Україні є не лише національною культурою, а й майже єдиним джерелом натуральної сировини для текстильної і легкої промисловості, тому його можна розглядати не лише з точки зору економіки, але і з міркувань національної безпеки держави.

На тлі поглиблення інтересу в світі до виробництва льону-довгунця сучасний стан розвитку сфери виробництва та переробки льонопродукції в Україні є досить складним. Попри універсальний характер використання різних його видів та важливе значення у диверсифікації агробізнесу, посівні площі під льоном-довгунцем із початку 2000-х років досить суттєво скоротилися, тоді як льоном-олійним в окремі роки засівали майже до 70 тис. га. З 2017 року спостерігається стійка тенденція скорочення посівних площ під усіма видами льону (рис. 1.1) [28].

Наразі особливо критична ситуація спостерігається з вирощуванням льону-довгунця, адже за роки незалежності посівні площі під культурою зменшилися майже у 200 разів. Так, у 1990 році площі посівів сягали 172,5 тис. га, а в 2019-му – 0,9 тис. га.

Як результат – внутрішній ринок задовольняється вітчизняними лляними тканинами побутового призначення лише на 0,7 % від

раціональної потреби. При цьому внутрішній ринок лляних тканин на 75-80 % формується за рахунок імпорту [29, 30].

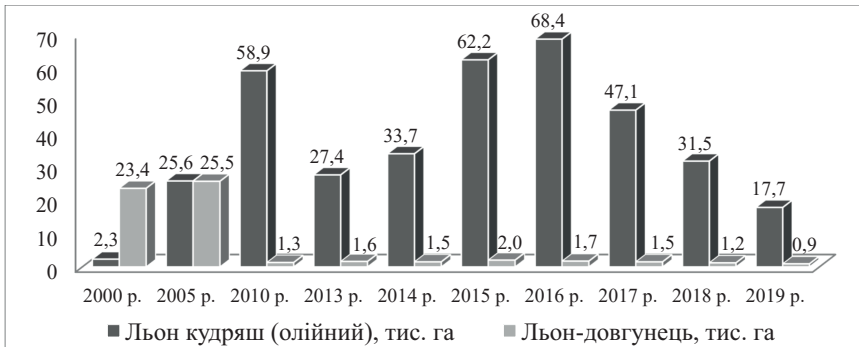


Рис. 1.1. Динаміка зміни посівних площ льону в усіх категоріях господарств України за період 2000-2019 рр. [28]*

*Складено за даними аналізу інформації Держслужби статистики

Сучасний кризовий стан льонарства та заводів первинної переробки льону зумовлений цілою низкою соціально-економічних чинників, які призводять до падіння рентабельності та збитковості багатьох підприємств галузі.

Виходячи зі світових тенденцій, слід зазначити, що льонарство – інвестиційно-приваблива галузь, подальша доля якої залежатиме, в першу чергу, від державної політики, зацікавленості інвесторів та комплексного підходу до її розвитку.

Таким чином, все це обумовлює нагальну необхідність відновлення спеціалізованих зон виробництва льону-довгунця на регіональних рівнях, у тому числі й за підтримки держави. За нинішніх умов на перший план висувається проблема застосування в аграрній сфері адаптованих, екологічно безпечних та ресурсозберігаючих технологій і технічних засобів, раціональних та оптимальних схем і методів їх використання з метою істотного зменшення витрат у розрахунку на одиницю сільськогосподарської продукції. Отже, ресурсотехнологічне оновлення льонівиробництва –

не менш важливий чинник його ефективного функціонування, ніж ринкові трансформації в АПК, оскільки відіграє вирішальну роль у переведенні вітчизняного льонарства на ефективний, конкурентоспроможний, екологічно безпечний і природозберігаючий напрям сталого розвитку.

Що собою являє в українському сьогоденні льонарство? Україна в незначних кількостях продає лляне волокно до Європи та Китаю. При цьому країна набагато більше купує лляного волокна, ніж експортує. Вітчизняні льонокомбінати, які можна перерахувати на пальцях однієї руки, закупають готові тканини за кордоном. Переробка сировини льону в Україні занепадає. Льонопереробні потужності працюють з бавовною, поліефіром, віскозою. До Єдиного державного реєстру (ЄДР) занесено Рівненський льонокомбінат, Житомирський, Оршанський льонокомбінат – Одеса, які працюють з іноземною сировиною, а також Старосамбірський на Львівщині. Більшість льонозаводів тільки числяться в реєстрі. Наприклад, Козелецьке льонопідприємство Чернігівської області останній раз виросувало льон-довгунець 2005 року. На Житомирщині під виглядом реконструкції та модернізації було знищено Житомирський, Ємільчинський, Коростишівський, Новоград-Волинський, Володарсько-Волинський льонозаводи. Схожа ситуація – майже у всіх льоносіючих регіонах. Сьогодні в Україні існує лише первинна переробка льону-довгунця. Вітчизняні бренди одягу шиють продукцію з корейського, італійського та ін. лляного полотна [31].

Льонозавод Linen of Desna на Сумщині (виробнича потужність – 1000 тонн) має найбільшу посівну площу прядивного льону в Україні – 400 га. Нині підприємство належить бельгійському власникові. Свого часу продукцію Глухівського льонозаводу купували Польща, Китай, Чехія, а зараз основними імпортерами є Франція і Бельгія. ВАТ «Червоноармійський льонозавод», що на Житомирщині, має посіви льону-довгунця площею 200 га. Тут планується розширення площі вдвічі. Обидва вищезгадані заводи на даний час не

використовують виробничі потужності – технологічні лінії, переважно імпортовані з Європи, що були у використанні (наприклад, новий сет обладнання на 200 га льону коштує 0,5-1 млн євро). Та ж сама проблема і з льонозбиральною технікою. На думку Миколи Шкурка, голови ради директорів Асоціації розвитку льонарства і коноплярства України, для розвитку прядивного льонарства варто було би скасувати ПДВ на імпорт ліній для переробки волокна, а також установити пільгові умови оподаткування для тих, хто інвестує в цю галузь. На жаль, це не весь перелік проблем, що стримують розвиток галузі [31]. Наприклад, сортів льону-довгунця, що внесені до Реєстру сортів, дозволених до використання в Україні, не так уже й багато. Наразі в цьому переліку, крім українських, є декілька французьких, англійських, голландських. Зарубіжні сорти мають дуже потужний генетичний потенціал продуктивності, але дещо слабо адаптовані до природно-кліматичних умов України. А на селекційні вітчизняні розробки виділяється досить обмежене фінансування. В той же час причиною низького використання генетичного потенціалу продуктивності наявних сортів певною мірою є недостатньо розроблені адаптивні елементи технологій їхнього вирощування.

Загалом, вітчизняні сорти забезпечують урожайність насіння в середньому в зоні Полісся 8,9 ц/га (з коливанням від 5,84 до 10,78 ц/га), в зоні Лісостепу – 11,7 ц/га (коливання – 8,71-13,84 ц/га); соломки: Полісся – 52,9 ц/га (42,2-60,4 ц/га), Лісостеп – 58,3 ц/га (51,8-65,6 ц/га); волокна: на Поліссі – 12,3 ц/га (10,4-13,9 ц/га), в Лісостепу – 13,6 ц/га (10,5-18,1 ц/га).

Льон олійний має важливий господарський та економічний потенціал, особливо з позиції диверсифікації виробництва олійних культур. Він є одним із альтернативних шляхів усунення домінування соняшника. Цю культуру можна вирощувати в багатьох ґрунтово-кліматичних зонах України завдяки біологічним властивостям та екологічній адаптованості.

Світовий ринок олійних культур зростає і стратегічно орієнтований на виробництво сучасних нових видів продукції для сфер медицини, харчування, енергетики [25].

Майже протягом 50 років обсяги світового виробництва олійних культур зросли з 37 до 530 млн т, тобто в 14 разів. До менш поширених, так званих нішевих культур, як у світі, так і в Україні саме й належить льон олійний [32-35]. При загальному обсязі пропозиції світового ринку олійних культур у 530 млн т пропозиція сої становить 320 млн т, ріпаку – 70, соняшнику – 40, льону олійного – до 2,7-3,3 млн т [32].

Сьогодні олійний льон займає близько 4 млн га посівних площ у світі (рис. 1.2). Основними країнами вирощування є Казахстан, Росія, Канада, США, Китай, Індія [22]. Згідно зі статистичними даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН за період 2014-2021 рр. Україна входить у десятку світових лідерів з виробництва льону олійного (рис. 1.3).

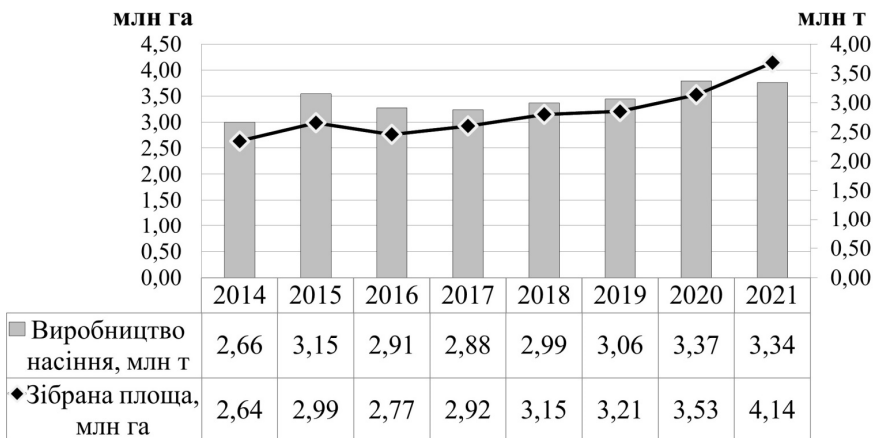


Рис. 1.2. Світові площі посіву та динаміка виробництва насіння льону за 2014-2021 рр. [22]

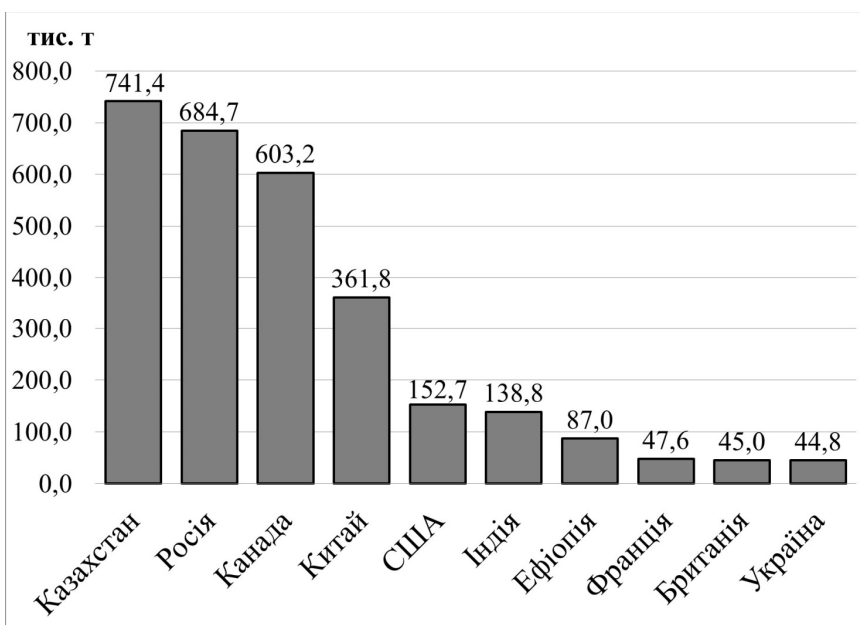


Рис. 1.3. Світові лідери виробництва насіння льону, тис. т, середні показники за 2014-2021 рр. [22]

Найбільшими імпортерами насіння є США, Китай, Німеччина, Нідерланди. У структурі імпорту США та Китай займають 70 % світового ринку. Завдяки глобалізації та зростанню економік країн Південної та Південно-Східної Азії найближчими роками прогнозується значне зростання споживання насіння льону в цих регіонах [36].

За даними експертів Oil World, світовий експорт насіння льону за перші 4 місяці 2021/22 МР (серпень-листопад) скоротився на 14 % порівняно з минулорічним показником на тлі зниження виробництва в Канаді та Казахстані. За цей період відвантаження насіння з основних країн-експортерів оцінюються в 465 тис. т проти 538 тис. т в серпні-листопаді 2020/21 МР. При цьому основні обсяги оліенасіння за даний період експортувала Росія – 261 тис. т (+11 % на рік), тоді як Казахстан і Канада знизили відвантаження до 97 тис.

тонн (-37 %) і 80 тис. т (-39 %) відповідно. Експорт з України в серпні-листопаді 2021 р. склав 21 тис. т, зі США – 6 тис. т. При цьому основними імпортерами насіння льону серпні-листопаді були: ЄС – 236 тис. т, а також КНР – 121 тис. т, США – 41 тис. т, Туреччина – 34 тис. т [37].

Льон олійний розглядається нині як перспективне джерело целюлозомісткої сировини для хімічної, медичної, харчової промисловостей, а також для виготовлення матеріалів із високою енерговіддачею в процесі окиснення. В Іспанії коноплі та льон тривалий час використовують як сировину для хімічного і целюлозно-паперового виробництва [38].

У Франції, Чехії та Великобританії із льону олійного виробляють спеціальну целюлозу, яка використовується для виготовлення цигаркового паперу. Унікальні властивості волокна надають можливість виготовляти фільтри, композити, геотекстиль, неткані ізоляційні матеріали, біологічно активні речовини, поглиначі нафтопродуктів, абсорбенти [39].

Щодо України, то протягом останніх декількох років у загальній структурі посівів олійних культур льону олійному належить частка, менша за 1 %. А його частка у структурі виробництва олійного насіння – 0,3 % [25].

Незважаючи на те, що за період 2014-2021 рр. середня посівна площа даної культури становила майже 39 тис. га [22], вона займає невелику частку в сегменті внутрішнього ринку олійної сировини та є експортною (табл. 1.3).

Аналіз даних таблиці 1.3 свідчить, що є попит світового аграрного ринку на вітчизняне насіння льону. В окремі роки (2016-2017) середньорічна ціна експорту однієї тонни насіння льону досягала майже \$3000, тоді як для ріпаку, наприклад, вона не перевищувала \$394,8-412,7. Тобто різниця дохідності експорту однієї тонни цих культур є фактично у 7 разів вищою на користь льону.

Станом на 2021 р. льон олійний українського виробництва купували понад 20 країн – члени ЄС, а також Китай, Туреччина,

Єгипет, В'єтнам. Щорічно з України експортують близько 2000 т лляної олії і понад 4000 т макухи. Олія користується попитом у Китаї, Південній Кореї, Туреччині, Польщі, а макуха – в Італії, Польщі, країнах Балтії [25].

*Таблиця 1.3 – Імпорт та експорт насіння льону підприємствами України [28]**

Роки	Обсяг імпорту, т	Вартість, \$ тис.	Середня ціна імпорту 1 т, \$	Обсяг експорту, т	Вартість, \$ тис.	Середня ціна експорту 1 т, \$
2011	137	110	802,92	10694	18640	1743,03
2012	184	162	880,43	22684	44956	1981,84
2013	84	45	535,71	7087	10935	1542,97
2014	75	83	1106,67	10221	22106	2162,80
2015	127	142	1118,11	12389	29462	2378,08
2016	133	134	1007,52	15300	44089	2881,63
2017	134	72	537,31	19394	56919	2934,88
2018	569	1522	2674,87	5878	12909	2196,16
2019	227	486	2140,97	5887	11269	1914,22

* Складено за даними аналізу інформації митної статистики

Зацікавленість Євросоюзу льоном з України зумовлена більшою екологічністю продукції, особливо після того, як було виявлено, що канадський льон генетично модифікований. Також важливим є те, що наші природні умови дозволяють льону самостійно дозріти без застосування десикантів.

Зростання українського експорту льону та його вирощування суттєво гальмують вивізні мито в 10 %, яке зменшує внутрішню ціну реалізації та не дає можливості сільгоспвиробникам продавати насіння льону за світовими цінами, оновлювати основні засоби, закуповувати якісне насіння й, відповідно, збільшити обсяги виробництва, завантажити переробні потужності та нарощувати експорт.

Основними конкурентами українського льону на світовому ринку є ті країни, де виробники насіння льону захищені програмами державної підтримки у формі дотацій та відсутності експортного

мита. Крім того, вони більш конкурентоздатні завдяки власним енергетичним ресурсам, тому ціни на паливо, мінеральні добрива й паливно-мастильні матеріали нижчі від вітчизняних, що, відповідно, також зменшує собівартість вирощеної продукції [25].

Варто також окремо зазначити, що в країнах Європи щорічно попит на насіння льону сягає близько 600-700 тис. т, з яких основну частину займає продукція із Північної Америки. З огляду на географічну відстань вигідний експорт саме українського льону, що має більше конкурентних переваг. Тому цей ринок є досить перспективним для вітчизняних аграріїв [25].

Вирощування льону олійного дуже часто відбувається за так званим «залишковим» принципом із значними порушеннями технології. Це в свою чергу зумовлює дуже значні коливання площі посіву, урожайності та валового збору в Україні й регіонах. Так, наприклад, урожайність насіння льону в середньому за 2000-2010 роки становила 8,82 ц/га з коливаннями від 4,7 до 12 ц/га [39]. А за 2011-2020 роки – 9,45 ц/га з коливаннями від 6,7 до 13,5 ц/га (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Динаміка виробництва льону олійного в Україні [40]

Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Посівна площа, тис. га	59	53	38	33,7	62,2	68,4	47,1	32,1	17,7	14
Валовий збір, тис. т	51,1	41,4	25,4	28,9	61	89,5	45,5	23,6	15	12
Середня закупівельна ціна, грн	3000	3070	4650	5700	8600	8330	9650	11100	10800	15750

За даними Н. М. Рудіка (2020 р.) [39], в період з 2000 до 2018 рр., ступінь зонального поширення в Україні льону олійного значно коливався (табл. 1.5). Так, у зоні Степу площі посіву становили 74,7 %, Лісостепу – 15,8 %, Полісся – 9,3 %. В середньому за 2000-2018 роки зібрана площа становила 34 тис. га. Про значні відхилення

площ посіву культури свідчать високі показники коефіцієнту варіації. При цьому найбільш нестабільним було вирощування в Поліссі – коефіцієнт варіації 114 % та в зоні Лісостепу – 85,8 %. Найбільш стійким є представлення олійного льону в сівозмінах зони Степу – 60,3 %.

*Таблиця 1.5 – Зональні особливості реалізації потенціалу виробництва льону олійного в Україні (2000-2018 рр.) [39]**

Показники	Україна	Кліматичні зони		
		Полісся	Лісостеп	Степ
Валовий збір, тис. т	32,9			
у тому числі, %		10,5	22,7	66,8
Зібрана площа, тис. га	34,0			
у тому числі, %		9,3	15,9	74,8
максимальна	68,0	13,7	15,3	47,9
Коефіцієнт варіації	63,2	114,0	85,8	60,3
Частка в структурі посівів, %	0,124	0,057	0,055	0,199
Частка посівів, які загинули, %	4,86	3,26	5,63	8,95
Коефіцієнт наявності посівів	0,18	0,16	0,19	0,41
Коефіцієнт систематичності вирощування	1,00	0,49	0,37	0,80
Урожайність середня, т/га	0,95	1,04	1,36	0,84
Коефіцієнт варіації	30,0	36,9	29,6	31,0
Урожайність за останні 5 років	1,12	1,13	1,40	0,98
Урожайність максимальна	1,35	2,50	2,38	2,57
Господарський максимум урожайності	1,92	2,37	2,74	1,74

*Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики України [41]

Аналіз виробництва насіння льону свідчить, що найбільш сприятливими для реалізації потенціалу культури були зони Полісся

та Лісостепу. У період 2000-2018 рр. середня урожайність становила 9,5 ц/га. Найвищою вона була в зоні Лісостепу – 13,6 ц/га.

В цілому аналіз даних таблиці 1.5 свідчить про значні резерви збільшення урожайності олійного льону в усіх зонах його вирощування. А це визначально залежить від реалізації агрокліматичного потенціалу зони та адаптації до нього технології вирощування і сорту.

Таким чином, для подальшого розвитку галузі льонарства необхідна розробка та впровадження комплексу заходів на основі підвищення технологічності, екологічності та економічності виробництва.

1.2. Агрокліматичний потенціал зон вирощування льону-довгунця та льону олійного

Ріст і розвиток рослин агрофітоценозу та формування їхньої продуктивності залежить від біологічних особливостей самих рослин та умов зовнішнього середовища. Агрокліматичні ресурси – це один із визначальних факторів формування урожаїв сільськогосподарських культур і загалом – результативності агропромислового виробництва. Мінливість погодних факторів за роками й територією викликає досить значні коливання врожаїв, а використання агрометеорологічних ресурсів у виробничих умовах становить 40-60 % [42]. Загалом, природні ресурси в галузях агропромислового комплексу використовуються вкрай неефективно [13].

Грунтово-кліматичні умови зони Полісся. Полісся займає північну та північно-західну частини України. Зона має велику різноманітність ґрунтового покриву, при цьому лєвова частка припадає на дерново-підзолисті ґрунти – 2,46 млн га, які мають різний гранулометричний склад та ступінь зв'язності. Світло-сірі, сірі та темно-сірі лісові ґрунти займають 0,82 млн га. На чорноземі малогумусні та карбонатні припадає 0,22 млн га. Близько 0,98 млн га торф'яних ґрунтів частково заболочені й перезволожені [11].

У цілому клімат Полісся помірно теплий і вологий. Велика протяжність території Полісся із заходу на схід зумовлює суттєву неоднорідність кліматичних умов, головними з яких слід вважати ресурси тепла і зволоження. Кількість опадів зменшується в міру просування із заходу на схід від 720-640 мм до 548-506 мм. У тому самому напрямку зростає континентальність клімату. Відмінності в температурі й опадах зумовлюють відмінності основних властивостей ґрунтового покриву. В теплий період випадає 65-70 % опадів. Період інтенсивної вегетації (травень-серпень) – 90-130 днів. Тривалість періоду з температурою, вищою від 10 °С становить 157 днів, а сума активних температур за цей час досягає 2595 °С. Переважання західних атлантичних вітрів на більшій частині території зони спричиняє високу вологість повітря і за помірних температур – суттєве перевищення кількості опадів над сумарним випаровуванням. Середньобагаторічний ГТК за квітень-листопад сягає 1,6, тобто відповідає надмірному зволоженню (коливання в областях зони становлять 1,4-1,9). У зв'язку з цим для всієї зони характерним є промивний тип водного режиму в ґрунтах. Середні багаторічні значення ФАР за період із температурою вище від 10 °С у зоні становлять 1432 МДж/м², що дає змогу вирощувати всі районовані сорти та гібриди сільськогосподарських культур. При цьому орні землі займають 36-37 % сільськогосподарської площі [43].

Ґрунтово-кліматичні умови зони Лісостепу. Ця зона займає центральну частину України, що становить близько 34,6 % її території. Частка ріллі дорівнює 66 % від сільськогосподарських угідь. Клімат зони помірно теплий. Середньобагаторічна сума ФАР за період з температурою вище від 10 °С в цілому в зоні становить 1491 МДж/м², а сума активних температур за аналогічний період – 2660 °С. Середній багаторічний показник ГТК за квітень-листопад – 1,4, що відповідає достатньому зволоженню. У різних частинах зони спостерігаються певні відхилення показників. Період із середньомісячною температурою вище від + 5 °С у західній частині

зони триває 200-215 днів, у східній – 190-200. Опади випадають нерівномірно, і їхня кількість зменшується в напрямі з північного заходу на південний схід – з 550-600 до 450-500 мм відповідно. За теплий період (квітень-жовтень) у середньому в зоні випадає 547-645 мм. Понад 70 % ріллі зони займають чорноземи. Тут є і дещо бідніші ґрунти – світло-сірі й сірі лісові (1,6 млн га). Загалом зона сприятлива до вирощування всіх районованих культур [11, 43].

Ґрунтово-кліматичні умови зони Степу. На цю зону припадає 46,5 % площі сільськогосподарських угідь (18,4 млн га), 38,6 % ріллі (15,3 млн га). В цілому в зоні тривалість періоду з температурою +5 °С становить 217 днів, сума активних температур – відповідно 3490 °С, а з температурою 10 °С – 175 днів із сумою активних температур 3155 °С. Сума опадів у середньому за рік – 406-514 мм. Сума ФАР за період з температурою +10 °С – 1671 МДж/м², показник ГТК за квітень-листопад – 0,9, тобто має місце недостатнє зволоження [11, 43].

За умовами теплового режиму зволоження території та ґрунтового покриву зону Степу поділяють на дві підзони: північну й південну.

У підзоні північного Степу за рік випадає в середньому 425-450 мм опадів, а вегетаційний період триває 200-230 днів. Найбільш поширеними ґрунтами підзони є чорноземи звичайні (9 млн га), це здебільшого ґрунти малогумусні – 3-6 %. Гранулометричний склад переважно важкосуглинковий.

Підзона південного Степу характеризується високими температурами повітря. Річна сума опадів буває в межах 300-450 мм, за теплий період (квітень-листопад) випадає не більше від 200 мм опадів. Найбільш поширені чорноземи південні (3 млн га орних земель). А також темно-каштанові та каштанові ґрунти. Вони мають неглибокий профіль (50-80 см), карбонатні. За гранулометричним складом – важкосуглинкові та глинисті, вміст гумусу – 2-4 % [11, 43].

1.3. Основні агробіологічні особливості росту та розвитку льону-довгунця та льону олійного

Льон-довгунець або льон звичайний (*Linum usitatissimum* L.) – однорічна рослина. Має стрижневу кореневу систему, яка слабо розвинена. Основна маса коріння (до 80 %) розміщується на глибині до 30 см; в цілому довжина коріння може сягати до 100-120 см (коренева система становить 8-10 % маси рослини). Стебло, залежно від умов вирощування, сягає 40-125 см, його товщина – 0,8-2,5 мм (0,8-1,1 – тонкостебле, 1,2-1,5 – середньо-, а 1,6 і більше – товстостебле). Довжина й діаметр стебла значною мірою визначають вміст і якість волокна. Льон-довгунець є двосім'ядольною самозапильною рослиною. Суцвіття – зонтикоподібна китиця. Протягом вегетаційного періоду культура проходить такі фенологічні фази: сходи, “ялинка”, бутонізація, цвітіння і досягання (розрізняють зелену, ранню жовту, жовту і повну стиглість). Плід – округла коробочка. У нормально розвиненій коробочці 10 насінин. Маса 1000 насінин – 3,5-6 г. Орієнтовний вихід продукції льону-довгунця у фазі ранньої жовтої стиглості від усієї маси (100 %) складається: з соломи – 78-80 %, насіння – 10-15 % та м'якоти – 9-5 %. Вихід трести з соломи – 75-82 %. Вихід волокна з трести – 22-28 %, у т.ч. довгого – 13-18 %, короткого – 9-10 %. Витрати трести на 1 тону волокна дорівнюють 3,5-4,5 т. Вихід полови від маси насіння – 12 %, вихід олії – 35-42 % [17, 44-46].

Льон-довгунець – культура помірного клімату. Нижня межа ефективної температури +5 °С. Сума ефективних температур для його розвитку за вегетаційний період становить: сівба – сходи – 60 °С, сходи – початок цвітіння – 418-441 °С, від цвітіння до побуріння коробочок – 410 °С. Кращі умови для росту та розвитку рослин у фазі сходів – середньодобова температура повітря 9-12 °С, у фазі “ялинки” – 14-16 °С та цвітіння – 16-18 °С. Температура повітря, вища від 18-22 °С, і її різкі добові коливання пригнічують ріст рослин. Льон – рослина довгого дня з відносно невеликою інтенсивністю сонячного світла (тривалість освітлення не менше 14 годин).

Культура є дуже вибагливою до вологи – коефіцієнт транспірації – 400-430. Льон найбільш чутливий до нестачі вологи під час інтенсивного росту, у фазах бутонізації і цвітіння. Високі врожаї льонопродукції доброї якості формуються при випаданні не менше 100 мм опадів за період сходи-цвітіння, а також вологості ґрунту у фазі “ялинка” – 60 %, цвітіння – 80 % та визрівання – 40-60 % від повної польової вологості. Для формування високостеблого волокнистого льону гідротермічний коефіцієнт повинен бути в межах 1,3-1,6 (згідно з Г. Т. Селяниновим (1933), це межа достатнього зволоження). Л. Г. Андріановою (1979) отримано рівняння залежності приросту стебла (см) протягом фаз “ялинка” – цвітіння (Z) від суми опадів цього періоду (y) та запасів продуктивної вологи до його початку (x): $Z = 0,29x + 0,44y = 24,55$ [17].

Льон дуже вибагливий до вмісту в ґрунті поживних речовин у зв'язку з тим, що коренева система його слабо розвинена, а період росту й розвитку невеликий. На утворення 1 ц повітряно-сухої речовини врожаю (солома і насіння) потрібно 1,3-1,51 кг азоту, 0,37-0,52 фосфору (P_2O_5), 0,02-1,37 калію (K_2O) та 0,57-0,92 кг кальцію (CaO). Поживні речовини з мінеральних добрив льоном використовуються неоднаково: азоту – 70-80 %, фосфору – 15-20, калію – 50-60 %. До фази “ялинка”, коли ріст незначний, рослини засвоюють 10-36 % азоту, 6-15 % фосфору та 11-12 % калію від загальної кількості цих елементів, необхідних для формування врожаю. Зі швидким лінійним ростом стебла у міжфазний період «“ялинка” – цвітіння» та накопичення органічної маси льон споживає (до моменту цвітіння) 60-84 % азоту, 63-80 % фосфору та 71-90 % калію. Критичні періоди у споживанні поживних речовин наступні: для азоту – від фази “ялинка” до бутонізації та до моменту повного цвітіння, для фосфору – від сходів до утворення 10-12 листочків, для калію – в період бутонізації, коли в стеблах іде інтенсивне утворення волокна [44].

Для вирощування льону-довгунця найпридатнішими є осушені дернові, дерново-підзолисті супіщані та суглинкові ґрунти.

Непридатні для вирощування льону недостатньо осушені землі, а також оглеєні ґрунти із вмістом закисного заліза понад 4 мг на 1 кг абсолютно сухого ґрунту [47].

Дослідженнями багатьох авторів встановлено, що на врожайність і якість продукції льону-довгунця впливає багато факторів – ґрунтово-кліматичні умови, умови живлення, агротехніка вирощування та інші [48, 49, 54, 55]. Наприклад, ріст і розвиток льону-довгунця залежав як від сорту, так і від погодних умов вегетаційного періоду. Так, у дослідженнях Л. М. Козуб (2007), незважаючи на те, що льон-довгунець щорічно вирощувався при однаковій площі живлення рослин і при однаковому догляді за посівами (добрива, обробіток ґрунту тощо), одержано далеко не ідентичні дані. Сорти з високою якістю волокна відчутніше реагували на умови вирощування, ніж сорти з низькою якістю волокна. Вміст волокна здебільшого визначався генотиповими факторами, ніж умовами вирощування. Гнучкість волокна та комплексна оцінка якості волокна ВРН змінювалася в залежності від погодних умов року, але за ознакою міцності волокна не виявлено закономірності лабільності [50].

Враховуючи те, що Лівобережне Полісся України характеризується великою різноманітністю ґрунтово-кліматичних факторів, які обумовлюють рівень урожайності льонопродукції та її якість, це ставить певні вимоги до досліджень, а саме – інтегрованого підходу у виборі елементів технології при вирощуванні льону-довгунця: це попередники, обробіток ґрунту, локальне внесення мінеральних добрив, використання як поживної речовини соломи попередників та зеленої маси сидеральних культур, застосування мікробних препаратів, біостимуляторів, ад'ювантів тощо.

Таким чином, кожний агротехнічний захід вирощування льону-довгунця мусить бути спрямований на повне задоволення потреб рослин у тому чи іншому факторі їхнього росту й розвитку та адаптований до зональних умов. Іншими словами, в кожному конкретному випадку потрібно знати, скільки рослині необхідно того

чи іншого фактора взагалі і в кожний період вегетації, беручи до уваги тісну взаємопов'язаність факторів, які забезпечують нормальну життєдіяльність рослинного організму. Зокрема, необхідно визначити шляхи й можливості подальшої оптимізації процесів виробництва продукції льону-довгунця.

Морфобіологічні особливості льону олійного. Льон олійний – культура з коротким вегетаційним періодом. В залежності від сорту, агрофону, погодних умов реальна довжина вегетаційного періоду може коливатися від 78 до 130 днів, висота рослин – відповідно від 50 до 85 см, маса 1000 насінин – 6-8,5 г, урожайність насіння – 1,5-2,9 т/га. Розрізняють такі фази росту й розвитку: сходи, “ялинка”, бутонізація, цвітіння, досягання. Після сходів, а саме: в перші 15-20 днів (фаза “ялинка”) до висоти 8-10 см стебло росте дуже повільно, а корені – інтенсивно. За фазою “ялинка” відбувається швидкий ріст стебла. Початок фази цвітіння настає через 35-40 днів після сходів. У цей час ріст стебла уповільнюється. Від цвітіння до дозрівання проходить 25-30 днів [24, 51].

Для проростання насіння льон потребує близько 140 % води від власної маси, що значно менше у порівнянні з іншими культурами. Пояснюється це тим, що в насінні наявний слизький шар, який активно поглинає воду із ґрунту й міцно її утримує. Після сходів середньодобовий лінійний приріст стебла становить 2-4 мм. Потреба його у воді в цей час відносно невелика, але вона значно збільшується в період інтенсивного розвитку стебла – 20-25 мм за добу, який збігається з фазою “ялинка” і переходить у фазу бутонізації. Відсутність опадів у цей період затримує ріст рослин та знижує урожайність соломки. Коефіцієнт транспірації у льону олійного становить 420-690. В цілому коренева система культури має підвищену здатність поглинати воду з ґрунту [52].

Льон олійний є культурою відносно стійкою до холоду. Його насіння починає проростати при температурі ґрунту +3...+5 °С. При нижчій температурі й підвищеній вологості ґрунту насіння може

загнивати. За оптимальної вологості й середньодобової температури ґрунту $+7...+8$ °С на глибині загортання насіння (3-4 см) сходи з'являються на 5-7 день. При більш низькій температурі поява сходів затримується до 15 діб. Сходи здатні витримувати короточасні приморозки до $-3...-4$ °С. Найбільше тепла льон потребує в період цвітіння – досягання насіння: $+20...+22$ °С. Сума середньодобових температур за вегетацію становить $1600-1800$ °С [51, 52].

Льон олійний позитивно реагує на внесення мінеральних добрив. На формування 1 ц урожаю насіння льон виносить з ґрунту 5,5-5,6 кг азоту, 1,0-2,5 кг фосфору та 4,0-5,5 кг калію (1 : 0,3 : 0,8). Надмірне живлення, особливо азотне, може спровокувати вилягання посівів, непродуктивне формування біомаси [24,52].

Використання поживних речовин у фазах розвитку відбувається нерівномірно. Незначна їхня кількість засвоюється в період від сходів до бутонізації і максимуму досягає у фазі цвітіння. Так, якщо до цвітіння льон поглинає близько 30 % азоту та 15 % фосфору, то за короткий період від початку масового цвітіння до утворення коробочок – 60 % азоту, а фосфору – 50 % і більше. Потреба у фосфорі виражена з перших днів вегетації і продовжується до кінця дозрівання, але найбільш інтенсивно – від бутонізації до утворення насіння. Потреба в калії теж збільшується під час бутонізації – цвітіння й утворення насіння [53]. Непридатними для посіву льону олійного є заболочені та солонцюваті ґрунти [24, 52].

Підсумовуючи, можна стверджувати, що головними перевагами льону олійного є: значна прибутковість вирощування; пластичність до кліматичних умов та висока посухостійкість; обмеженість шкідників і хвороб; помірні дози добрив; відносно незначний рівень хімічного захисту; стійкість до осипання та збирання після зернових колосових культур; цінність як попередника для озимих культур; ярий тип – можливість використання як страхової культури, наприклад, для пересіву загиблих озимих; оптимізація структури посівних площ без зменшення групи олійних; значний експортний потенціал насіння, олії та шроту; можливість повного використання

всієї наземної маси льону, адже можна мати додаткову вигоду; кормова придатність шроту; можливість використовувати при вирощування типовий набір сільськогосподарської техніки.

Негативними, а точніше – дещо проблемними умовами можна вважати: необхідність повернення культури на попереднє місце не раніше від 5 років; внесення гербіцидів одночасно з їхнім застосуванням на зернових культурах; складність скошування через волокнистості стебла; необхідність подрібнення соломки перед загортанням у ґрунт; обов'язкова герметизація комбайнів через текучість насіння; періодична необхідність двофазного (роздільного) способу збирання, оскільки за дощової погоди можуть відростати пагони, тому відбувається неякісний обмолот недостиглих коробочок і можливе зігрівання вороху на току, коли треба застосовувати десикацію. З економічних факторів – це ризики через періодичну відсутність внутрішнього попиту на насіння та продукти його переробки. Однак більшість цих питань організаційно й технологічно можна успішно вирішувати, тому переваг у культури явно більше.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма та методика проведення досліджень

Програма досліджень у польових дослідах охоплювала майже всі технологічні цикли вирощування льону-довгунця та окремі – льону олійного. Вивчалася агробіологічна та біоенергетична ефективність різних попередників льону й агрометеорологічні аспекти їх вибору. Було досліджено агробіологічну спрямованість впливу системи обробітку ґрунту, доз, строків і способів застосування органічних та мінеральних добрив, сортів, норм і строків висіву насіння різних сортів, стимуляторів росту рослин, мікробних препаратів, десикантів, ад'ювантів та способів збирання на продуктивність рослин льону-довгунця і льону олійного та якість льонопродукції.

Головною метою проведеної науково-дослідної роботи було вивчення та теоретичне і практичне обґрунтування майже всіх складових елементів ланцюга вирощування льону-довгунця і льону олійного в умовах Лівобережного Полісся та створення на цій основі гнучкої, екологічно безпечної, адаптованої до зональних умов високоефективної ресурсо- та енергоощадної технології в рамках концепції інтегрованого землеробства.

Дослідження виконувалися на основі матеріалів тривалого стаціонарного польового дослідження, закладеного у 1972 р. (1972-1983 рр.) та короткотермінових (3-4-річних) польових дослідів, які виконувалися впродовж 1981-2013 рр. у відділах родючості ґрунтів та рілництва, також лабораторії льонарства Чернігівського інституту АПВ НААН, а в подальшому ІСМАВ НААН, на дерново-середньопідзолистому пилувато-супіщаному ґрунті ДП “ДГ “Прогрес”. Дослідне господарство “Прогрес” розташоване у Лівобережній агроґрунтовій провінції і належить за природно-сільськогосподарським районуванням до Козелецько-Коропського агроґрунтового району Чернігівської області.

Польові дослідження проводили у відповідності з "Методикою по проведенню дослідів з льоном-довгунцем" (ВНДІЛ, 1978) та методичними вказівками щодо льону олійного.

У період вегетації льону-довгунця і льону олійного проводилися фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин відповідно до методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур [56].

В основні фази розвитку льону-довгунця та льону олійного робили відбір рослинних проб для вивчення інтенсивності приросту надземної біомаси, а також для дослідження динаміки вмісту основних елементів живлення у рослинах. Рослинні проби відбирали на всіх варіантах двох несуміжних повторень. При цьому керувалися методичними вказівками [57, 58].

У рослинних зразках після мокрого озолення за К. Е. Гінзбург та ін. (1963 р.) визначали азот – за К'ельдалем, фосфор – калориметрично, калій – на полум'яному фотометрі.

Для визначення вологості, забур'яненості, враження культур хворобами та вивчення якості продукції під час збирання врожаю з кожної ділянки дослідів брали проби [59-61]. Оцінку льоносоломки за показниками технологічних властивостей та ознак визначали в лабораторії технологічної оцінки НДІ сільського господарства Полісся України, Козелецького та Киселівського льонозаводів Чернігівської області, згідно з "Методичними вказівками по проведенню технологічної оцінки льоносоломки і дослідів по первинній обробці льону" (1972) та ДСТУ 4149:2003 "Треста лляна. Вимоги при заготівлі". Посівні якості насіння – чистоту, масу 1000 насінин, енергію проростання та лабораторну схожість – визначали за методиками ДСТУ 12042 "Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення тисячі насінин".

Щільність ґрунту визначали буровим методом за Качинським (ДСТУ ISO 11272) при об'ємі циліндра – бура 109,23 см³.

З метою загальної агрохімічної характеристики дослідних ділянок та вивчення поживного режиму ґрунту за варіантами у

основні фази розвитку рослин в орному (0-20) та підорному (20-40 см) шарах визначали вміст гумусу за Тюрніним; легкогідролізованого азоту за Корнфілдом; нітратного азоту – дисульфохеноловим методом за Грандваль-Ляжу з наступним колориметруванням на ФЕК-56М; вміст рухомого фосфору – за Кірсановим; обмінного калію – за Масловою; нітрифікаційну здатність ґрунту – за Кравковим; рН сольової витяжки – потенціометричним методом; гідролітичну кислотність і суму вивібраних основ кальцію та магнію за Каппеном [62-64].

Для характеристики умов росту рослин протягом вегетації вивчали динаміку вологості ґрунту на глибині до одного метра. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом за температури 105 °С.

Облік корневих залишків проводили методом рамок за Станковим, а також згідно з методичними вказівками [65].

Залежно від питань, що вивчалися, при аналізі дослідних даних – використовували дисперсійний, регресійний та кореляційний методи [66].

При розрахунках основних статей витрат та економічної ефективності досліджуваних факторів були використані відповідні методичні вказівки [67-71], а також – закупівельні ціни, що склалися на відповідний період.

При проведенні енергетичного аналізу, оцінці рівня енерго- та ресурсозбереження при використанні тих чи інших агрозаходів та технології в цілому користувалися спеціальними методиками [72, 73].

Схема багатофакторного стаціонарного досліду з розробки науково обґрунтованої системи удобрення сільськогосподарських культур у польових сівозмінах була розроблена лабораторією математичних методів вивчення та прогнозування ефективності добрив Всесоюзного НДІ добрив та агроґрунтознавства ім. Д. М. Прянишникова.

Такий багатофакторний стаціонарний дослід із кількісними градаціями факторів призначений для виявлення ступеня зміни

показників росту та розвитку рослин і в цілому продуктивності сільськогосподарських культур, а також родючості ґрунту під впливом зростаючих доз та видів мінеральних добрив (**дослід 6, стор. 43-45**). При цьому ставилося завдання показати закономірності зміни досліджуваних показників у вигляді певних математичних формул із використанням прикладних комп'ютерних програм.

Процес вивчення агрохімічних питань на основі регресійного методу включав наступні етапи:

- визначення математичної формули причинної залежності, що найбільш точно відображає реально існуючу закономірність;
- обчислення за наявними експериментальними даними коефіцієнтів цього рівняння;
- оцінка коефіцієнтів рівняння регресії;
- обчислення на підставі отриманого рівняння регресії розрахункових значень результативного показника;
- аналіз та агрономічна інтерпретація отриманих результатів.

При статистичній обробці даних врожайності у стаціонарному досліді використовували модель з половинними та цілими ступенями для N, P, K і половинними ступенями для парних взаємодій [74-77]:

$$Y = a_0 + a_1 N^{0.5} + a_2 N + a_3 P^{0.5} + a_4 P + a_5 K^{0.5} + a_6 K + a_7 (NP)^{0.5} + a_8 (NK)^{0.5} + a_9 (PK)^{0.5} \quad (2.1),$$

де, Y – врожайність, ц/га;

a_0 – вільний член, який характеризує врожайність без добрив;

a_1, a_2 і т. д. – коефіцієнти, призначені для опису напрямку та сили дії добрив і їхньої взаємодії.

Ця “половинна” модель краще, ніж квадратична, відображає явища, що часто спостерігаються в дослідях, – поступового затухання дії зростаючих доз добрив, яке ще не перейшло у депресію. При вивченні зростаючих доз добрив помічено доволі значне підвищення врожайності під впливом низьких та середніх доз добрив і повільне збільшення її в широкому діапазоні високих доз, де врожайність залишається практично на одному рівні. Виникає так зване “плато” або крива повного насичення [78].

При дослідженні змін агрохімічних показників родючості ґрунту, в зв'язку з довгостроковим застосуванням зростаючих доз добрив, використовували квадратичну модель [79, 80]:

$$A = a_0 + a_1N + a_2N^2 + a_3P + a_4P^2 + a_5K + a_6K^2 + a_7NP + a_8NK + a_9PK \quad (2.2),$$

де, A – показник агрохімічних властивостей ґрунту;

a_0 – вільний член, який характеризує величину показника без застосування добрив;

a_1, a_2 і т. д. – коефіцієнти, які відображають вплив добрив на показник, що вивчається.

Оцінку значущості коефіцієнтів рівняння проводили з послідовним виключенням з рівняння тих членів, які згідно з критерієм Ст'юдента (t), визнано несуттєвими. В результаті у рівнянні залишаються тільки ті коефіцієнти, які при рівні довіри 0,95 відображають суттєвість дії факторів, що вивчаються.

Більш загальна і обґрунтована оцінка придатності обчисленої виробничої функції встановлюється шляхом порівняння обчислених за рівнянням на ЕОМ теоретичних та експериментально отриманих даних. Зіставлення їх проведено на основі коефіцієнту множинної кореляції (R).

Економічну та енергетичну ефективність досліджуваних технологічних прийомів, операцій та технології в цілому оцінювали за прибавками врожаю по відношенню до контрольних або фонових варіантів (залежно від схем дослідів).

Дослід 1. Вплив культур-попередників на ріст, розвиток і продуктивність рослин льону-довгунця (1978-1982 рр.)

Схема дослідів містить варіанти попередників: 1 – кукурудза на силос (після вівса); 2 – озиме жито (після кукурудзи); 3 – картопля (після озимого жита); 4 – ярий ячмінь (після картоплі з підсівом конюшини); 5 – конюшина одного року використання; 6 – озима пшениця (після конюшини). Сівозміна була розгорнута на чотирьох полях, які вводилися послідовно, щорічно однією культурою. Кожний

попередник мав три варіанти удобрення – без мінеральних добрив, помірна доза та висока доза їх:

зернові (озима пшениця і жито):

1 – $N_0P_0K_0$ (контроль); 2 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3 – $N_{150}P_{150}K_{150}$;

ярий ячмінь:

1 – $N_0P_0K_0$; 2 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3 – $N_{100}P_{100}K_{100}$);

просапні (картопля і кукурудза):

1 – $N_0P_0K_0$; 2 – $N_{120}P_{120}K_{120}$; 3 – $N_{200}P_{200}K_{200}$.

При цьому картопля вирощувалася по фоні 30 т/га гною, кукурудза, відповідно – 20 т/га.

Дослідження проводилися методом посіву льону в один рік після всіх попередників сівозмінної ланки. Технологія вирощування льону – загальнорекомендована для зони, яка передбачає наступні елементи: лушення стерні попередника; внесення фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{60}K_{90}$; оранку на глибину 20-22 см з одночасним коткуванням у першій декаді жовтня; ранньовесняне боронування важкими зубовими боролами; передпосівне внесення азотних добрив у дозі N_{30} ; передпосівну культивуацію на глибину 5-6 см агрегатом зі стрільчастими лапами з одночасним боронуванням середніми боролами; посів вузькорядним способом одночасно з ранніми ярими зерновими культурами; обробка посівів проти бур'янів та шкідників у фазі “ялинки”; комбайновий спосіб збирання у фазі жовтої стиглості. Площа посівної ділянки – 150 м², облікової – 100 м². Повторність – 4-разова. Сорт – К-6. Норма висіву – 28 млн шт./га схожих насінин.

Дослід закладений методом розщеплених ділянок: на ділянках першого порядку вивчали попередники, другого – дози добрив.

Дослід 2. Продукційний процес у льону-довгунця залежно від системи основного обробітку ґрунту в умовах зони Лівобережного Полісся (1986-1988 рр.)

Схема досліду:

Фон 1. Лушення дисковими знаряддями на глибину 6-8 см,

оранка на глибину 20-22 см у першій декаді серпня (ранній напівпар) з одночасним коткуванням.

Варіанти:

1. Дві культивуації на глибину 12 см з боронуванням, одна культивуація на глибину 10 см з боронуванням, заключна культивуація на глибину 6-8 см без боронування (сумарна кількість культивуацій – 4).

2. Одна культивуація на глибину 12 см з боронуванням, одна культивуація на глибину 10 см з боронуванням, заключна культивуація на глибину 6-8 см без боронування (сумарна кількість культивуацій – 3).

3. Одна культивуація на глибину 12 см + боронування, заключна культивуація на глибину 6-8 см без боронування (сумарна кількість культивуацій – 2).

Фон 2. Лущення дисковими знярядями на глибину 6-8 см, оранка на глибину 20-22 см з одночасним коткуванням у першій декаді вересня (пізній напівпар, поліпшений зяб).

Варіанти:

1. Одна культивуація на глибину 12 см з боронуванням, одна культивуація на глибину 10 см з боронуванням, заключна культивуація на глибину 6-8 см без боронування (3 культивуації).

2. Одна культивуація на глибину 12 см з боронуванням, заключна культивуація на глибину 6-8 см без боронування (2 культивуації).

Фон 3. Лущення дисковими знярядями на глибину 6-8 см, оранка на глибину 20-22 см з одночасним коткуванням у першій декаді жовтня (поліпшений зяб).

Варіанти:

1. Одна культивуація на глибину 6-8 см без боронування.

Примітка: Культивуації проводяться з інтервалом 18-20 днів.

Попередник льону – ярий ячмінь після угноєної картоплі. Передпосівний обробіток ґрунту включає: ранньовесняне боронування + обробіток БИГ-3 + БЗТ 6 + ЗККШ. Догляд за посівами – рекомендований для зони. Сорт – К-6. Норма висіву – 25 млн шт./га схожих насінин. Посівна ділянка – 176 м², облікова – 100 м².

Повторність – 3-разова. Добрива вносяться із розрахунку $P_{60}K_{60}$ під оранку, $N_{30}P_{30}K_{30}$ – під передпосівний обробіток ґрунту.

Дослід 3. Фітосанітарний стан посівів та продукційний процес за різних комбінацій основного та передпосівного обробітку ґрунту (1982-1985 рр.)

А. Система зяблевого обробітку ґрунту:

Фон 1 – звичайний зяб – лушення стерні відразу після збирання попередника на глибину 6-8 см (ЛДГ-10); оранка на глибину 20-22 см в першій декаді жовтня (ПЛН-5-35 + БЗТС-1,0).

Фон 2 – напівпаровий обробіток – лушення стерні як по фону 1; оранка в першій декаді серпня (ПЛН-5-35 + ККШ); 3 культивації з інтервалом в 18-20 днів (КПС-4 + ЗБТС-1,0): перша на глибину 12-14 см, друга – 8-10 см, третя – 6-8 см (без боронування).

Б. Система передпосівного обробітку ґрунту:

Варіант 1. Культивація з боронуванням на глибину 4-6 см (КПС-4 + БЗТС-1,0) + коткування (ЗККШ-6А) – контроль.

Варіант 2. Боронування важкими боролами (агрегат з двох рядів важких борін БЗТС-1,0) у 2 сліди.

Варіант 3. Обробіток комбінованим агрегатом (БИГ-3 + ЗБЗТС-1,0 + ЗККШ-6А).

Варіант 4. Обробіток комбінованим агрегатом РВК-3,6.

Попередник – ярий ячмінь після картоплі. Догляд за посівами – рекомендований для зони. Сорт – К-6. Норма висіву – 25 млн шт./га схожих насінин. Посівна ділянка – 100 м², облікова – 60 м². Повторність – 4-разова. Добрива: $P_{30}K_{60}$ – під оранку, $N_{30}P_{30}K_{30}$ – під передпосівний обробіток ґрунту.

Дослід 4. Ріст і розвиток рослин льону-довгунця залежно від строків сівби, способу посіву та сорту (схема 2х3х5), 1994-1996 рр.

Фактор А – способи посіву

Варіант 1. Широкорядний спосіб посіву (насінницькі посіви) з нормою висіву 12,5 млн шт./га схожих насінин.

Варіант 2. Вузькорядний спосіб посіву (товарні посіви) з нормою висіву 25 млн шт./га схожих насінин.

Фактор В – строки висіву

Варіант 1. 1-й строк – кінець першої декади квітня.

Варіант 2. 2-й строк – через 15 днів після першого.

Варіант 3. 3-й строк – через 15 днів після другого.

Фактор С – сорти

Варіант 1. Томський 16 – ранньостиглий.

Варіант 2. Чарівний – середньоранній.

Варіант 3. Київський – середньоранній.

Варіант 4. Псковський 85 – середньостиглий.

Варіант 5. К-6 – пізньостиглий.

Попередник – озима пшениця. Технологія вирощування та догляду за культурою – рекомендована для зони (характеристика наведена в досліді 1). Посівна ділянка – 60 м², облікова – 25 м². Повторність – 4-разова. Добрива: Р₆₀К₉₀ – під оранку, N₃₀ – під передпосівний обробіток ґрунту.

Початком весняно-польових робіт вважається досягнення ґрунтом м'якопластичного стану. Зональна вірогідність “визрівання” ґрунту у другій декаді квітня, за багаторічними даними, в умовах зони дорівнює 75-90 % (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Строки повного відтавання ґрунту в умовах Чернігівської області [81]

Середні	Середнє квадр. відхилення від середнього багато- річного, днів	Забезпеченість, %							Повторюваність (%) повного відтавання ґрунту при переході середньодобової температури повітря через 5 °С весною
		5	10	25	50	75	90	95	
04.04	12	10.03	17.03	28.03	06.04	14.04	20.04	23.04	47

Середня багаторічна дата стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 5 °С відповідає 9 квітня, до 10 °С – 28 квітня, до 15 °С – 12 травня. Виходячи з цього, було встановлено строки висіву льону.

Дослід 5. Продуктивність та якість рослин льону-довгунця залежно від норм висіву та рівня мінерального живлення (схема 3x7), 1986-1988 рр.

Фактор А – норми висіву

Варіант 1. 22 млн шт./га.

Варіант 2. 25 млн шт./га.

Варіант 3. 28 млн шт./га.

Фактор В – дози та співвідношення добрив

1. N₀P₀K₀.

2. N₃₀P₆₀K₉₀.

3. N₃₀P₆₀K₁₂₀.

4. N₃₀P₉₀K₁₂₀.

5. N₄₅P₆₀K₉₀.

6. N₄₅P₆₀K₁₂₀.

7. N₄₅P₉₀K₁₂₀.

Попередник – ярий ячмінь (після картоплі). Технологія вирощування – рекомендована для зони. Сорт – Торжокський 4. Площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 25 м². Повторність – 4-разова. Величина інтервалу між нормами висіву – 1-1,14-1,27, дози добрив: N₀, N₃₀, N₄₅; P₀, P₆₀, P₉₀; K₀, K₉₀, K₁₂₀ (співвідношення: N₀:P₀:K₀, N₁:P₂:K₃, N₁:P₂:K₄, N₁:P₃:K₄, N_{1,5}:P₂:K₃, N_{1,5}:P₂:K₄, N_{1,5}:P₃:K₄).

Ступінь вилягання рослин льону оцінювали за 5-бальною шкалою: 5 балів – вилягання відсутнє, стебла розташовані вертикально; 4 бали – слабе вилягання, стебла дещо похилені; 3 бали – середня ступінь вилягання, стебла похилені під кутом 45°; 2 бали – сильне вилягання, машинне збирання утруднене; 1 бал – дуже сильне вилягання, машинне збирання неможливе.

Дослід 6. Урожайність і якість льону-довгунця залежно від доз та співвідношень мінеральних добрив (1978-1981 рр.)

Схема стаціонарного багатofакторного дослідю представляє собою спеціальну вибірку $\frac{1}{4}$ частини повного факторіального експерименту (6x6x6) і вміщує 54 варіанти [78].

По кожному елементу вивчали шість (разом з нульовою) поступово зростаючих доз азотних, фосфорних, калійних добрив та їх різних співвідношень (табл. 2.2).

Для зручності маркування варіантів прийнято порядок факторів N, P і K. У тризначному числі перша цифра означає умовну дозу азоту, друга – фосфору, а третя – калію.

З метою підвищення точності дослідю застосовано метод блокування варіантів усередині повторень, у кожному повторенні організовано три блоки (табл. 2.2). Кожен із блоків містить 18 підібраних відповідним чином варіантів. Цей підбір проведено так, що всі блоки вирівняні за кількістю внесених добрив та сумою добутоків їхніх парних сполучень.

Таблиця 2.2 – Схема довготривалого дослідю з видами та дозами мінеральних добрив в умовних одиницях

№ вар.	Дози NPK	№ вар.	Дози NPK	№ вар.	Дози NPK	№ вар.	Дози NPK	№ вар.	Дози NPK	№ вар.	Дози NPK	Блоки
1	000	10	200	19	400	28	111	37	311	46	511	1
2	002	11	202	20	402	29	113	38	313	47	513	
3	004	12	204	21	404	30	115	39	315	48	515	
4	020	13	220	22	420	31	131	40	331	49	531	2
5	022	14	222	23	422	32	133	41	333	50	533	
6	024	15	224	24	424	33	135	42	335	51	535	
7	040	16	240	25	440	34	151	43	351	52	551	3
8	042	17	242	26	442	35	153	44	353	53	553	
9	044	18	244	27	444	36	155	45	355	54	555	

Блок вміщує всі дози азоту, фосфору та калію, що вивчаються – 0, 1, 2, 3, 4, 5, але поєднання цих доз різні. Сума доз кожного елемента в будь-якому блоці дорівнює 45 умовним одиницям, а сума додатків парних сполучень – 117.

Розташування варіантів усередині блоку рендомізоване. Льон вирощували у семипільній сівозміні з таким чергуванням культур: 1 – кукурудза на силос; 2 – озиме жито; 3 – картопля; 4 – ячмінь; 5 – конюшина одного року використання; 6 – льон; 7 – озима пшениця. Сівозміна розгорнута на 4-х полях, які вводили послідовно, щорічно однією культурою. Розмір посівної ділянки – 145 м², облікової – 100 м². Повторність, згідно з рекомендаціями розробників схеми – 2-разова.

У сівозміні під усі попередні льону культури щорічно вносили добрива згідно зі схемою досліду. За одиничну дозу кожного з трьох елементів мінерального живлення N, P і K було прийнято: під картоплю та кукурудзу – по 40 кг/га д. р., ячмінь – по 20, під озиму пшеницю та жито – по 30 кг/га, конюшина не удобрювалася. Органічні добрива вносили фоном на всіх варіантах під зяблеву оранку при вирощуванні картоплі – 30 т/га, кукурудзи – 20 т/га, що становить 7,1 т/га сівозмінної площі. Перед закладанням досліду вносили вапно з розрахунку 0,7 дози від повної гідролітичної кислотності (2,5 т/га).

При вирощуванні льону-довгунця ефективність азотних добрив вивчали у дозах: 0, 15, 30, 45, 60 та 75 кг/га д. р.; фосфорних і калійних: 0, 30, 60, 90, 120 та 150 кг/га д. р., які вносили в різних сполученнях згідно зі схемою досліду. Мінімальна доза повного мінерального добрива в досліді становила N₁₅P₃₀K₃₀, максимальна – N₇₅P₁₅₀K₁₅₀. Фосфорні (P_{с.р.})¹ та калійні (K_x)² добрива вносили під основний обробіток ґрунту. Азотні (N_{аа})³ застосовували під передпосівний обробіток ґрунту. Вміст у гної основних елементів

¹ P_{с.р.} – суперфосфат гранульований;

² K_x – калій хлористий;

³ N_{аа} – аміачна селітра.

живлення: N – 0,40-0,52 %; P₂O₅ – 0,29-0,38 %; K₂O – 0,41-0,62 %. Строки внесення гною – восени під оранку. Технологія вирощування – рекомендована для зони (характеристика наведена у досліді 1). Сорт льону – К-6.

Дослід 7. Продуктивність рослин льону-довгунця за різних строків внесення мінеральних добрив (1986-1988 рр.)

1. Без добрив (контроль);
2. N₄₅P₉₀K₉₀ – весною під культивуацію;
3. N₆₀P₁₂₀K₁₂₀ – весною під культивуацію;
4. P₉₀K₉₀ – під оранку + N₄₅ весною під культивуацію;
5. P₁₂₀K₁₂₀ – під оранку + N₆₀ весною під культивуацію;
6. P₄₅K₄₅ – під оранку + N₄₅P₄₅ під культивуацію восени + N₄₅ весною;
7. P₆₀K₆₀ – під оранку + P₆₀K₆₀ під культивуацію восени + N₆₀ весною;
8. P₆₀K₆₀ – під оранку + N₄₅P₃₀K₃₀ весною під культивуацію;
9. P₈₀K₈₀ – під оранку + N₆₀P₄₀K₄₀ весною під культивуацію.

В експерименті мінеральні добрива використовували у вигляді аміачної селітри (N – 34,4 %), простого гранульованого суперфосфату (P₂O₅ – 20 %), хлористого калію (K₂O – 60 %). При цьому було застосовано два рівні мінерального живлення (N₄₅P₉₀K₉₀ і N₆₀P₁₂₀K₁₂₀, тобто доза збільшена на 33 %) з однаковим співвідношенням N:P:K=1:2:2. Добрива вносили в два строки – восени та весною одноразово або роздрібно під основний і передпосівний обробіток ґрунту.

Попередник – ярий ячмінь. Площа посівної ділянки – 66 м², облікової – 50 м². Повторність – 4-разова. Сорт – К-6. Норма висіву – 25 млн шт./га схожих насінин. Загальна технологія вирощування – рекомендована для зони (характеристика наведена у досліді 1).

Дослід 8. Закономірності росту та розвитку рослин льону і врожайність льонопродукції за поєданого застосування вуглеамонійної солі й стимуляторів росту (1999-2001 рр.)

1. Без добрив (абсолютний контроль);
2. P₁₀K₃₀ – локальне передпосівне внесення в ґрунт – фон РК;
3. Фон РК + N₃₀ (аміачна селітра – АС) в ґрунт перед посівом;
4. Фон РК + N_{6,8} АС розчин позакоренево у фазі швидкого росту, внесення разом з пестицидами (протизлаковий гербіцид Шогун – 0,9 л/га + фунгіцид Альет – 1 кг/га за препаратом) у фазі швидкого росту рослин льону;
5. Фон РК + N_{6,8} ВАС розчин позакоренево у фазі швидкого росту + пестициди аналогічно вар. 4;
6. Фон РК + N_{6,8} ВАС + Емістим С (5 мл/га) + пестициди аналогічно вар. 4;
7. Фон РК + N_{6,8} ВАС + Агростимулін (10 мл/га) + пестициди аналогічно вар. 4.

ВАС, як добриво, зареєстровано Держхімкомісією України ТУУ 113-05-1128332-15-92. За хімічним складом ВАС є сполукою бікарбонату амонію – NH₄HCO₃ (99 %) та карбонату амонію – (NH₄)₂CO₃ (1 %), містить 17 % азоту та 50 % CO₂. Добрива вносили в дозі N_{6,8-30}P₁₀K₃₀ – фосфорно-калійні навесні під передпосівний обробіток ґрунту. Аміачна селітра в дозі N₃₀ теж вносились навесні розкидним способом під передпосівний обробіток ґрунту. Передпосівний обробіток полягав у неглибокому розпушенні ґрунту зчіпкою з важких БЗТС-1,0 і середніх БЗСС-2,0 борін в 2-4 сліди. Інші азотні добрива вносились навесні позакоренево згідно зі схемою дослідів. Обробка посівів сумішшю проводилася на початку фази швидкого росту рослин. Дози стимуляторів встановлені за рекомендацією розробника – Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України.

Площа посівної ділянки – 51,5 м², облікової – 25 м². Повторність – 4-разова. Сорт – Чарівний. Норма висіву – 22 млн шт./га схожих насінин. Попередник – овес (після хрестоцвітого сидерату).

Дослід 9. Вплив системи органо-мінерального удобрення за різних умов захисту на формування, ріст та розвиток льону-довгунця (схема 2х6х6) – 1994-1997 рр.

Фактор А – фон хімічного захисту

1. Без внесення гербіцидів.
2. Препарат № 1 (75 г/га – аналог препарату «Хардин») у фазі “ялинки” + грамініцид Шогун (1,2 л/га) + 200 л/га робочої рідини.

Фактор В – органічні добрива

1. Загортання у ґрунт стерні попередника (контроль).
 2. Внесення восени під оранку 3 т/га соломи попередника (ярий ячмінь)*.
 3. Проміжний сидерат (редька олійна – сидерат 1) – загортання зеленої біомаси під оранку**.
 4. Підсівний сидерат (пажитниця однорічна – сидерат 2) – загортання зеленої біомаси під оранку***.
 5. Сумісне внесення – біомаса сидерату 1 + солома попередника.
 6. Сумісне внесення – біомаса сидерату 2 + солома попередника.
- * 26 ц/га повітряно-сухої речовини (п.с.р.); ** норма висіву – 25 кг/га, 24 ц/га п.с.р.; *** норма висіву – 10-12 кг/га, 45 ц/га п.с.р.

Фактор С – мінеральні добрива

1. Без добрив (контроль).
2. P₅₀K₉₀ – під оранку + N₃₀ – під передпосівний обробіток ґрунту + P₁₀ – при сівбі у рядки (загальнорекомендований варіант – еталон).
3. N₁₅P₃₀K₄₅ (50 % дози еталону) – весною під передпосівний обробіток ґрунту.
4. N₁₃P₁₃K₁₃ (нітроамофоска, 22 % дози еталону) – локально (10-12 x 15 см) весною до посіву льону.
5. Фоліферт супер* – 10 кг/га (6 % дози еталону) – позакореневе обприскування посівів у фазі “ялинки”.
6. N₂₆₋₃₅K₅₈₋₇₇ – розрахунково-балансова доза (азотні добрива весною під передпосівний обробіток ґрунту, калійні – під оранку)**.

* Фоліферт супер – комплексне добриво виробництва фірми “Агролітц” (Австрія), аналог вітчизняного препарату “Карпати”,

містить : 16 % N, 5 % P₂O₅, 5 % K₂O, 7 % MgO, 0,25 % B, 0,10 % Mn, 0,05 % Cu, 0,20 % Fe, 0,05 % Mo.

** Фосфорні добрива не вносяться, у зв'язку з високим вмістом фосфору у ґрунті дослідної ділянки.

Попередник – ярий ячмінь. Хрестоцвітій сидерат висівається після збирання попередника, злаковий – одночасно з посівом попередника. Восени система зяблевого обробітку ґрунту складається з двох взаємопов'язаних між собою ланок – загортання зеленої маси сидератів та соломи дисковими знаряддями й наступної оранки. Весняний обробіток ґрунту – рекомендований для зони (характеристика наведена у досліді 1). Сорт – Томський 16. Норма висіву насіння – 25 млн шт./га схожих насінин. Площа посівної ділянки – 69,5 м², облікової – 25 м². Повторність – 4-разова.

Дослід 10. Вплив біостимуляторів при передпосівній обробці насіння на врожайність льону-довгунця (1996-1998 рр.)*

1. Контроль – без стимуляторів.
2. Емістим С – 10 мл/т.
3. Емістим С – 15 мл/т.
4. Емістим С – 20 мл/т.
5. Агростимулін – 10 мл/т.
6. Агростимулін – 20 мл/т.
7. Триман – 10 г/т.
8. Триман – 20 г/т.
9. Протон – 20 мл/т.
10. Метіур – 10 г/т.

* Дози та регламент застосування узгоджені з замовником (виробником препаратів).

Дослід 11. Особливості росту і розвитку рослин льону-довгунця та їх продуктивність за позакореневого застосування біостимуляторів (1996-1998 рр.)*

1. Контроль – без стимуляторів (обприскування водою) – повні сходи.
2. Емістим – 5 мл – повні сходи.
3. Агростимулін – 5 мл – повні сходи.
4. Агростимулін – 10 мл – повні сходи.
5. Емістим – 5 мл – фаза “ялинки”.
6. Протон – 10 мл – фаза “ялинки”.
7. Вогник – 10 мл – фаза “ялинки”.
8. Триман – 5 г – фаза “ялинки”.
9. Емістим – 5 мл – фаза бутонізації.

* Дози та регламент застосування узгоджені з замовником (виробником препаратів).

Характеристика офіційно зареєстрованих у досліджуваних регіонах регулюючих препаратів наступна.

Емістим С (ТУ У 88.264.021. – 95) – біостимулятор росту рослин широкого спектру дії – продукт біотехнологічного вирощування грибів-епіфітів з кореневої системи лікарських рослин. Прозорий безбарвний водно-спиртовий 60 %-ний розчин. Містить збалансований комплекс фітогормонів ауксинової, цитокінінової природи, амінокислот, вуглеводів, жирних кислот, мікроелементів. Спрямованість дії – збільшення енергії проростання і польової схожості насіння, стійкості рослин до хвороб і стресових факторів: високих і низьких температур, посухи, фітотоксичної дії пестицидів тощо.

Агростимулін (ТУ У 88.264.037-97) – комплекс регуляторів росту природного походження і синтетичних аналогів фітогормонів (д.р. N-оксид 2,6-диметилпіридин, Емістим С). Прозорий безбарвний водноспиртовий розчин. Спрямованість дії – збільшення стійкості рослин до вилягання, хвороб, стресових факторів.

Триман (ТУ У 142861-12.001-2000) – (аква-N-оксид-2-метилпіридин марганець (II) хлорид), містить ≈ 98 % д.р. і являє собою дрібні кристали від світло-сірого до рожевого кольору зі слабким специфічним запахом, добре розчиняється у воді.

За санітарно-гігієнічною класифікацією ці препарати належать до малотоксичних речовин третього і четвертого класів (ГОСТ 12.1.007-76).

Метіур, Вогник, Протон – експериментальні перспективні препарати, рекомендовані розробником без надання технічних регламентів.

Попередник – озима пшениця. Сорт – Томський 16. Норма висіву насіння – 25 млн шт./га схожих насінин. Доза добрив: P₆₀K₉₀ – під основний обробіток ґрунту восени, N₃₀ – весною під передпосівний обробіток. Насіння стимуляторами обробляється перед посівом, позакоренево – рослини, згідно зі схемою дослідів. Облікова площа ділянок – 25 м², повторність дослідів – чотириразова.

Дослід 12. Вплив ад'юванту Енпосану на ефективність застосування гербіцидів та урожайність льону-довгунця (2003-2005 рр.)

1. Контроль (без гербіцидів).
2. Льонок* – 10 г/га (загальнорекомендований варіант).
3. Льонок – 8 г/га.
4. Льонок – 6 г/га.
5. Льонок – 6 г/га + 2 л/га Енпосану.
6. Льонок – 6 г/га + 3 л/га Енпосану.
7. Кросс** – 140 г/га (еталон).
8. Кросс – 80 г/га + 2 л/га Енпосану.

* 85 % в.г. калієвої солі хлорсульфурону.

** Водний розчин – хлорсульфурон – 55 г/л + хлорсульфоксим – 109 г/л.

Енпосан – вітчизняний ад'ювант (біодеградабельний екзополісахарид мікробного походження) для робочих розчинів гербіцидів.

Технологія вирощування льону – рекомендована для зони (характеристика наведена у досліді 1). Попередник – ярий ячмінь, розташований після сидерального пару (люпин вузьколистий +

редька олійна). Сорт – Чарівний. Норма висіву – 22 млн шт./га схожих насінин. Рослини льону обробляються робочими розчинами у фазі “ялинки”. Площа облікової ділянки – 25 м², повторність – 4-разова.

Дослід 13. Вплив біологічного препарату Мікрогуміну на ріст, розвиток і продуктивність рослин льону-довгунця (2003-2005 рр.)

1. N₂₁P₄₂K₆₃ (фон) – без застосування мікробного препарату – контроль*.

2. Фон + передпосівна обробка насіння Мікрогуміном (ТУ У 24.1-00497360-007:2008).

Характеристика препарату. Сипуча, однорідна волога маса темно-коричневого кольору. До складу Мікрогуміну входить спеціально підготовлений торф із розмноженими в ньому бактеріальними клітинами. Крім бактеріальних культур, препарат містить фізіологічно активні речовини біологічного походження, мікроелементи в хелатній формі та макроелементи. Залежно від виду сільськогосподарської культури до складу біопрепарату входять специфічні асоціативні азотфіксуючі бактерії, фосформобілізуючі мікроорганізми. Препарат безпечний для людини та навколишнього середовища.

Спосіб застосування. На одну гектарну норму насіння витрачається 200 г препарату. Препарат використовується для передпосівної інокуляції насіння шляхом механізованої або ручної обробки посівного матеріалу. Бактеризація проводиться в день посіву, або за 1-2 дні до використання. Біопрепарат розводять у воді (у розрахунку 2 % води від ваги гектарної дози насіння).

Технологія вирощування – рекомендована для зони (характеристика наведена в досліді 1). Сорт – Чарівний. Норма висіву – 22 млн шт./га схожих насінин. Площа облікової ділянки – 25 м², повторність – 4-разова.

* Рекомендована зональна доза мінеральних добрив – N₃₀P₆₀K₉₀ зменшена на 30 %, до N₂₁P₄₂K₆₃.

Дослід 14. Вплив інокуляції насіння мікробним препаратом Поліміксобактерином на ріст, розвиток та продуктивність льону-довгунця (схема 2x4) – 2006-2008 рр.

Фактор А – фони з мікробним препаратом

1. Без інокуляції насіння.
2. З передпосівною інокуляцією насіння.

Фактор В – дози мінеральних добрив

1. N₀P₀K₀.
2. N₂₀P₂₀K₂₀.
3. N₆₀P₆₀K₆₀.
4. N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀.

Характеристика препарату. Поліміксобактерин створений на основі бактерій *Paenibacillus polymyxa* KB, які мають наступні властивості: продукують у зовнішнє середовище органічні кислоти, що є основним чинником розчинення важкодоступних мінеральних фосфорних сполук, внаслідок чого рослини в процесі свого розвитку одержують додаткове живлення фосфором із ґрунтових резервів; продукують стимулятори росту рослин, вітаміни групи В; стійкі до пестицидів (Вітавакс 200, Вітавакс 200ФФ, Максим 025 FS, Круїзер 350 FS); не втрачають життєздатності, перебуваючи на насінні протягом кількох місяців, що дає змогу поєднувати бактеризацію з протруєнням насіння та інокулювати його заздалегідь. Препарат безпечний для людини й навколишнього середовища і являє собою рідину коричневого кольору зі специфічним запахом, у якій містяться спори бактерій.

Спосіб застосування. Препарат використовується для завчасної обробки насіння. Обробка насіння льону проводиться шляхом замочування робочою сумішшю, яка повинна становити 1 % від ваги насіння. На гектарну норму висіву насіння льону робоча суміш становить 1500 мл, в яку входять захисно-стимулюючі речовини, 1350 мл води, 15 г NaKMЦ (прилипач) – попередньо розчиняють у воді, яка входить до складу робочої суміші, 150 мл рідкого бактеріального препарату. Оброблене біопрепаратом насіння має

бути захищеним від попадання прямого сонячного проміння для збереження бактерій.

Технологія вирощування – рекомендована для зони (характеристика наведена у досліді 1). Попередник – овес після сидерального пару (люпин вузьколистий + редька олійна). Сорт – Глінум. Норма висіву – 22 млн шт./га схожих насінин. Площа посівної ділянки – 60 м², облікової – 25 м². Повторність – 4-разова. Мінеральні добрива у вигляді нітроамофоски вносяться під передпосівний обробіток ґрунту.

Дослід 15. Вивчення генотипової чутливості різних сортів льону олійного до вирощування в умовах Лівобережного Полісся (2006-2008 рр.)

Фактор А – сорти льону олійного

Характеристика сортів наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика сортів льону олійного

Сорт	Країна, оригінатор	Висота рослин, см	Вегетаційний період, днів	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, т/га	Вміст олії, %
Дебют	Україна, ІОК	57-58	84-86	7,8-8,1	1,7-1,9	46-47
Південна ніч	Україна, ІОК	52-55	84-86	7,9-8,2	1,6-1,8	44-46
Айсберг	Україна, ІОК	54-57	86-88	7,6-8,0	1,8-2,0	47-49
Золотистий	Україна, ІОК	66-65	88-90	7,4-8,0	1,8-2,3	48-49,5
Орфей	Україна, ІОК	55-60	87-89	7,7-8,0	1,5-2	47-48
Байкал	Франція, Laboulet Semences	68	100-102	6,7	3,30	43-47
Урал	Франція, Laboulet Semences	65	98	7,9	3,29	45-47

Фактор В – дози мінеральних добрив

1. $N_0P_0K_0$.
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$.
3. $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Фосфорно-калійні добрива вносили восени, азотні – весною. Площа посівної ділянки – 60 м², облікової – 25 м². Повторність – 4-разова.

Дослід 16. Вивчення генотипової чутливості різних сортів льону олійного до інокуляції насіння мікробним препаратом Поліміксобактерином (ПМБ) при вирощуванні в умовах Лівобережного Полісся (схема 2x7), 2008-2010 рр.

Фактор А – мікробний препарат

1. Без інокуляції насіння.
2. Інокуляція насіння ПМБ.

Фактор В – сорти льону олійного

Характеристика сортів наведена в таблиці 2.3.

Дослід 17. Вивчення ефективності інокуляції мікробними препаратами льону-довгунця залежно від фону мінерального живлення (схема 3x5), 2008-2010 рр.

Фактор А – мінеральні добрива

1. $N_0P_0K_0$ – фон 1 (контроль).
2. $N_{15}P_{30}K_{45}$ – фон 2.
3. $N_{30}P_{60}K_{90}$ – фон 3.

Фактор В – варіанти інокуляції мікробними препаратами

1. Без інокуляції.
2. Поліміксобактерин (ТУ У 24.1 – 00497360 – 004:2009).
3. Азотобактерин.
4. Біополіцид (БСП).
5. Комплекс 3-х препаратів.

Фосфорно-калійні добрива вносили восени, азотні – весною. Повторність – 4-разова. Площа посівної ділянки – 60 м², облікової –

25 м². Сорт Глінум, норма висіву насіння – 22 млн шт./га. Технологія вирощування – типова для Лівобережного Полісся.

Дослід 18. Вивчення ефективності комплексного застосування бактеризації та стимуляторів росту рослин за вирощування льону-довгунця (схема 2х3), 2008-2010 рр.

Фактор А – інокуляція насіння

1. Фон 1 – без бактеризації насіння.
2. Фон 2 – бактеризація Поліміксобактерином.

Фактор В – стимулятори росту рослин (СРР)

1. Без СРР (контроль 2).
2. Біолан (Агроемістим екстра, ТУ У 24.2-31168762-001-2005).
3. Агростимулін (ТУ У 88.264.037-97).

Стимулятори росту рослин застосовували шляхом обприскування посівів у фазу “ялинки” робочим розчином: вода 200 л/га; Біолан – 15 мл/га; Агростимулін – 15 мл/га. Обприскування посівів проводили одночасно із внесенням гербіцидів у загальних бакових сумішах. Усі інші методичні параметри аналогічно досліді 16.

Характеристика сорту Глінум. Оригінатор – дослідна станція луб’яних культур Інституту сільського господарства Північного Сходу НААНУ (м. Глухів). Середньостиглий, високоволокнистий. Вегетаційний період – 75-80 діб. Вміст волокна у стеблах – 28-30 %. Урожайність: соломи – 6-8 т/га, волокна – 1,7-2,4 т/га, насіння – 0,7-0,8 т/га. Стійкість до вилягання та хвороб – середня. Показники якості волокна: розривне навантаження – 18-20 даН; лінійна щільність – 5,5-7,0 текс; гнучкість – 40-50 мм; розрахункова добротність пряжі – 12,0-13,5 км. Сорт занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Дослід 19. Вивчення ефективності комплексного застосування бактеризації та ріст стимуляторів при вирощуванні льону-довгунця залежно від фону мінерального живлення (схема 5х9), 2011-2013 рр.

Фактор А – норми мінеральних добрив та біодеструктор

1. Без добрив та біодеструктора (контроль 1).
2. N₁₅P₃₀K₄₅ (половинна доза).
3. N₃₀P₆₀K₉₀ (повна доза).
4. N₁₅P₃₀K₄₅ + біодеструктор + біоприлипач.
5. N₃₀P₆₀K₉₀ + біодеструктор + біоприлипач.

Фактор Б – біоприлипач та біокомплекси

1. Без біопрепаратів (контроль 2).
2. Біолан + Липосам (позакоренево) у фазі “ялинки”.
3. Азотофіт-р + Липосам (інокуляція).
4. Азотофіт-р + Липосам (інокуляція) + Біолан (позакоренево).
5. Фітоцид-р + Липосам (інокуляція).
6. Фітоцид-р + Липосам (інокуляція) + Біолан (позакоренево).
7. Азотофіт + Фітоцид (інокуляція) + Липосам (інокуляція).
8. Азотофіт + Фітоцид + Липосам (інокуляція) + Біолан (позакоренево).
9. Азотофіт-р + Фітоцид-р + Липосам (інокуляція) + Біолан + Нью-Филм-17 (позакоренево).

Повторність в дослідах – чотириразова, площа посівної ділянки 16 м², облікової – 10 м². Технологія вирощування льону – рекомендована для зони [82]. Попередник – озиме жито. Сорт льону – Гладіатор.

Характеристика сорту Гладіатор. Оригінатор – дослідна станція луб’яних культур ІСГ ПС НААН, м. Глухів. Вегетаційний період – 68-77 діб, вміст волокна – 28,3-31,7 %, вихід довгого волокна – 20,3-31,7 %. Урожайність: соломи – 7,0-8,5 т/га; насіння – 0,7-0,9 т/га. Показники якості волокна: розривне навантаження – 20,5-21,9 даН; гнучкість – 50,0-57,2 мм; середній номер довгого волокна – 14,0; стійкість до вилягання 4,4-4,8 балу (з 5-ти балів). Уражуваність хворобами: фузаріоз – 62,6-68,0 %; антракноз – 45,0-51,0 %. Сорт занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Загальна характеристика препаратів. Біолан (Агроемістим – екстра, ТУ У 24.2 – 31168762-001-2005). Регулятор широкого спектру дії. Препарат є продуктом біологічного походження.

Біоактиватор Азотофіт-р (посвідчення про державну реєстрацію: серія А № 01397). ТУ У 24.1 – 30165603-014:2006. Рідина від кремового до коричневого кольору зі слабким специфічним запахом. Біопрепарат, діючою основою якого є клітини природних азотфіксуючих бактерій *Azotobacter chroococcum* та їх активні метаболіти: фітогормони, вітаміни, фунгіциди, макро- і мікроелементи.

Біоактиватор має рістстимулюючі та фунгіцидні властивості за рахунок здатності активно фіксувати молекулярний азот атмосфери, переводячи його в доступну рослинам форму. Біоагент цього препарату може синтезувати рістстимулюючі речовини – нікотинову кислоту, пантотенову кислоту, піридоксин, біотин, гетероауксин, гібереліни тощо; виділяти фунгіцидні речовини, які пригнічують ріст фітопатогенної мікрофлори; продукувати метаболіти, здатні розчиняти важкорозчинні фосфати ґрунту. Призначений для передпосівної обробки насіння. Сумісний з іншими препаратами для захисту рослин та живлення, що дає можливість зменшити кількість обробок. Безпечний для людини, тварин, комах.

Біопрепарат Фітоцид-р (посвідчення про державну реєстрацію: серія А № 01396). ТУ У 24.1 – 30165603-017:2007. Рідина світло-коричневого або коричневого кольору зі слабким, специфічним запахом. Діючою основою біопрепарату є клітини природних ендодітних бактерій *Bacillus subtilis*, їхні активні метаболіти і джерела живлення бактерій. Препарат має антимікробні та рістстимулюючі властивості, завдяки здатності мікроорганізмів *Bacillus subtilis* активно заселяти всі тканини рослини, протидіючи проникненню збудників хвороб, та продукувати біологічно-активні речовини – вітаміни, амінокислоти, органічні кислоти тощо. Препарат забезпечує довготривалий захисний ефект в обмеженні розвитку грибових та бактеріальних хвороб. Призначений для передпосівної

обробки насіння. Сумісний з іншими препаратами захисту та живлення. Безпечний для людини, тварин, комах. Загальне число життєздатних мікроорганізмів $(1-9) \times 10^9$ КУО/см³. Передозування не порушує розвиток рослин.

Липосам (біоклей, I група) – гель від безбарвного до світло-сірого кольору, у водному розчині – біоколоїд. Являє собою липкогенну композицію біополімерів (полісахаридів) природного походження з прилиплюючими, плівкоутворюючими та вологоутримуючими властивостями. Застосовується сумісно з препаратами живлення та захисту рослин для передпосівної обробки насіння та при обприскуванні рослин у період вегетації. Препарат екологічно безпечний для людей, тварин та комах, про що свідчать висновки державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-04/9210 від 26.02.2007 р.

Біодеструктор стерні – комплексний за складом та багатофункціональний за дією мікробний препарат. Діючою основою є активні ґрунтові мікроорганізми – бактерії-антагоністи патогенних для рослин грибів і бактерій, фосфатмобілізуючі ґрунтові бактерії, природні ендofітні та ґрунтові азотфіксуєчі бактерії, інша корисна мікрофлора – молочнокислі бактерії, продуценти целюлоз та інших ферментів, продукти життєдіяльності мікроорганізмів: біофунгіциди, фітогормони, ферменти, вітаміни, амінокислоти, мікро- і макроелементи. Препарат призначений для обробки стерні та ґрунту після збирання культур, а також сидератів безпосередньо перед дискуванням або оранкою. Біодеструктор стерні відповідає санітарно-гігієнічним нормам, не потребує використання захисних засобів, не забруднює навколишнє середовище. Розкладання решток – не єдине призначення біодеструктора. Його використання запобігає утворенню токсичних продуктів при некерованому процесі розкладання органіки, що може відбуватися під час гниття.

Особливості застосування регуляторів росту рослин та мікробних препаратів. Регулятори росту рослин застосовують у вигляді водних робочих розчинів, які готуються в день їхнього

використання. Робочий розчин необхідно ретельно перемішувати. Для обприскування посівів у період вегетації використовують штангові обприскувачі. Об'єм води для робочого розчину становить 200-300 л/га. Найефективнішими термінами обприскування є ранкові години до 10-ї години і вечірні – після 17-ї години. Не допускається обробка рослин наземною апаратурою при швидкості вітру понад 4 м/с.

Мікробні препарати. Головна вимога до передпосівної обробки насіння біопрепаратами – забезпечення їхнього рівномірного розподілу по всій масі насіння, а також максимальне скорочення часу від обробки до висівання насіння в ґрунт. Інокуляція проводиться в день посіву або напередодні. Суспензію готують із розрахунку на відповідну масу насіння і перемішують з нею без відстоювання. Обробку насіння необхідно проводити у затінку, уникаючи дії прямих сонячних променів. Обробка насіння льону проводиться шляхом змочування робочою сумішшю, яка повинна становити 1 % від ваги насіння.

Азотофіт-р – бактеризація насіння проводиться робочою сумішшю з нормою витрати препарату 700 мл/т.

Після бактеризації насіння просушують шаром 7-10 см до повітряно-сухого стану та висівають через 4-8 годин.

Фітоцид-р – норма витрати препарату при передпосівній обробці насіння льону – 2 л/т. Технічні вимоги до обробки – аналогічні з препаратом Азотофіт-р.

Липосам – використовують у вигляді водного розчину. Розчинення проводять поетапно. Нормовану кількість препарату попередньо розчиняють у воді (приблизно 1:1) в окремій ємності, потім поступово додають ще 3-4 об'єми води при постійному перемішуванні до досягнення однорідності розчину. Отриманий розчин Липосаму використовують для приготування бакового (кінцевого) розчину. Норма витрати при позакореновому використанні дорівнює 2 л/га + 200 л/га води. При передпосівній обробці насіння – 200 мл/т.

Біодеструктор – для обробки 1 га поля необхідно від 1,0 до 3,0 л препарату, залежно від структури ґрунту та кількості рослинних решток. Враховуючи вміст азоту в рослинних рештках, що підлягають обробці, додають 10-30 кг аміачної селітри або сечовини. Ґрунт після обробки дискують.

Біолан – при обробці насіння норма витрати становить 20 мл/т, обприскуванні рослин – 15 мл/га.

Враховуючи, що поєднання в одному технологічному процесі мікробних препаратів, стимуляторів росту рослин, мікроелементів тощо небажане, бо результати такого поєднання непередбачувані, оскільки надмірна кількість фізіологічно активних речовин може призвести до гербіцидного ефекту. Тому використання регуляторів росту є цілком доцільним або окремо, або по завчасно бактеризованих рослинах, що вегетують. По-перше, в цьому випадку, крім розбавлення сумарної концентрації стимулюючих речовин у часі, їхня дія буде спрямована на активізацію діяльності рослинно-бактеріального симбіозу або асоціації, які сформовані за участю активних штамів. По-друге, стимулюючий ефект при цьому подовжується за рахунок рістстимуляторів і припадає саме на час активного росту й розвитку рослин, що повинно сприяти росту продуктивності культури, а також протистояти можливим стресовим погодним факторам.

Мультифункціональний ад'ювант «Нью-Филм-17» – це плівкоутворюючий ад'ювант, який дозволяє препаратам краще утримуватись на оброблених поверхнях. Нью-Филм-17® може використовуватися з фунгіцидами, інсектицидами, гербіцидами, регуляторами росту та мікробними препаратами. Складається з рослинного полімеру піноліну (що має натуральне походження) та 4 % емульгатора. Це не іонний сурфактант. Препарат пом'якшує воскову кутикулу листка (не руйнує її), що сприяє проникненню системних препаратів через кутикулу в рослину. Норма внесення – 0,1 л/га.

Дослід 20. Вплив технологічного фактору на врожайність і якість льону-довгунця при вирощуванні в умовах Лівобережного Полісся (схема 2 x 2 x 2 x 5), 1990-1993 рр.

Фактор А – способи механізованого збирання (рис. 2.1):

1. Пряме комбайнування у фазі жовтої стиглості. Збирання здійснюється за допомогою льонокомбайну ЛК-4А, тракторного причепу 2 ПТС-4М, ворохорозробної машини МВ-2,5А, обертача соломи ОСН-1, а за частих дощів – підбирача-порцієутворювача ПНП-3.

2. Роздільне збирання у фазі ранньої жовтої стиглості шляхом розстилання стрічок на полі льонобралкою ТЛН-1,5. Упродовж 5-10 днів, залежно від погодних умов, відбувається досягання насіння і його природне висушування до вологості 10-12 %. Обмолочування насіння з одночасним обертанням стрічки здійснюється підбирачем-молотаркою ПМЛ-1. Сухе насіння з поля направляється на зберігання і подальшу дробку до посівних кондицій.

Фактор В – сорти

1. Томський 16 – ранньостиглий (вміст волокна 26 %, потенційна врожайність: волокна – 1,3 т/га, насіння – 0,6 т/га).

2. Київський – середньоранній (вміст волокна 24 %, потенційна врожайність: волокна – 1,6 т/га, насіння – 0,7 т/га).

Фактор С – способи хімічного захисту рослин

1. Загальноприйнятий: протруєння насіння перед посівом ТМТД (3 кг/т) + обприскування посівів у фазі “ялинки” гербіцидом Базагран М (3 л/га).

2. Інтенсивний: протруювання насіння сумішшю ТМТД (1,5 кг/т) + Фундазол (1,5 кг/т) + борна кислота (1,3 кг/т); обробіток проти блохи Бі-58 (0,5 л/га); обприскування у фазі “ялинки” Базаграном М (3 л/га) + у фазі швидкого росту фунгіцидом Купрозан (3 кг/га) + ретардант Кампозан М (1 л/га); десикація посівів на початку ранньої жовтої стиглості препаратом Раундап (2 л/га) + 200 л/га робоча рідина – проводиться на фоні прямого комбайнування.

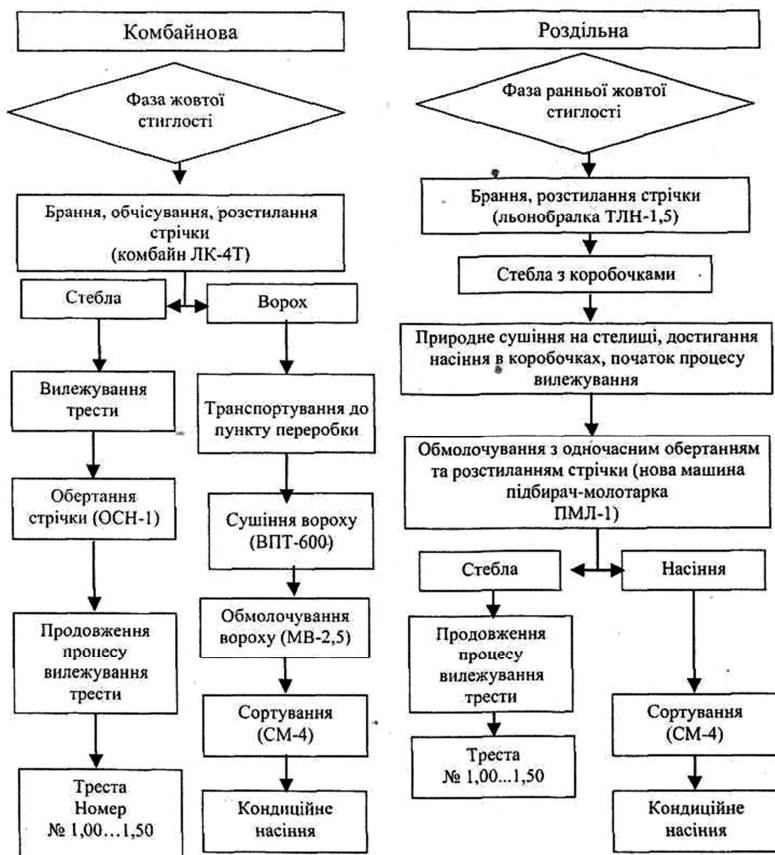


Рис. 2.1. Схеми технологій збирання льону-довгуця

Фактор Д – варіанти мінерального живлення

1. Без добрив (контроль).
2. $P_{50}K_{90}$ під основний обробіток ґрунту + N_{30} під передпосівний обробіток ґрунту + P_{10} при сівбі в рядки – загальноприйнятій.
3. Те ж, що і вар. 2, але азот у дозі N_{45} вноситься роздільно: N_{15} під передпосівний обробіток ґрунту + N_{15} у фазі “ялинки” + N_{15} у фазі швидкого росту.

4. $P_{43}K_{73}$ під основний обробіток ґрунту восени + $N_{17}P_{17}K_{17}$ (нітроамофоска) під передпосівний обробіток ґрунту.

5. $N_{13}P_{13}K_{13}$ (нітроамофоска) локально – 10-12x15 см під передпосівний обробіток ґрунту.

Попередник – ярий ячмінь. Система основного обробітку ґрунту проводилася по типу пізнього напівпару. Весняний обробіток ґрунту – загальнорекомендований (характеристика наведена у досліді 1). Норма висіву – 25 млн шт./га схожих насінин. Площа посівної ділянки – 100 м², облікової – 50 м². Повторність – 3-разова.

2.2. Агрометеорологічні умови

Агрокліматичні ресурси є одним із визначальних факторів формування урожаїв сільськогосподарських культур і в цілому результативності агропромислового виробництва. У географічному відношенні ґрунтово-кліматична зона Полісся розміщена в північній частині території України та становить 24,9 % земельного фонду України [83]. Саме велика протяжність території Полісся із заходу на схід зумовлює суттєву неоднорідність кліматичних умов, головними з яких є ресурси зволоження і тепла. Чернігівська область розміщена на крайній півночі Лівобережного Полісся. Площа її – 31,9 тис. км². Дві третини загальної території області припадає на поліську зону [81]. Загальна характеристика агрокліматичних ресурсів Лівобережного Полісся та Чернігівського району більш докладно наведена в додатках А1-А21.

Клімат регіону помірно теплий, м'який із достатнім зволоженням. Середньорічна температура повітря становить 5,7-6,6 °С. Середня температура повітря найхолоднішого місяця (січень) у регіоні становить -6,2...-7,6 °С, а найтеплішого (липень) – коливається в межах +18,4...+19,7 °С.

У регіоні випадає у середньому за рік 550-650 мм опадів. За останні десятиріччя спостерігається загальне потепління клімату з одночасним посиленням його контрастності. Почастішала тривалість

періодів як надмірного зволоження, так і не зовсім характерних для Полісся посушливих днів.

Такі тенденції в закономірностях зміни кліматичних умов потребують внесення відповідних корективів у технологічні операції вирощування сільськогосподарських культур [84]. В умовах регіону в окремі роки кількість опадів може значно відхилитись від середньорічного показника і коливатись у межах від 312-400 мм до 779-907 мм.

Дані аналізу результатів довгострокового лізиметричного досліджу, який проводиться в Чернігівському інституті АПВ НААН з 1972 року, показали, що по роках спостерігався нестійкий режим зволоження, типовий для умов Полісся. Щодо сезонного зволоження, то за цей відрізок часу, згідно з лізиметричними даними, за пізньоосінньо-зимовий період надходило з атмосфери в середньому 143 мм опадів або 26 % від річної норми, весняний – 110 мм або 20 %, літній – 233 мм або 41 %, восени – 67 мм або 13 % [85].

Максимальна кількість опадів характеризувала літні місяці – червень і липень, коли випадало відповідно 71,4 та 97,6 мм, або 13 та 18 % опадів від річної кількості. Коефіцієнт використання опадів на період сівби та за вегетаційний період в цілому для умов інституту становив 0,7.

Бездошові періоди тривалістю 10-20 днів повторюються доволі часто. Вірогідність їх за вегетаційний період становить 65-75 %. Вірогідність періодів без дощів тривалістю 21-30 днів у квітні-червні 25 %, у липні-вересні – 15 %. Більш значні бездошові періоди (понад 30 днів) повторюються один раз у 10-20 років.

Загалом у регіоні гідротермічний коефіцієнт, за Селяниновим, як комплексний показник оцінки кліматичного потенціалу в середньому за період активної вегетації сільськогосподарських культур становить 1,10 (з коливаннями від 0,42 до 1,90).

Аналіз умов зволоження за роки досліджень (з 1978 по 2008) показав, що кількість опадів за вегетаційний період льону-довгунця була на рівні середнього багаторічного показника або близькою до

нього у 1979, 1981, 1983, 1993-1995, 1998 та 2001 роках. До років з недостатнім ступенем зволоженості слід віднести 1982, 1985, 1986, 1989, 1991, 1992, 1996, 1999 та 2002-2008 роки; підвищеним – 1978, 1980, 1984, 1987, 1988, 1990, 1997 та 2000 роки.

Таким чином, за 31 рік проведених досліджень частота повторення посушливих явищ становила 48 % (15 років), з підвищеним зволоженням та близькими до середнього багаторічного показника відповідно по 26 % або по 8 років. Експериментальна робота загалом проводилася протягом 36 років.

Умови зволоження вегетаційного періоду льону-довгунця за всі роки досліджень наведено в таблиці 2.4.

У період сівби ранніх ярих культур запаси вологи в умовах Лівобережного Полісся частково перевищують величину граничної польової вологості (ГПВ) і становлять 175-195 мм у метровому шарі ґрунту та 35-45 мм в орному його шарі. ГПВ для ґрунтів зони в метровому шарі коливається від 165 до 185 мм.

Як відомо, оптимальні умови для сівби сільськогосподарських культур створюються при запасах продуктивної вологи в орному шарі (0-20 см) вище 25-30 мм [86, 87].

Вірогідність запасів вологи у шарі ґрунту 0-20 см, які не забезпечують сходів (до 10 мм), у зоні дорівнює нулю. У південно-східній частині зони вона сягає 20 %. У метровому шарі ґрунту вірогідність малих запасів вологи (до 80 мм) не перевищує 5 %.

Запаси продуктивної вологи 20-30 мм в орному шарі зберігаються до закінчення вегетації. Тому восени озимі та післязимні культури в основному задовільно забезпечені вологою.

Льон-довгунець особливо багато вологи потребує в період від сівби до цвітіння. Оптимальна вологість ґрунту в цей час становить 80 % від повної вологості.

Середні багаторічні зональні запаси продуктивної вологи у ґрунті за період вегетації льону становлять: у шарі ґрунту 0-10 см – 14 мм, з коливаннями від 9 до 22 мм; у шарі 0-100 см, відповідно 137 мм (96-177 мм). При цьому у період сівби в 55 % випадків у шарі ґрунту 0-

10 см міститься від 11 до 20 мм продуктивної вологи і тільки у 10 % випадків вологи буває 6-10 мм.

Таблиця 2.4 – Умови зволоження вегетаційного періоду льону-довгунця за роками досліджень, мм

Роки	місяці				сума опадів	Роки	місяці				сума опадів
	IV	V	VI	VII			IV	V	VI	VII	
1978	31,2	122,8	55,8	127,9	337,7	1994	35,4	49,0	70,1	48,7	203,2
1979	66,9	6,8	42,1	108,6	224,4	1995	56,9	90,7	69,2	26,5	243,3
1980	43,8	51,9	127,6	169,5	392,8	1996	24,4	30,6	59,6	40,2	154,8
1981	25,7	24,0	56,0	96,6	202,3	1997	64,7	33,6	74,4	189,7	362,4
1982	68,1	5,1	42,1	77,2	192,5	1998	124,8	27,5	34,9	104,9	292,1
1983	56,6	63,1	74,1	44,4	238,2	1999	25,6	65,3	31,7	32,9	155,5
1984	0	29,8	44,9	192,5	267,2	2000	27,4	64,6	31,6	207,2	330,8
1985	26,8	20,7	93,7	46,1	187,3	2001	71,3	24,6	110,9	10,0	216,8
1986	69,4	43,7	35,5	49,6	198,2	2002	15,9	29,5	19,4	21,9	86,7
1987	63,9	40,0	99,4	61,1	264,4	2003	10,2	48,3	22,6	22,7	103,8
1988	30,2	124,8	45,8	127,8	328,6	2004	24,2	45,5	1,0	85,6	156,3
1989	60,9	9,8	40,3	100,4	211,4	2005	18,9	18,3	89,9	15,1	142,2
1990	42,7	50,4	112,5	154,9	360,5	2006	10,0	68,9	58,4	59,5	196,8
1991	25,7	26,1	54,2	89,9	195,9	2007	8,6	58,3	43,0	77,4	187,3
1992	61,8	7,2	40,4	75,3	184,7	2008	53,4	41,7	32,4	37,2	164,7
1993	54,4	33,4	53,0	107,7	248,5	-	-	-	-	-	-
середня багато- річна	47	50	71	71	239	-	47	50	71	71	239

Середні багаторічні запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-100 см у період початку росту стебла – цвітіння коливаються від 119 до 156 мм, знижуючись на більш легких ґрунтах до 100 мм. Вірогідність недостатніх запасів вологи (40-80 мм) у шарі ґрунту 0-100 см у період «початок росту – цвітіння» буває не часто (10 %), а вірогідність добрих запасів вологи (вище 160 мм) спостерігається у 15 % випадків. Запаси продуктивної вологи у період «цвітіння –

зелена стиглість» бувають у межах 80-120 мм. Вірогідність запасів вологи вище 80 мм у метровому шарі ґрунту в цей період становить 55 % випадків.

Характеристика зонального термічного режиму має наступні параметри – стійкий перехід середньодобової температури через 0 °С (початок весни) в середньому в зоні відбувається на початку 3-ї декади березня. За середніми багаторічними даними кінець сніготанення припадає на другу – початок третьої декади березня. В окремі роки спостерігаються значні відхилення. Найбільш ранній схід снігу – перша декада лютого, найбільш пізній – 9-12 квітня. Відтавання ґрунту до глибини 30 см відбувається з 30 березня на півдні зони по 7 квітня на північному сході. Повне відтавання триває з 1 по 11 квітня, починаючи з південних районів зони.

Середні строки, коли ґрунт набуває м'якопластичного стану – перша декада квітня, на північному сході зони “визрівання” ґрунту триває до 15 квітня.

Вірогідність “визрівання” ґрунту в першій декаді квітня для більшої частини території зони становить 70-90 %. Майже одночасно з “визріванням” ґрунту відбувається перехід температури на глибині загортання насіння через 5 °С. Середні строки переходу температури ґрунту на глибині 10 см через 10 °С припадають на 3-ю декаду квітня, у північно-східній зоні – на початок травня.

Вегетаційний період більшості сільськогосподарських культур обмежений переходами навесні та восени середньодобової температури повітря через +5 °С і становить у регіоні 189-199 днів. На тривалість періоду вегетації впливають заморозки. В середньому по регіону заморозки в повітрі припиняються у третій декаді квітня, а восени – наприкінці вересня – першій декаді жовтня. Середня тривалість безморозного періоду в повітрі – від 153 до 173 днів. Тривалість безморозного періоду на ґрунті – 136-152 дні. В 1-й декаді травня ймовірність заморозків у повітрі й на ґрунті – 20-30 %.

Середні багаторічні значення ФАР у зоні становлять 2049 МДж/м² у рік і 1425 МДж/м² за період із температурою вище 10 °С, що дає змогу вирощувати всі районовані сорти та гібриди сільськогосподарських культур.

Умови термічного режиму повітря вегетаційного періоду льону-довгунця за роками досліджень наведено в таблиці 2.5.

Дані таблиці свідчать, що термічний режим повітря протягом вегетаційного періоду був близьким до середнього багаторічного показника у 1978, 1980, 1982, 1987, 1990, 1993 та 2004 роках. У 1979, 1981, 1983-1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1994-2003, 2005-2008 рр. він значно перевищував норму. Тому за 31 рік проведених досліджень частота повторення екстремальних температурних режимів повітря становила 1:3 або 24 роки (77 %).

Щодо окремих дослідів, де вплив гідротермічних умов вегетаційного періоду мав, на наш погляд, першочергове значення для росту та розвитку рослин льону-довгунця і льону олійного, наведено більш детальний аналіз цього фактору. Перш за все, це дослідження залежності оптимальних строків сівби культури від генотипу рослин та способу посіву (дослід 4, 1994-1996 рр.).

У кліматології прийнято стійкий перехід середньодобової температури повітря через 0 °С у бік потепління вважати за початок весни. Залежно від ходу наростання позитивних температур буває три типи весни: рання, середня та пізня [88, 89]. Середньобагаторічні дати стійкого переходу середніх добових температур повітря через 0 °С в умовах зони досліджень становлять: для ранньої весни – 14 березня, середньої – 20 березня, пізньої – 31 березня. Щодо дослідів 4, то в умовах експерименту це відбувалося, відповідно, в 1994 р. – 09.03, 1995 р. – 19.03, 1996 р. – 29.03, тобто за строками відповідало, згідно з роками, ранньому, середньому та пізньому типам весни.

Таблиця 2.5 – Сума активних (вище 5 °С) середніх добових температур повітря наростаючим підсумком на кінець місяця та вегетаційного періоду за роками досліджень, °С

Роки	місяці				± °С до середнього багаторічного показника	Роки	місяці				± °С до середнього багаторічного показника
	IV	V	VI	VII			IV	V	VI	VII	
1978	228	634	1132	1681	-30	1994	330	755	1262	1913	+203
1979	204	743	1370	1916	+206	1995	297	740	1358	2000	+290
1980	192	527	1058	1641	-69	1996	264	822	1359	1960	+250
1981	144	621	1245	1899	+189	1997	150	630	1176	1824	+114
1982	195	632	1136	1719	+9	1998	282	769	1345	1965	+225
1983	321	86954	1379	1977	+267	1999	339	717	1386	2108	+398
1984	267	775	1261	1810	+100	2000	384	833	1388	1952	+242
1985	282	800	1316	1877	+167	2001	324	733	1255	2080	+370
1986	300	793	1390	1976	+266	2002	285	803	1349	2090	+380
1987	129	569	1115	1719	+9	2003	195	803	1358	2059	+349
1988	243	692	1265	1947	+287	2004	255	655	1180	1803	+93
1989	300	771	1377	1981	+271	2005	324	870	1401	2071	+361
1990	276	719	1208	1788	+78	2006	294	771	1374	2062	+352
1991	276	694	1270	1936	+226	2007	375	933	1587	2319	+609
1992	252	723	1311	1925	+215	2008	321	774	1356	2035	+325
1993	225	740	1226	1790	+80	-	-	-	-	-	-
Середня багаторічна	175	611	1121	1710	-	-	175	611	1121	1710	-

Залежно від темпів наростання позитивних температур також розрізняють три типи весни: середню, дружню та затяжну. До середнього типу належить весна, в умовах якої на кінець першої декади травня сума позитивних середньодобових температур повітря становить 300-400 °С, до затяжної – менше 300 °С, до дружньої – більше 400 °С [89]. За роки досліджень підсумком на 10.05 сума позитивних температур становила: в 1994 р. – 438,2 °С, 1995 р. – 441,1 °С, 1996 р. – 435,5 °С, тобто спостерігався тип дружньої весни.

Тепловий режим ґрунту (середньодобова температура) на глибині 10 см за період від сівби до повних сходів на фоні 1-го строку був: в 1994 р. – 7,5 °С, 1995 р. – 4,8 °С, 1996 р. – 11,1 °С, а в середньому за три роки – 7,8 °С; на фоні 2-го строку, відповідно, 9,5 °С, 9,1 °С, 14,5 °С та 11 °С; на фоні 3-го – 9,3 °С, 8,9 °С, 14,6 °С та 10,6 °С.

Аналіз теплозабезпечення рослин та запасів вологи за період вегетації показав, що сума активних (вище за 5 °С) середніх добових температур повітря становила: в 1994 р. – 1309 °С, 1995 р. – 1396 °С, 1996 р. – 1315 °С при середній багаторічній нормі 1710 °С, тобто амплітуда коливань за роками перебувала в межах 77-82 % норми. Сума ефективних температур (вище за +10 °С) у ці роки дорівнювала, відповідно: 351 °С, 342 °С та 308 °С при нормі 427 °С (72-82 % норми). Середньозважені запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см були: в 1994 р. – 164 мм, 1995 р. – 172 мм, 1996 р. – 123 мм при багаторічному показнику – 137 мм, тобто діапазон коливань становив від 90 до 125 % норми.

Коефіцієнт варіації середньодобових температур повітря від норми за вегетаційний період у цілому за 3 роки дорівнював 126 % з коливаннями по строках висіву: 1-й – 121 % (від 110 до 125 % по роках), 2-й – 125 % (119-130), 3-й – 132 % (125-137). По опадах, відповідно – 88 %, 1-й – 85 % (53-102), 2-й – 94 % (66-111), 3-й – 85 % (62-105). За гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) – 77 %, 1-й – 69 % (48-84), 2-й – 83 % (59-106), 3-й – 81 % (60-94). Таким чином, більш близьким до середнобагаторічних гідротермічних показників в

умовах експерименту був 2-й строк сівби льону-довгунця. Принаймні це відбулося в 2 роки з трьох, тобто з вірогідністю 67 %.

Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду за роки проведення дослідів із вивчення ефективності комплексного позакореневого внесення азотних добрив і рістстимуляторів (дослід 8, 1999-2001 рр.) показав, що погодні умови були малосприятливими для рослин льону, а їхня мінливість – дуже значною по роках. Так, коефіцієнт варіації опадів (за період «посів – збирання») від середнього багаторічного показника становив у 1999 р. – 74 %, 2000 р. – 104 %, 2001 р. – 71 %. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) дорівнював відповідно 50, 71 та 51 % від норми. Сума ефективних температур ($t > +10\text{ }^{\circ}\text{C}$) становила 148, 147 та 140 % норми. Це підтверджується даними дисперсійного аналізу, який показав, що частка впливу погодного фактора на продуктивність культури в середньому за три роки становила по соломі 97,4 %, по насінню – 63,3 %.

Екстремальними погодними умовами також характеризувалися вегетаційні періоди вирощування льону при дослідженні ефективності застосування вітчизняних біостимуляторів з метою обробки насіння та вегетуючих рослин (досліди 10 та 11, 1996-1998 рр.). При цьому коефіцієнт варіації опадів від середнього багаторічного показника за період досліджень становив: у 1996 р. – 59 %, в 1997 р. – 153 %, в 1998 р. – 75 % при нормі 184,2 мм; середньодобової температури повітря відповідно – 109, 101 та 107 % при нормі 16,9 $^{\circ}\text{C}$; гідротермічного коефіцієнту (ГТК) – 63, 155 та 78 % при нормі ГТК 2,78; суми ефективних температур повітря вище 10 $^{\circ}\text{C}$ – 94, 99 та 95 % від норми 662,4 $^{\circ}\text{C}$. Таким чином, погодні умови вегетаційного періоду змінювалися в широкому діапазоні – від посушливих до надмірно зволжених.

Враховуючи значний вплив погодних умов на ефективність застосування гербіцидів (дослід 12, 2003-2005 рр.), для оцінки вегетаційних періодів, що аналізуються, приведемо більш детальну агрометеорологічну інформацію: коефіцієнт варіації опадів у 2003

році (за період «посів – збирання» – 97 днів) від середнього багаторічного становив за цей час 53,4 %, тобто сума опадів за вегетацію культури була 108,5 мм при нормі 203 мм; у 2004 р. (108 днів) – 82,5 %, відповідно 176 та 214,5 мм; у 2005 р. (73 дні) – 64,4 % або 108,2 мм проти 168 мм. Середньодобова температура повітря за вегетацію, відповідно по роках: 20,5 °C (+1,8 °C або 110 %); 17,2 °C (+0,8 °C або 104 %); 21,8 °C (+4,5 °C або 126 % норми). Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) дорівнював: 1,06 (43,4 %), 2,25 (77 %), 1,26 (40 %). Сума ефективних температур повітря ($t > +10$ °C) за вегетацію, відповідно дорівнювала: 1028,4 °C (123,5 %), 790,9 °C (108 %), 861,4 °C (161,6 %). Все це свідчить про значні відхилення параметрів погоди від середнього багаторічного показника.

Щодо окремих дослідів з льоном-довгунцем та льоном олійним за період 2006-2016 рр. (включаючи досліди 14-19), то характеристику агрокліматичних умов і їхній аналіз буде наведено безпосередньо при розгляді експериментального матеріалу.

Таким чином, значна варіабельність погодних факторів вимагає наукового обґрунтування робочих гіпотез та пошуку шляхів їхньої реалізації, які би включали систему заходів, що попереджують значне зниження потенційної продуктивності рослин льону при різних коливаннях гідротермічних параметрів протягом вегетаційного періоду.

2.3 Ґрунтові умови

Для ефективного застосування добрив потрібно, крім знання особливостей живлення рослин, мати чітке уявлення про ґрунт, його родючість і способи її підвищення [83, 90].

Полісся за площею займає 11,3 % сільськогосподарських угідь України. У загальній структурі орних земель Полісся дерново-підзолисті ґрунти становлять 66,7 %. Дерново-підзолистим ґрунтам властиві низька родючість, зумовлена незначним вмістом гумусу (0,7-

2 %), низький вміст валових форм макроелементів (азоту 0,05-0,08 %, фосфору 0,04-0,09 %, калію – 1,0-1,5 %), а також їхніх рухомих форм (P_2O_5 56,5-69,5 та K_2O 51,1-77,0 мг/кг ґрунту). Для всіх дерново-підзолистих ґрунтів характерна значна гідролітична кислотність 1,57-2,13 мг-екв/100 г ґрунту, сума ввібраних основ 3,76-5,10 мг-екв/100 г ґрунту, ступінь насиченості основами 64,0-76,4 % [83, 91].

Для Лівобережного Полісся характерна велика строкатість ґрунтового покриву, що викликано наявністю різних ґрунтоутворюючих порід, близького залягання до поверхні ґрунтових вод і поєднанням підзолистого, дернового і болотного процесів ґрунтоутворення. Різниця у співвідношенні дії факторів ґрунтоутворення на території зони зумовила формування в межах Чернігівської області 253 різновидів ґрунтів [92]. Складність ґрунтового покриву в районах регіону пояснюється не стільки великою різноманітністю ґрунтів, скільки частим чергуванням двох-трьох відмін на відносно невеликих ділянках.

У зоні Полісся області в межах орних земель поширені переважно дерново-підзолисті – 311,8 тис. га (69 %) та сірі опідзолені ґрунти – 92,5 тис. га (21 %). У кількох районах на лесових островах сформувались темно-сірі опідзолені ґрунти та чорноземи опідзолені – 31,9 тис. га (7 %). На знижених елементах рельєфу зустрічаються лучні ґрунти – 13,6 тис. га (3 %). Незважаючи на доволі різні типи ґрунтів, усі вони мають низький рівень природної родючості. Для всіх ґрунтів області характерний легкий гранулометричний склад. Піщані та зв'язно-піщані ґрунти становлять – 84,1 тис. га (18 %), супіщані – 278,2 тис. га (62 %), легкосуглинкові – 87,5 тис. га (20 %) [93, 94].

У поліській частині області найбільш поширені дерново-підзолисті ґрунти переважно супіщаного гранулометричного складу (додаток А22).

Дерново-підзолисті ґрунти характеризуються незначним вмістом гумусу – 0,6-1,3 %. Наявність у поглинаючому комплексі водню та алюмінію, недостатня насиченість основами обумовлює кислотність

цих ґрунтів. Їх $pH_{\text{сол}}$ дорівнює 4,4-5,5. Ґрунти бідні рухомими формами фосфору – 40-100 та обмінного калію – 25-80 мг на 1 кг ґрунту, а також легкогідролізованого азоту – 2-6 мг/100 г ґрунту, мають низьку біологічну активність, несприятливі фізичні властивості (додатки А23-А25) [47, 95, 96].

Вміст гумусу в дерново-підзолистих оглеєних ґрунтах сягає 0,8-1,5 %, що пов'язано з анаеробіозом, уповільнюючим розкладання органічних решток. Грубий та кислий гумус цих ґрунтів обумовлює підкислення ґрунтового розчину (pH 4,5-5,5) та підвищення гідролітичної кислотності до 3,0 мг-екв/100 г ґрунту. Ступінь насиченості основами становить у середньому 30-60 %, активного азоту – 3,0-4,3 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 50-90, обмінного калію – 30-80 мг на 1 кг ґрунту [6, 47, 95, 96].

Середньозважені агрохімічні показники ґрунтів області становлять: вміст рухомого фосфору – 11,1-14,0 та обмінного калію – 9,7-12,8 мг/100 г ґрунту, вміст гумусу – 1,4 %, $pH_{\text{сол}}$ – 5,3, Нг – 1,67 мг-екв/100 г ґрунту, обмінних форм кальцію та магнію, відповідно, 3,2-4,1 та 0,6-0,7 мг-екв/100 г ґрунту [95].

Результати дослідження за останні п'ять років показали, що втрати азоту по області за цей час становлять 3 мг/кг ґрунту (2 %). У цілому середньозважений показник – 101 мг/кг ґрунту, і за градацією відповідає низькому вмісту азоту. Найменший вміст азоту – 82 мг/кг ґрунту мають дерново-підзолисті ґрунти [95]. Середньозважений показник вмісту рухомих фосфатів за останні 10 років знизився на 1 мг/кг ґрунту, а по районах зони Полісся – на 3 мг/кг. Нині за вмістом рухомого калію урожай лімітується на 567 тис. га (60 %). Площі з дуже низьким та низьким вмістом калію (K_2O) поширені на 278 тис. га (32 %). Таким чином, ґрунти області забезпечені калієм набагато гірше, ніж фосфором. В умовах області калій є елементом другого мінімуму після азоту [95, 97].

Як відомо, якість ґрунтів (бонітет) оцінюється за даними багаторічної врожайності. У 100 балів оцінюють ґрунти, що

забезпечують найвищу врожайність. Інші ґрунти порівнюються з ними за відносним принципом. Бонітет основних ґрунтів Лівобережної агроґрунтової провінції (бал за врожайністю) становить: за загальною врожайністю – 37, для льону-довгунця – 82 – для дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів; для їхніх глейових відмін відповідно 39 та 76; для дерново-підзолистих піщаних та глинисто-піщаних – 31 та 67; їхні глейові відміни – 24 та 87; дерново-підзолисті суглинкові – 45 та 82; ясно-сірі, сірі супіщані та легкосуглинкові – 49 та 93; темно-сірі, чорноземи опідзолені супіщані та легкосуглинкові – 56 та 100; дернові та лучні супіщані й легкосуглинкові – 63 та 96, їхні глейові відміни – 33 та 44. Бал за врожайністю наведено в показниках, що відповідають урожайності основної продукції в зернових одиницях.

Таким чином, загальні характерні особливості ґрунтового покриву Лівобережного Полісся наступні: висока мозаїчність і комплексність ґрунтового покриву; домінування в ґрунтовому покриві кислих поверхнево оглеєних, заболочених ґрунтів; низький вміст гумусу й органо-мінеральних, насичених кальцієм колоїдів; низька здатність забезпечувати рослини поживними елементами. Ці особливості обумовлюють необхідність запровадження комплексу прийомів контурно-меліоративного та екологічного землеробства в технологічних процесах вирощування сільськогосподарських культур, зокрема льону-довгунця та льону олійного. Реалізація ресурсозаощаджуючих та екологічно безпечних технологій вирощування льону-довгунця та льону олійного і напрямів використання земельного фонду Лівобережного Полісся в сучасних ринкових умовах господарювання є актуальною проблемою, яка займає в агропромисловому виробництві регіону провідне місце.

Ґрунт під дослідом за своїми фізичними, фізико-хімічними та агрохімічними властивостями типовий для дерново-підзолистих ґрунтів зони, що дає підстави екстраполювати результати досліджень на всю їхню площу в межах Лівобережного Полісся. Так, польові

досліди було закладено на дерново-середньопідзолисту пилувато-супіщаному ґрунті з наступною вихідною агрохімічною характеристикою орного шару (0-20 см):

- вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,08-1,21 %,
- азоту легкогідролізованого – 6,5-12,8 мг/100 г ґрунту,
- нітратного – 0,83-7,1 мг/100 г ґрунту,
- рухомого фосфору (за Кірсановим) – 11,9-14,5 мг/100 г ґрунту,
- обмінного калію (за Масловою) – 8,0-12,6 мг/100 г ґрунту,
- рН_{сол.} – 4,6, Нг (за Каппеном) – 3,2-3,7 мг-екв/100 г ґрунту,
- сума поглинутих основ – 2,59 мг-екв/100 г ґрунту,
- ступінь насичення основами – 36 %.

Рівноважна щільність орного шару даного ґрунту становила 1,45-1,60 г/см³.

Наведені показники фізико-хімічних і агрохімічних властивостей ґрунту свідчать про дуже слабку гумусованість орного шару, підвищену його кислотність, вміст легкогідролізованого азоту – від дуже низького до низького, рухомого фосфору – від середнього до підвищеного та обмінного калію – від низького до середнього.

РОЗДІЛ 3

БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СІВОЗМІН ТА ВИБІР ПОПЕРЕДНИКІВ ПІД ЛЬОН

3.1. Сучасні підходи до раціонального й екологічно безпечного використання сівозмінного фактору при вирощуванні льону-довгунця

Доведено, що сівозміна – основа системи землеробства, якою вона б не була – інтенсивною, біологічною, екологічно безпечною та адаптованою [11, 55, 98]. Сівозміна має широкий спектр впливу на ріст та розвиток рослин. Так, за словами академіка Д. М. Прянишникова, за правильного чергування культур у сівозмінах ріст урожайності рослин відбувається за рахунок чотирьох груп факторів – біологічних, фізичних, хімічних та економічних [14].

Взаємозв'язок рослин між собою, навколишнім середовищем та технологічними прийомами вирощування є однією з головних причин цілісності та динамічності агрофітоценозів. Кожний вид має свої біологічні властивості, свою стратегію і тактику розвитку [99].

Сьогодні відомо два способи вирощування сільськогосподарських культур, а саме: у беззмінних посівах та вирощування в сівозміні. Встановлено, що продуктивність культур при тривалому беззмінному вирощуванні в 1,5-2 рази менша, ніж у сівозміні. За роки недолугих реформ в Україні порушили сівозміни, тоді як у Євросоюзі 100%, а в США 85% орних земель в обробітку використовується в сівозмінах [100, 101].

У недалекому минулому в землеробстві України застосовували 7-10-пільні сівозміни. Вони були притаманні багатогалузевим агропідприємствам, у яких вирощували широкий набір культур. Сівозміни з довгою ротацією забезпечували повну маневреність у розміщенні культур залежно від ґрунтово-ландшафтних чинників, дозволяли повніше використовувати біокліматичний потенціал зон і регіонів. Але у зв'язку з розвитком нових ринкових відносин в аграрному секторі частіше стало зустрічатися таке явище, як грубе

порушення сівозмін та нехтування законом чергування вирощуваних культур (закону плодозміни). При цьому впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур вимагало значного збільшення затрат. Проте це не завжди забезпечувало відповідне зростання врожайності, а внесені агрохімікати (особливо зі значним порушенням регламентів) призводили до забруднення довкілля і не сприяли збереженню та відтворенню родючості ґрунтів. У той же час орієнтація технологій лише на їхню «біологізацію» не може забезпечити отримання запланованих обсягів агропродукції. Тому останнім часом, на думку багатьох дослідників та практиків, раціонально використовувати ресурси можна на основі обґрунтованого поєднання природних і технологічних факторів інтенсифікації землеробства [1, 9, 14, 100-104]. При агроландшафтному підході до розробки сучасної системи землеробства і впровадженні її в нових виробничо-ринкових відносинах необхідно більш пластично підходити до коректування сівозмін. Тобто чергування культур запроваджується лише в часі, а з роками може корегуватися як із урахуванням потреби в продукції, так і з прогнозами агрокліматичних ресурсів та фітосанітарної ситуації – повна адаптація до умов природно-територіального комплексу [1, 5, 7, 8].

Набір культур у короткочастотних сівозмінах визначається спеціалізацією господарства, а остання, в свою чергу, – зональними ґрунтово-кліматичними умовами та кон'юнктурою ринку.

Провідними інтенсивними системами землеробства в зоні Полісся вважаються зернотрав'янопросапна (зернотрав'яно-картопляна), зернотрав'яна (зерно-льono-трав'яна), зернопросапна (зерно-картопляна) тощо [11]. Так, співробітники ННЦ «Інститут землеробства НААН» протягом 8 років (1991-1998 рр.) проводили в умовах Полісся на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті досліди, в яких було встановлено, що найвища врожайність зернових – 38,8 ц/га (з яких 45,0 ц/га – озима пшениця, 37,8 ц/га – озиме жито та 36,0 ц/га ячменю) була у типовій зерно-картопле-льонарській сівозміні з 50 % зернових та наступним чергуванням культур: 1 поле

– конюшина на два укоси, 2 – озима пшениця, 3 – льон, 4 – озиме жито, 5 – кукурудза на силос, 6 – озима пшениця, 7 – картопля, 8 – ячмінь з підсівом конюшини [101].

Враховуючи особливості ґрунтового-кліматичних та ґрунтового-ландшафтних умов Полісся, у багатотоварних господарствах з великими площами землекористування можуть продуктивно працювати багатопільні (7-8 полів) сівозміни з широким набором культур, у тому числі 50-75 %-ним насиченням зерновими. Поряд з цим у фермерських господарствах на окремих земельних площах рекомендовані сівозміни з короткою ротацією (4-5-пільні). Наприклад, на супіщаних ґрунтах:

1 – конюшина / гречка – льон/ горох – озима пшениця – картопля – ячмінь з підсівом конюшини;

2 – конюшина / кукурудза на зерно – льон / люпин – озима пшениця / озиме жито – картопля – ячмінь / овес із підсівом конюшини;

3 – конюшина – озима пшениця – картопля (0,5 поля) / льон (0,5 поля) – ячмінь / овес із підсівом конюшини [101].

При введенні короткоротаційних сівозмін значення сівозмінного чинника настільки зростає, що за агротехнічною ефективністю він не поступається, а за економічною – навіть перебільшує такі заходи, як оновлення сортів, зміна технологій обробітку ґрунту тощо.

Беручи до уваги велике значення сівозмін для інтенсифікації сільського господарства, урядом було прийнято ряд чинних законів, а саме: постанову Кабінету Міністрів України від 11 лютого 2010 року № 146 «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах», яка передбачає, що структура посівних площ для Полісся повинна бути наступною: зернові та зернобобові культури – 35-80 %, технічні усього – 3-25 % (в т.ч. ріпак – 0,5-4 %, соняшник – 0,5 %), картопля та овочі – 8-25 %, кормові усього – 20-60 % (в т.ч. багаторічні трави – 5-20 %) [105].

Стосовно льону-довгунця вченими пропонувалася наступна орієнтовна структура посівних площ для великотоварних господарств Полісся з різною спеціалізацією (% до ріллі): зерно-картопле-льонотваринницька – 9-12 %, виробництво яловичини – 7-10 %, виробництво молока – 4-8 %, вирощування нетелів – 3-8 % [106].

У господарствах Полісся незалежно від напрямку спеціалізації є, як відомо, незначні площі дуже бідних дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтів, на яких задовільні врожаї дають лише суто поліські культури – жито, люпин, овес, льон. Тому на таких землях необхідно окремо запроваджувати сівозміни з невеликим набором культур і короткою ротацією [11].

Які ж фактори росту і розвитку рослин є причиною різкого збільшення продуктивності польових культур при їх вирощуванні у сівозміні. Однією з найважливіших ґрунтоохоронних функцій сівозміни та умов її стабільно високої продуктивності є створення у ґрунті бездефіцитного балансу гумусу і поживних речовин, оскільки різні культури, що входять до складу сівозміни, неоднаково впливають на процеси мінералізації гумусу та його відтворення. Склад та співвідношення культур у сівозміні зумовлюють середній вихід сухої органічної речовини рослинних решток на 1 га сівозмінної площі та кількісні показники відтворення гумусу. Крім цього, різні рослини для формування одиниці врожаю потребують неоднакової кількості та різного співвідношення елементів живлення. Тому загальний винос поживних речовин із ґрунту культурами в сівозміні також залежатиме від її складу. Так, дослідження ННЦ «Інститут землеробства НААН» (1962-1998 рр.) показали, що рівень повернення в ґрунт із добривами поживних речовин, який забезпечує їхній бездефіцитний або навіть позитивний баланс у системі сівозмін, неоднаковий у різних ґрунтово-кліматичних умовах на різних ґрунтах, при різній структурі сівозміни [104].

За орієнтовними розрахунками в типовій поліській зерно-картопле-льонарській сівозміні (20 % просапних, 80 % культур звичайної рядкової сівби) середньорічна мінералізація гумусу досягає

1 т/га, а у просапній сівозміні – 1,3-1,4 т/га ріллі. За рахунок рослинних решток втрати гумусу залежно від структури посівних площ у сівозміні відшкодовуються на 40-60 %, тому перспективне значення на основі сівозмін має вивчення зокрема біологічних способів у землеробстві: повне або часткове виключення застосування агрохімікатів, заміна органічних добрив побічною продукцією, сидератами, можливим насиченням сівозмін бобовими культурами тощо [100, 101].

Одна з головних біологічних функцій сівозміни – це фітосанітарна. Тому, порушення принципів побудови сівозмін викликає зростання забур'яненості посівів, розповсюдження шкідників, накопичення у ґрунті інфекцій, погіршення водного режиму тощо [107-117].

В Україні за останні 25 років істотно (в 1,5 разу) збільшилась частота значних аномалій показників температури повітря та опадів, що суттєво впливає на умови ведення аграрного виробництва і льонарства зокрема [50]. Загальний ріст урожайності не завжди збігається з підвищенням його стабільності, оскільки культури по-різному реагують на коливання погодних умов. При цьому, чим частіші та значніші коливання врожайності під впливом погодних умов, тим більша невизначеність у доцільності застосування того чи іншого сорту або агротехнічного заходу. Одним із перспективних заходів щодо зменшення залежності врожаю від коливань погодних умов є встановлення відповідно до ґрунтово-кліматичних умов кожного регіону оптимального співвідношення площ посіву різних сільськогосподарських культур і варіантів сівозмін із урахуванням показників біокліматичної взаємокомпенсації [118]. Структура посівних площ на Поліссі, залежно від напрямку спеціалізації суб'єктів господарювання, має включати культури, які найкраще реалізують свій біологічний потенціал. Це, перш за все, озиме жито (15-20 %), тритикале (1,5 %), озима пшениця (3-5 %), зернобобові (15-20 %), картопля (10-25 %), хміль (1,5-3 %), ріпак (до 3 %), кормові культури (35-60 %), в тому числі 15-24 % багаторічні бобові трави.

Орієнтовна структура посівних площ льону-довгунця (залежно від виробничого типу господарств) може коливатись від 3-8 до 9-12 % [102].

Льон різко негативно реагує не тільки на беззмінний спосіб вирощування, а навіть не витримує повторних посівів у сівозміні. Це самонесумісна культура. На попередньому місці у сівозміні льон можна вирощувати не раніше 5-7 років.

Залежно від ґрунтів, клімату, надходження та виносу поживних речовин, заходів з догляду, строків і способів збирання та ін., вплив попередників може також бути вельми різним. Унаслідок цього не існує жодних абсолютно добрих або поганих попередників, а тільки такі, котрі при урахуванні перелічених факторів за певних умов є для окремих польових культур, зокрема льону, більшою або меншою мірою сприятливими чи несприятливими [119-141].

На основі аналізу даних щодо попередників льону за період з 1892 по 1966 рр., Б. С. Долгов (1967) зробив висновок, що багаторічні трави (високоврожайні) є для льону найкращими попередниками [142]. Це відзначалося і в інших публікаціях [130].

За даними ІСПП УААН, у середньому за 9 років (1973-1981) урожай льоноволокна після конюшини та її сумішки з тимофіївкою однорічного використання одержано 10,3-10,7 ц/га, а після сумішки конюшини з тимофіївкою дворічного використання, озимої пшениці та ячменю по пласту багаторічних трав однорічного використання, люпину на силос і картоплі – 9,5-9,6 ц/га [104].

Узагальнюючи результати досліджень льону-довгунця та досвід льонарства, І. О. Сизов (1962) відзначав, що серед польових культур нечорноземної зони у льону немає біологічно несумісних рослин [143].

ВНДІЛ та іншими установами доведено, що головними факторами, які впливають на умови та процеси формування врожаю льону при розміщенні його після будь-якої культури, є винос із ґрунту поживних речовин урожаєм попередників, післядія внесених під них добрив, кількість та хімічний склад післяживних і кореневих

залишків врожаю, біологічна активність ґрунту, ступінь та характер забур'яненості посіву, а також вологість і структура орного шару ґрунту [131, 144].

Повніше уявлення про умови не тільки кореневого, але й позакореневого живлення льону залежно від попередників забезпечує показник біологічної активності ґрунту. В дослідях ВНДІЛ (Карпунин Ф.М., 1974) найбільше CO_2 у ґрунтовому повітрі під льоном було після багаторічних трав 2-го року використання (0,375-0,425 об'ємних відсотків), менше після зернових (озиме жито – 0,203 %) і найменше після картоплі – 0,140 % [131].

Попередники по-різному впливають на ступінь та характер забур'яненості льону. В дослідях ВНДІЛ [131] перед збиранням льону найменша кількість однорічних бур'янів у посівах льону була після багаторічних трав 2-го року використання – 51 шт./м², а найбільша кількість – 114 шт./м² – після озимого жита. Забур'яненість льону пирієм повзучим найбільшою була при розміщенні по пласту багаторічних трав, значно меншою після озимого жита і зовсім невисокою після картоплі. За даними Б. А. Доспехова (1967), найбільше цього злісного бур'яну буває після багаторічних трав, озимих зернових, зернобобових, найменше – після ярих зернових і особливо просапних культур [144].

Вплив попередників на забур'яненість льону залежить від рівня агротехніки їхнього вирощування. Систематичне внесення добрив та періодичне вапнування при високій агротехніці посилює біологічне пригнічення бур'янів сільськогосподарськими культурами і знижує кількість їхнього насіння у ґрунті на 20-25 %. Ті ж заходи при низькому рівні агротехніки підвищують забур'яненість ґрунту та розширюють видовий склад бур'янів [145, 146].

Велика різноманітність ґрунтів Полісся і можливих культур-попередників певною мірою визначає місце льону в сівозміні. У дослідях ННЦ «ІЗ НААН» (П. Бойко та ін., 2007), при вирощуванні льону на сірому опідзоленому ґрунті (дослідне господарство “Чабани”) в середньому за 9 років найбільший урожай доброякісного

волокна одержали після озимої пшениці по пласту багаторічних трав. На дерново-середньопідзолистому пилувато-супіщаному ґрунті (дослідне господарство “Копилів”) у середньому за 7 років найбільший урожай волокна був після угноєної картоплі й конюшини. А найвищий номер довгого волокна отримано після озимої пшениці, що висівалася по пласту багаторічних трав [101].

У дослідях ІСПП УААН (дослідне господарство “Грозинське”) за вирощування льону на дерново-середньопідзолистому пилувато-супіщаному ґрунті у середньому за 4 роки врожайність волокна і насіння льону становили відповідно: після картоплі 8,2 ц/га і 5,1 ц/га, після озимини – 8,2 і 5,6; конюшини – 8,6 і 5,4 ц/га. Найвища якість довгого волокна формувалася після озимого жита, яке вирощували по пласту багаторічних трав [48].

У чотирирічних дослідях НДІЗіТ західних районів України (дослідне господарство “Оброшине”), проведених на сірих опідзолених ґрунтах, найвищі врожаї волокна і насіння льону забезпечували такі попередники, як угноєна картопля – 18 і 6,4 ц/га та конюшина – 16,7 і 6,2 ц/га. Після кукурудзи і люпину на зерно урожайність льону знизилася: волокна на 2,5-2,8, насіння – на 0,3-0,5 ц/га. При вирощуванні льону в цьому дослідному господарстві після озимини в середньому за 3 роки врожайність волокна і насіння становила при розміщенні озимини (передпопередники): після картоплі – 18,3 і 6,9, кукурудзи – 17,3 і 6,6, люпину на зерно – 16,8 і 6,5, вико-вівса – 16,3 і 6,4 ц/га [101].

У дослідях на темно-сірих опідзолених ґрунтах Чернігівської державної сільськогосподарської дослідної станції (Любінецький М. М., Бакун О. І., 1984) найбільший вихід довгого волокна від соломи в середньому за 10 років забезпечувала угноєна картопля – 7,6 ц/га, а насіння – 6,1 ц/га; конюшина однорічного використання відповідно 7 та 5,4 ц/га, озима пшениця по конюшині – 6,4 і 4,5 ц/га. Найкраща якість волокна була при вирощуванні льону після озимої пшениці [83, 147].

За даними досліджень, проведених на Волинській державній сільськогосподарській дослідній станції (Фоменко Л. Д., 1982), кращими попередниками були угноєна картопля, озиме жито та овес [148-150].

У країнах Західної Європи найбільш поширеними попередниками льону є стерньові (озимі та ярі) культури, бо при вирощуванні льону після них – одержують волокно найкращої якості [151-154].

Відомо, що введення, освоєння та дотримання сівозмін є найдешевшим резервом енерго- і ресурсозаощадження у землеробстві. Добрива та пестициди, нівелюючи дію попередників, не можуть все ж таки замінити сівозміну. Тому в сівозмінах найбільш повно та комплексно використовуються природно-кліматичні, біологічні і матеріально-технічні фактори. Таким чином, це дає змогу використовувати ресурсно-енергетичне програмування вирощування культур [155-161].

Вітчизняні вчені, на основі чисельних досліджень, провели оцінку попередників сільськогосподарських культур у сівозмінах Полісся України за 100-бальною шкалою. Попередники льону-довгунця, згідно з цією оцінкою, розташувалися таким чином: люпин на силос – 53 бали, кукурудза на силос у молочно-восковій стиглості – 60, кукурудза на ранній силос і зелений корм – 61, ячмінь ярий – 70, озиме жито – 75, вико-овес – 77, горох на зерно – 78, овес – 80, ріпак озимий – 80, озима пшениця – 84, люпин на зерно – 84, люпин на зелене добриво – 85, картопля – 100, конюшина на перший укіс – 100 [102].

Резюмуючи все вищезгадане, можна зробити висновок, що льон вирощувався у 7-10-пільних сівозмінах, які забезпечували повну маневреність у розміщенні культур залежно від ґрунтово-ландшафтних чинників, у цілому дозволяли використовувати біокліматичний потенціал зони і сприяли збереженню та відтворенню родючості ґрунтів. Сівозміни з довгою ротацією виправдали себе, і вони потрібні нині у великих господарствах. Проте із появою в

Україні нових форм власності на землю, розукрупненням колгоспів та радгоспів і розпаюванням земель зростає кількість господарств, що матимуть невелику площу землекористування, обмежений набір культур та вузьку спеціалізацію. Для невеликих за площею господарств виникає необхідність у розробці вузькоспеціалізованих сівозмін з короткою ротацією. Побудова таких сівозмін має здійснюватись за науковими принципами, головний з яких – науково обгрунтоване розміщення і чергування культур за законами плодозміни. Саме цей чинник є основою високої і стабільної продуктивності культур, збалансованості показників родючості ґрунту і фітосанітарного стану посівів. Крім того, треба зважати й на те, що довгоротаційні сівозміни складаються з двох-трьох подібних ланок, які можна відмітити як самостійні сівозміни. Наприклад, у 10-пільній сівозміні виділяються дві 5-пільні, у 9-пільній одна 5-пільна і одна 4-пільна, у 8-пільній – дві 4-пільні сівозміни з відповідним скороченням кількості культур і коригуванням їх чергування. Тобто у більшості випадків при переході до сівозмін із короткою ротацією немає необхідності заново проводити землевпорядкування.

У невеликих фермерських господарствах із незначною площею земель та обмеженим набором культур основними будуть короткоротаційні 4-5-пільні сівозміни. Проте вузька спеціалізація сівозмін породжує проблему уникнення алелопатичної несумісності культур і потребує застосування засобів попередження негативних наслідків цього явища. Таким чином, при введенні короткоротаційних сівозмін значення власне сівозмінного чинника порівняно з традиційними довгоротаційними зростає і за агротехнічною ефективністю не поступається, а за економічною – перевищує заходи з оновлення сортів, зміни технологій обробітку ґрунту тощо. Оптимальні ротації таких сівозмін для всіх умовно самосумісних культур мають бути 3-5-пільні, для несумісних – льону, люпину, сояшнику – 5-8-пільні. При цьому поле, на якому вирощуватимуться такі культури у короткоротаційних сівозмінах, для забезпечення належної

періодичності чергування слід ділити на дві частини і поперемінно на кожній із них їх висівати.

Таким чином, недостатня кількість інформації та науково обґрунтованого тлумачення причин негативних наслідків порушення правил чергування культур, значне збільшення кількості бур'янів, шкідників та хвороб, що призвело не лише до зниження врожаю, а й до погіршення його якості, спричинили необхідність пошуку і рекомендації системи сівозмінних ланок для льону-довгунця, що ґрунтуються на зональному принципі розвитку льонарства.

3.2. Порівняльна продуктивність культур-попередників льону-довгунця залежно від системи їхнього удобрення у сівозміні

Кожна культура може значно змінювати ґрунтові умови для наступної культури сівозміні. Ці зміни бувають як позитивними, так і негативними. Все залежить від ґрунтових, кліматичних умов, агротехніки вирощування тощо. Тому цінність попередника залежно від перелічених умов може істотно змінюватися. Навіть між культурами, що входять до однієї групи (наприклад, озимі зернові), досить часто існує суттєва різниця і за вимогами до зовнішніх умов, і за цінністю як попередника. Проте загальний ріст урожайності льону-довгунця після різних попередників не завжди збігається з підвищенням його стабільності, оскільки щорічні коливання врожайності під впливом погодних умов бувають досить значними. Виходячи з цього, чим значніші й частіші коливання врожайності культур у сівозміні під впливом погодних умов, тим більша невизначеність у доцільності застосування того чи іншого агротехнічного заходу. При наявності різних варіантів структури посівних площ і ланок сівозмін, перевагу, на наш погляд, доцільно віддати тому варіанту, який забезпечує одержання не тільки високого, але й стабільного врожаю і за якого залежність врожаю від коливань погодних умов значно зменшується, у тому числі й льону-довгунця.

Таким чином, одним із узагальнюючих показників ефективності формування ланок сівозмін є рівень і сталість продуктивності культур, що входять до їхнього складу та співвідношення між величинами енергії, яка нагромаджується й витрачається на одиницю площі посіву. Вихідними даними для такої оцінки, крім порівняння середнього рівня врожаю за ряд років із різними погодними умовами, є дані найбільш значних відхилень урожаю від середніх показників у несприятливі за погоду роки, тобто дані їхньої кліматичної ймовірності (додатки Б1-Б8).

Наші розрахунки та порівняльний аналіз рівня й сталості продуктивності культур-попередників у сівозміні показали (**дослід 1, стор. 37-38**), що найменшою амплітудою коливань урожаю за роками характеризувалася озима пшениця – різниця не перевищувала 28,7 %, тобто його варіювання від середнього за п'ять років показника було в межах від 20 до 45 % (табл. 3.1). Далі культури-попередники розташувалися наступним чином: озиме жито – 44 % (41-47), картопля – 44 % (43-45), конюшина одного року використання – 49,3 % (36-63), ячмінь – 51,3% (43-68), кукурудза на силос – 51,7 % (35-78).

Щодо впливу системи мінерального живлення цих культур у сівозміні на величину врожайності, то для озимої пшениці, озимого жита та ячменю найбільшою прибавкою врожайності відрізнявся варіант із застосуванням повного мінерального живлення в помірній дозі – $N_{60}P_{60}K_{60}$ (табл. 3.1) Для картоплі найбільший приріст урожайності спостерігався на фоні $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 72 ц/га (36 %), кукурудзи на силос – $N_{200}P_{200}K_{200}$ – 125 ц/га (54 %), для конюшини – на фоні післядії середньої сівозмінної дози $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 45 ц/га (9 %).

Багаторічний досвід землеробства свідчить, що ефективна родючість ґрунту тісно пов'язана із забезпеченням його органічною речовиною, що легко розкладається. Це післязбиральні рештки, органічні добрива, проміжні продукти їхнього розкладу та гуміфікації.

Таблиця 3.1 – Урожайність культур-попередників льону-довгуця та їхня сталість протягом ротаций сівозміни залежно від системи удобрення, середнє по кожній культурі за 4 роки

Культура	Варіанти	Урожайність, ц/га	Приріст до контролю		Амплітуда коливань від середнього				Середній діапазон коливань, %	P, %	НІР ⁰⁵ , ц/га
			±, ц/га	%	+, ц/га	%	-, ц/га	%			
озима пшениця	N ₀ P ₆₀ K ₀ (контроль)	31,1	-	100	2,6	108	3,6	88	20		
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	42,9	+11,8	138	3,6	108	5,4	87	21	2,9	3,1
озиме жито	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	40,0	+8,9	129	11,3	128	7,0	83	45		
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (контроль)	29,6	-	100	6,4	122	6,4	78	44		
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	34,8	+5,2	118	7,3	121	6,9	80	41	3,4	3,2
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	32,4	+2,8	109	5,9	118	9,5	71	47		
ячмінь	N ₀ P ₆₀ K ₀ (контроль)	28,8	-	100	10,1	135	9,6	67	68		
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	32,5	+3,7	113	7,0	122	6,8	79	43	3,3	2,9
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	30,5	+1,7	106	5,5	118	7,6	75	43		
кукурудза з/м	N ₀ P ₆₀ K ₀ + 20 т/га гною (фон) - контроль	232	-	100	72	131	110	53	78		
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + фон	350	+118	151	70	120	77	78	42	4,5	39,2
	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀ + фон	357	+125	154	61	117	64	82	35		
картопля	N ₀ P ₆₀ K ₀ + 30 т/га гною (фон) - контроль	202	-	100	47	123	45	78	45		
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + фон	274	+72	136	52	119	68	75	44	2,1	14,7
	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀ + фон	253	+51	125	61	124	47	81	43		
коношина *післядія добрив	N ₀ P ₆₀ K ₀ (контроль)	517	-	100	106	121	143	72	49		
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	562	+45	109	91	116	113	80	36	2,8	43,2
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	547	+30	106	233	143	111	80	63		

* коношина безпосередньо не удобрювалася

Кореневі та пожнивні рештки рослин є важливою додатною статтею балансу органічної речовини ґрунту. Причому ці рештки не належать до добрив, котрі, як наприклад, гній, вносяться у ґрунт з додатковими затратами праці та ресурсів. Цінність їх як органічних добрив залежить від кількості та якості [162]. У типових за структурою сівозмінах у середньому за рік до орного шару дерново-підзолистого ґрунту з рослинними рештками надходить 1,5-5,0 т/га сухої маси органічної речовини та відновлюється 0,3-0,6 т/га нового гумусу або відбувається 30-40 % середньорічної мінералізації. З рослинними рештками повертається у ґрунт (від загальної кількості їх у врожаї) від 27 до 60,5 % азоту, від 18,5 до 51,7 % фосфору та від 16,7 до 48,1 % калію [163].

За кількістю залишків у ґрунті органічної речовини (від більшої до меншої) рослини розташовуються в наступний ряд: багаторічні трави, кукурудза, озимі, ярі зернові, зернобобові, цукрові буряки, картопля, льон. Однак вплив культур на утворення гумусу не відповідає даному ряду, оскільки рослинні рештки мають різний ступінь гуміфікації [163]. Так, згідно з літературними даними, середньорічна мінералізація гумусу та його відтворення завдяки гуміфікації рослинних решток при вирощуванні озимої пшениці становлять відповідно 0,7 та 0,4-0,6 т/га, озимого жита – 0,9 та 0,4-0,5, ячменю – 0,6 та 0,3-0,5, кукурудзи – 1,1 та 0,3-0,4, картоплі – 1,3 та 0,06-0,15, льону – 0,9 та 0,2-0,3, конюшини – 0,2 та 1,5-1,7 т/га [11]. У зв'язку з цим цінність культур як попередників значною мірою залежить від того, яку кількість рослинних решток залишає в ґрунті та чи інша культура після збирання і який їхній хімічний склад. Хімічний склад рослин культур-попередників наведено в додатку Б9.

При вивченні накопичення рослинних решток нами була поставлена мета: встановити взаємозв'язок між масою поживно-корневих решток та врожаєм основної продукції польових культур-попередників льону-довгунця з тим, щоби за урожайністю останніх у даних ґрунтово-кліматичних умовах можна було оцінити кількість органічних решток. На основі встановлених співвідношень

розраховується кількість органічної речовини, що надходить до ґрунту після кожної культури і в цілому за сівозміну або в її окремій ланці. Це є необхідною умовою при оцінці балансу гумусу та окремих поживних елементів з метою коригування систем живлення.

Слід відзначити, що післязбиральні рештки не збагачують ґрунт елементами живлення, оскільки вони є залишковою частиною виносу поживних речовин із ґрунту врожайми. Виняток – лише азот бобових культур, дві третини якого симбіотично фіксовано з повітря.

Конкретна характеристика кількості рослинних решток, що надходили у ґрунт, визначалася нами на основі рівнянь лінійної регресії, отриманих у результаті статистичного аналізу власних та літературних даних (стосовно зони Лівобережного Полісся). Для широкого діапазону врожайності рівняння мали наступний вигляд (перше рівняння для поверхневих решток, друге – для кореневих):

- для озимої пшениці – $x = 0,1y + 8,9$, $x = 0,7y + 10,2$;
- для озимого жита – $x = 0,2y + 6,3$, $x = 0,6y + 13,9$;
- для ячменю – $x = 0,09y + 7,6$, $x = 0,4y + 13,4$;
- для картоплі – $x = 0,03y + 4,1$, $x = 0,06y + 8,6$;
- для кукурудзи – $x = 0,02y + 5$, $x = 0,08y + 16,2$;
- для конюшини – $x = 0,1y + 10$, $x = 0,8y + 11$,

де x – кількість рослинних решток, що залишає культура, y – урожай основної продукції культури [162-165].

Отримані нами дані свідчать, що накопичення рослинних решток у ґрунті значною мірою залежить від величини врожаю основної продукції (табл. 3.2), однак чіткої пропорційної залежності між цими величинами не відмічено (рис. 3.1). При поліпшенні умов росту і розвитку кількість поживно-корневих решток збільшується повільніше, ніж урожайність, причому специфічно для кожної культури. Наприклад, на неудобреному варіанті врожайність зерна озимої пшениці становила 26,8 ц/га абсолютно сухої речовини, рослинних решток (стерня + корені) – 34,7 ц/га, в той час, як при внесенні під пшеницю оптимальної дози мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – відповідно 36,9 та 45,0 ц/га (табл. 3.2). Тобто, на

удобреному варіанті це співвідношення дещо звужувалося – з 1:1,3 до 1:1,2. Аналогічна залежність відзначалась і стосовно інших культур. Так, на удобрених варіантах кількість кореневих та поживних решток зростала по відношенню до контролю для кукурудзи на 12, конюшини – на 6,3, озимого жита – на 4,2, картоплі – на 3,8 та ячменю – на 1,9 ц/га сухої речовини.

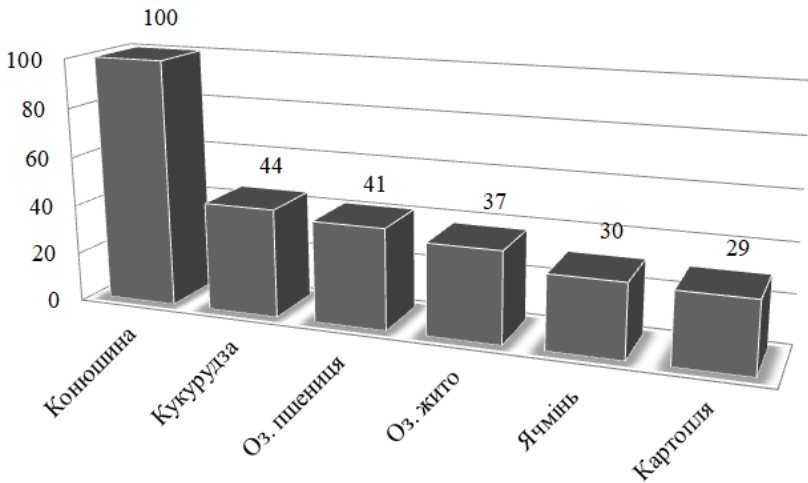


Рис. 3.1. Ступінь накопичення поживно-корневих решток на 1 га різними попередниками льону-довгуця, %

На контролі післязбиральних решток було більше у конюшини – 93,7 ц/га сухої речовини. Далі культури за цим показником розташувалися таким чином: озима пшениця – 34,7 ц/га, озиме жито – 29,6, кукурудза – 26,9, ячмінь – 21,9, картопля – 14,4 (табл. 3.2).

Відносна кількість залишених післязбиральних решток порівняно із сумарним урожаєм основної та побічної продукції найбільшою була у ячменю – 58 %, далі культури розташувалися таким чином: озима пшениця – 53 %, озиме жито – 51 %, конюшина – 23 %, кукурудза – 18 %, картопля – 13 %. Таким чином, сумарна кількість залишених післязбиральних решток відносно врожаю культур-

попередників, що відчужувався за межі поля, була найбільшою у зернових попередників, значно меншою (майже удвічі) в конюшини, найменшою – у просапних.

Структурний склад рослинних решток теж різнився по культурах. У них (за винятком картоплі) переважали кореневі залишки. Так, у конюшини вони становили 81 % від сумарної кількості післязбиральних решток, кукурудзи – 76 %, озимої пшениці – 73 %, озимого жита – 65 %, ячменю – 61 %, картоплі – 48 % (табл. 3.2). Як бачимо, конюшина залишає після себе майже ідеальний вміст органічної речовини у ґрунті.

На основі рівнянь регресії нами отримано коефіцієнти накопичення рослинних решток (на 1 ц урожаю основної продукції при різних його рівнях), які дозволяють досить швидко визначити їхню кількість, що надходить у ґрунт (табл. 3.2).

Таким чином, дослідження показують, що чим вища врожайність культур-попередників, тим більше вони залишають органічної речовини рослинних решток. Окрім цього, слід пам'ятати, що зернові культури суцільного посіву при помірному споживанні елементів живлення та незначній інтенсивності обробітку ґрунту обумовлюють як попередники незначне зменшення органічної речовини ґрунту. Мінералізація гумусу – в межах 0,72-0,84 т/га. Кукурудза та картопля як культури інтенсивного типу впливу на органічну речовину ґрунту сприяють мінералізації, відповідно, 1,2-1,44 т/га гумусу. У конюшини цей показник не перевищує 0,36 т/га, тобто майже в 2-4 рази менший, ніж у зернових та просапних попередників. Існує ще один вагомий аргумент щодо цінності культур як попередників – це коефіцієнт гуміфікації рослинних решток, у конюшини та зернових він становить 0,25, а у кукурудзи та картоплі, відповідно, 0,15 та 0,08.

Потреба рослин в основних елементах живлення визначається перш за все хімічним складом синтезованої ними продукції та рівнем продуктивності.

Таблиця 3.2 – Співвідношення між масою рослинних решток та врожаєм основної продукції культур-попередників, середнє по кожній культурі за 4 роки

Культура	Вид про-дукції	Варіанти мінеральних добрив	Уро-жай-ність, ц/га	Абсолютна суха речовина, ц/га				Кількість росл. решток на 1 ц осн. урожаю, ц		Коефіцієнти накопичення росл. решток		
				Осн. прод.	Поверхн. решток	Корен. решток	Сума решток	Всього	у т. ч. корені	Сума решток	Стер-ні	Коре-нів
Озима пшениця	зерно	N ₀ P ₀ K ₀	31,1	26,8	10,3	24,4	34,7	1,30	0,89	1,42	0,39	1,03
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	42,9	36,9	11,4	33,6	45,0	1,22	0,92	1,23	0,30	0,90
		N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	40,0	34,4	11,1	31,3	42,4	1,24	0,91	1,28	0,33	0,95
Озиме жито	зерно	N ₀ P ₀ K ₀	29,6	25,5	10,5	19,1	29,6	1,15	0,73	1,47	0,40	1,07
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	34,8	29,9	11,4	22,4	33,8	1,13	0,73	1,37	0,37	1,00
		N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	32,4	27,9	11,0	20,9	31,9	1,14	0,75	1,44	0,41	1,03
Ячмінь	зерно	N ₀ P ₀ K ₀	28,8	24,8	8,8	13,1	21,9	0,88	0,52	1,28	0,34	0,93
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	32,5	27,9	9,0	14,8	23,8	0,86	0,54	1,18	0,33	0,85
		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	30,5	26,2	8,9	13,9	22,8	0,88	0,54	1,23	0,32	0,87
Картопля	бульби	N ₀ P ₀ K ₀	202	56,6	8,2	6,2	14,4	0,25	0,11	0,16	0,05	0,11
		N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	274	76,7	9,8	8,4	18,2	0,23	0,10	0,14	0,05	0,10
		N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	253	70,8	9,4	7,8	17,2	0,24	0,11	0,14	0,05	0,10
Куку-рудза	зелена маса	N ₀ P ₀ K ₀	232	69,6	6,7	20,2	26,9	0,39	0,29	0,19	0,04	0,15
		N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	350	105,0	8,4	30,5	38,9	0,37	0,30	0,16	0,03	0,13
		N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	357	107,1	8,5	31,1	39,6	0,37	0,29	0,16	0,03	0,13
Коню-шина * післядя	зелена маса	N ₀ P ₀ K ₀	517	80,7	18,1	75,6	93,7	1,16	0,94	0,23	0,08	0,15
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ *	560	87,7	18,8	81,2	100,0	1,14	0,93	0,23	0,08	0,15
		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ *	547	85,3	18,5	79,2	97,7	1,15	0,93	0,23	0,08	0,15

Як відомо, разом із урожаєм польових культур відчужується і виноситься з ґрунту та виключається з біологічного кругообігу значна кількість азоту та зольних елементів. Різні культури для формування одиниці врожаю потребують неоднакової кількості і в різному співвідношенні елементів живлення. У наших дослідженнях (табл. 3.3) винос поживних речовин залежав від їхнього вмісту в рослинах, величини врожаю та добрив.

Таблиця 3.3 – Винос елементів живлення попередниками льону-довгунця (основною продукцією з урахуванням побічної), середні показники за 4 роки по кожній культурі

Культура	Варіанти мінеральних добрив	Винос, кг/га						
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	сума NPK	середній	% до найменшого	Співвідношення N:P:K
Ячмінь	N ₀ P ₀ K ₀	52,8	33,9	51,7	138,4	181,2	100	1:0,5:0,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	86,0	41,7	70,8	198,5			
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	100,3	46,3	60,2	206,8			
Озима пшениця	N ₀ P ₀ K ₀	56,8	23,8	42,8	123,4	182,4	101	1:0,4:0,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	90,3	41,0	79,9	211,2			
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	102,3	46,8	63,6	212,7			
Озиме жито	N ₀ P ₀ K ₀	60,3	47,5	72,3	180,1	206,0	114	1:0,5:0,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	87,1	38,4	79,5	205,0			
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	114,0	50,2	68,8	233,0			
Кукурудза	N ₀ P ₀ K ₀	126,0	39,7	179,6	345,3	470,8	260	1:0,3:1,4
	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	194,3	56,7	276,2	527,2			
	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	193,9	70,7	275,3	539,9			
Конюшина * післядія	N ₀ P ₀ K ₀	221,1	43,6	159,8	424,5	489,0	270	1:0,2:0,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	252,6	50,0	197,3	499,9			
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	261,0	52,0	229,5	542,5			
Картопля	N ₀ P ₀ K ₀	145,7	43,4	237,4	426,5	684,5	378	1:0,3:1,8
	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	265,0	70,5	514,1	849,6			
	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	265,4	63,4	448,5	777,3			

У середньому за 4 роки найбільшу кількість елементів мінерального живлення, особливо калію, використовувала картопля. Це пов'язано з формуванням найбільш високого врожаю сухої речовини та деякими особливостями вуглеводного обміну. Зернові

попередники (ячмінь, озимі пшениця та жито) значно менше й рівномірніше споживали з ґрунту елементи живлення, винос NPK був у середньому на рівні 180-206 кг/га. Кукурудза та конюшина, порівняно з групою зернових попередників, використовували в 2,5-2,6 разу більше поживних речовин, а картопля – в 3,6 разу.

Цінність поживних решток як добрива, поряд із їхньою кількістю, визначається перш за все вмістом у них азоту. Визначення хімічного складу рослинних решток в експерименті вказує на досить суттєву різницю за вмістом цього елемента по культурах. Азотом були більш багаті рештки конюшини – 2,74-3,06 % на абсолютно суху речовину. Дещо менше його було в рештках картоплі та кукурудзи – 1,81-2,80 %. Для групи зернових колосових попередників цей показник перебував у межах 0,40-1,16 %. Майже аналогічна ситуація спостерігалася й за вмістом калію. Застосування добрив сприяло більшою мірою підвищенню в рослинних рештках азоту та калію і дещо меншою – фосфору.

Таким чином, винос азоту, фосфору та калію з господарчим урожаєм у середньому за 4 роки перевищував кількість цих елементів, які лишалися в ґрунті у формі рослинних решток, по конюшині в 1,2 разу, по ячменю – в 2,5 разу, кукурудзі – в 2,7, озимій пшениці – в 2,8, озимому житу – в 2,9, картоплі – в 4 рази.

Велике значення має валовий вміст основних елементів живлення, які потрапляють у ґрунт із післязбиральними залишками. Щорічно в ґрунт із органічними рештками найбільше надходило основних елементів живлення після конюшини – 493-622 кг/га NPK (табл. 3.4).

Найбільшу кількість азоту в поживно-коренових рештках містила конюшина – 257-299 кг/га, для інших культур-попередників цей показник був у межах: у кукурудзи – 49-72, картоплі – 31-48, ячменю – 15-34, озимого жита – 14-34, озимої пшениці – 10-22 кг/га. У порівнянні з конюшиною кукурудза залишала після себе NPK в 3,3 разу менше, картопля – в 4,8 разу, а зернові – в 7,8-8,8 разу менше.

Таблиця 3.4 – Кількість поживних речовин, що залишаються у ґрунті з органічними рештками попередників льону-довсуця в тривалому досліді, залежно від агрофону, середнє за 4 роки по кожній культурі

Культура	Варіанти мінеральних добрив	Вміст елементів живлення, кг/га												Всього NPK
		N			P ₂ O ₅			K ₂ O			разом			
		поверх-неві	кор-неві	разом	поверх-неві	кор-неві	разом	поверх-неві	кор-неві	разом				
Озима пшениця	N ₀ P ₆₀ K ₀	3,1	7,3	10,4	1,4	3,4	4,8	7,3	17,3	24,6	39,8			
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,5	13,1	17,6	2,9	8,4	11,3	13,5	39,7	53,2	82,1			
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	5,8	16,3	22,1	3,2	9,1	12,3	10,1	28,5	38,6	73,0			
	N ₀ P ₀ K ₀	4,9	9,0	13,9	5,3	9,6	14,9	13,1	23,9	37,0	65,8			
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,6	11,0	16,6	2,6	5,2	7,8	13,9	27,3	41,2	65,6			
Озиме жито	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	11,8	22,4	34,2	5,7	10,9	16,6	11,2	21,3	32,5	83,3			
	N ₀ P ₀ K ₀	5,9	8,8	14,7	3,4	5,1	8,5	11,4	17,0	28,3	51,5			
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,0	21,3	34,3	4,6	7,6	12,2	15,6	25,6	41,2	87,7			
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	12,3	19,2	31,5	6,2	9,7	15,9	14,0	21,8	35,8	83,2			
	N ₀ P ₀ K ₀	17,7	13,4	31,1	4,4	3,4	7,8	27,6	20,8	48,4	87,3			
Картопля	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	23,4	20,1	43,5	5,1	4,4	9,5	47,4	40,7	88,1	141,1			
	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	26,3	21,8	48,1	3,7	8,2	42,6	35,3	77,9	134,2				
	N ₀ P ₀ K ₀	12,1	36,6	48,7	3,8	11,5	15,3	17,3	52,1	69,4	134,2			
	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	15,5	56,4	71,9	4,5	16,5	21,0	22,1	80,2	102,3	195,2			
	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	15,4	56,3	71,7	5,6	20,5	26,1	21,9	79,9	101,8	199,6			
Конюшина *післядія	N ₀ P ₀ K ₀	49,6	207,1	256,7	9,8	40,8	50,6	35,8	149,7	185,5	492,8			
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	53,2	229,8	283,0	11,3	48,7	60,0	49,8	215,2	265,0	608,0			
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	56,6	242,4	299,0	11,3	48,3	59,6	49,8	213,1	262,9	621,5			

Коренева маса за вмістом азоту та вуглецю була біологічно дещо ціннішою, ніж рештки стебел, які мали більш широке співвідношення C:N.

Якщо прийняти, що в 1 т напівперепрілого гною міститься азоту 5 кг, фосфору – 2,5 та калію – 6 кг, то з поживно-кореновими рештками конюшини в ґрунт надходило азоту за кількістю еквівалентно 51-60 т, фосфору – 20-24 т та калію – 31-44 т/га гною.

У той же час із органічними рештками кукурудзи в ґрунті залишалось азоту еквівалентно 10-14, фосфору – 6-10, калію – 12-17 т/га гною. Після картоплі, відповідно, 6-10, 3-4 та 8-15 т/га, зернових – 2-7, 2-7 та 4-9 т/га еквівалентно гною.

Останнім часом, враховуючи обставини, що склалися в землеробстві, багато вчених висловлюються за визначення доз добрив із урахуванням післядії елементів живлення, що залишилися в поживно-коренових рештках [19, 162, 166-171].

Таким чином, уточнення рекомендованих середніх норм добрив не обмежується поправками на агрохімічні показники ґрунтів, оскільки вже наступного року після агрохімічного обстеження на кожному полі можуть проявитися особливості в живленні культур-попередників. Тому, щоби створити оптимальні умови для отримання запланованого рівня врожайності льону при мінімальних витратах добрив, необхідно при розрахунках потреби в елементах живлення врахувати, що поживні речовини в рештках попередників перебувають в органічній формі, тому коефіцієнт використання слід вважати як дію органічного добрива на першу культуру за відповідними коефіцієнтами.

Враховуючи те, що в перший рік із мінеральних добрив використовується рослинами наступна кількість поживних речовин (у %): азоту 65, фосфору 20 (при локальному внесенні – 40-80) та калію 70, рештки попередників у нашому випадку будуть відповідати (еквівалентні) кількості добрив, наведених у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Агрохімічна характеристика різних культур-попередників льону-довгунця відносно мінеральних добрив, одержана розрахунково-еквівалентним способом, середні показники за 4 роки по кожній культурі

Культура	Варіанти мінеральних добрив	Кількість решток, т/га	Еквівалентно мінеральним добривам, в кг/га др.			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всього NPK
Ячмінь	N ₀ P ₀ K ₀	3,68	5,65	17,0	28,3	51,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,85	13,2	24,4	41,2	78,8
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	3,77	12,1	31,8	35,8	79,7
Озима пшениця	N ₀ P ₀ K ₀	4,40	4,0	9,6	24,6	38,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,34	6,8	22,6	53,2	82,6
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	5,11	8,5	24,6	38,6	71,7
Озиме жито	N ₀ P ₀ K ₀	4,39	5,4	29,8	37,0	72,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,81	6,4	15,6	41,2	63,2
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	4,61	13,2	33,2	32,5	78,9
Кукурудза	N ₀ P ₀ K ₀	4,44	18,7	30,6	69,4	118,7
	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	5,62	27,7	42,0	102,3	172,0
	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	5,69	27,6	52,2	101,8	181,6
Картопля	N ₀ P ₀ K ₀	3,09	12,0	15,6	48,4	76,0
	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	3,73	16,7	19,0	88,1	123,8
	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	3,55	18,5	16,4	77,9	112,8
Конюшина * післядія	N ₀ P ₀ K ₀	11,90	98,7	101,2	185,5	358,4
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,93	108,9	120,0	265,0	493,9
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	12,59	115,0	119,2	262,9	497,1

Враховуючи те, що рослини льону-довгунця характеризуються як найбільш вимогливі до родючості ґрунтів у порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами, бо мають короткий період споживання основних елементів живлення і відносно слабкорозвинену кореневу систему з низьким рівнем засвоєння важкодоступних форм поживних речовин, а саме: вони виносять із фосфорних добрив 10-25 % фосфору, а з ґрунту – 4-10 % та калійних відповідно – від 13 до 60 % калію та 11,7-13,0 % [172]. Тому їхня продуктивність значною мірою залежить від попередників та системи удобрення.

Аналіз експериментальних даних показав, що накопичення органічних речовин у вигляді післяжнивних решток та вміст у них елементів живлення залежать від біологічних особливостей культур-попередників, їхнього поєднання в різних ланках сівозмін, прийомів вирощування і кількості внесених органічних та мінеральних добрив. Так, найбільша кількість поживних решток накопичувалась після конюшини одного року використання, яка висівалася після ячменю на фоні післядії $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 12,93 т/га, що еквівалентно 493,9 кг/га діючої речовини NPK мінеральних добрив в дозі $N_{109}P_{120}K_{265}$ при співвідношенні N:P:K як 1:1,1:2,4 (табл. 3.5). Далі попередники за цими параметрами розташувалися наступним чином: кукурудза на силос (після вівса) на фоні $N_{160}P_{160}K_{160} + 20$ т/га гною – кількість решток – 5,62 т/га, що еквівалентно 172 кг/га NPK або дозі $N_{28}P_{42}K_{102}$ (1:1,5:3,6); озима пшениця після конюшини, відповідно 5,34 т/га та 82,6 кг/га NPK або $N_7P_{23}K_{53}$ (1:3,2:7,6); озиме жито після кукурудзи на силос – 4,81 т/га і 63,2 кг/га NPK або $N_6P_{16}K_{41}$ (1:2,7:6,8); ярий ячмінь після картоплі – 3,85 т/га і 78,8 кг/га NPK або $N_{13}P_{25}K_{41}$ (1:1,9:3,1) при цьому всі зернові культури вирощувалися на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$; картопля після ячменю по фоні $N_{160}P_{160}K_{160} + 30$ т/га гною – 3,73 т/га і 123,8 кг/га NPK або $N_{17}P_{19}K_{88}$ (1:1,1:5,2).

Діагностика вмісту елементів живлення в поживних рештках попередників за принципом еквівалентності (табл. 3.5, 3.6) дозволяє зробити висновок, що при вирощуванні льону-довгунця на дерново-середньопідзолистому пілуватому-супіщаному ґрунті, в якому вміст

фосфору відповідає підвищеному рівню (119-145 мг/кг) та калію – від низького рівня до середнього (80-126 мг/кг), загальнорекомендовану дозу мінеральних добрив (N₃₀P₆₀K₉₀) можна зменшити в середньому після: озимих пшениці та жита, відповідно, на 36 і 40 %, ячменю – на 39 %, картоплі – на 42 %, кукурудзи на силос – на 13 %.

Таблиця 3.6 – Вміст основних елементів живлення та їх співвідношення у поживних рештках культур-попередників льону-довгуця (усереднено за фонами добрив), середні показники за 4 роки по кожній культурі

Культури - поперед- ники	Вміст у поживних рештках еквівалентно мінеральним добривам, кг/га д.р.				Співвідно- шення в поживних рештках		Співвідношення елементів живлення – винос продукцією попередників: залишок у поживних рештках			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всього NPK	N:P:K	P:K	N _в : N _з	P _в :P _з	K _в :K _з	N:P:K _в : N:P:K _з
Коню- шина	107,5	113,5	237,8	458,8	1:1:2	1:2,1	1:0,4	1:2,3	1:1,22	1:0,9
Куку- рудза	24,7	41,6	91,0	157,3	1:2:4	1:2,2	1:0,14	1:0,75	1:0,37	1:0,3
Картопля	15,7	17,0	71,5	104,2	1:1:3	1:4,2	1:0,07	1:0,29	1:0,18	1:0,15
Ячмінь	10,3	24,4	35,1	69,8	1:2:3	1:1,4	1:0,13	1:0,60	1:0,58	1:0,4
Озиме жито	8,3	26,2	36,9	71,4	1:3:4	1:1,4	1:0,09	1:0,58	1:0,50	1:0,3
Озима пшениця	6,4	18,9	38,8	64,1	1:3:6	1:2,1	1:0,08	1:0,51	1:0,62	1:0,3

Після конюшини надходження засвоюваних рослинами льону елементів живлення з рештками у перший рік перевищує рекомендовану дозу мінеральних добрив у 2,5 разу. Цей розрахунок доз мінеральних добрив для основного внесення під льон дозволяє після конюшини одного року використання не застосовувати їх узагалі. Наведені дані є основою для розробки в кожному конкретному випадку науково обґрунтованої регіональної системи застосування мінеральних добрив під льон-довгунець.

Таким чином, результатами наших досліджень встановлено, що скорегована відповідно до попередників льону та системи їхнього удобрення в сівозміні доза мінеральних добрив під льон повинна становити після: озимої пшениці – $N_{18}P_{37}K_{55}$, озимого жита – $N_{18}P_{36}K_{54}$, ячменю – $N_{18}P_{37}K_{55}$, картоплі – $N_{17}P_{35}K_{52}$, кукурудзи на силос – $N_{26}P_{52}K_{78}$ при оптимальному співвідношенні елементів живлення – $N:P:K = 1:2:3$. Після конюшини одного року використання льон доцільно вирощувати без застосування мінеральних добрив.

Враховуючи той факт, що при внесенні необхідної кількості елементів мінерального живлення, під льон-довгунець особливо, велике значення має й оптимальне співвідношення між ними. Дисбаланс між азотом, фосфором та калієм може значно впливати на продуктивність рослин льону та їхню якість. За даними ВНДІЛ, співвідношення між азотом, фосфором та калієм на низькозабезпечених азотом ґрунтах повинно бути 1:2:3 і навіть 1:3:4 [443].

Згідно з нашими даними (табл. 3.6), в середньому на всіх фонах мінерального живлення, з пожнивними рештками культур-попередників льону залишалася у ґрунті різна кількість основних макроелементів із неоднаковим їхнім співвідношенням. Близьке до оптимального співвідношення спостерігалось тільки в рештках ячменю та озимого жита, при цьому винос значно (крім конюшини) перевищував накопичення макроелементів.

3.3. Вплив культур-попередників на фітосанітарний стан посіву льону-довгунця

Аналіз потенційної засміченості орного шару ґрунту в господарствах 17 областей України в різних ґрунтово-кліматичних зонах (С. О. Трибель та ін., 2001) показав, що запаси насіння бур'янів в середньому становлять від 1,14 до 1,71 млрд шт./га. За запасами насіння в орному шарі ґрунту в зоні достатнього зволоження (Полісся) серед видів бур'янів на першому місці стоїть родина Лободових, насіння представників цієї родини становить 62,7 %.

Серед видів найбільші запаси лободи білої, лободи гібридної, лободи багатонасінної. На другому місці представники родини Амарантових (Щирицевих) – у структурі загальних запасів насіння у ґрунті їхнє насіння становить 21,6 % (масовими видами є щириця біла, щириця звичайна, щириця жминдовидна (лободовидна) та інші). На третьому місці представники родини Тонконогових або Злакових – 6,4 % (півняче просо, мишій сизий та зелений). Далі ідуть представники родини Гречкових – 4,5 % (найбільш поширені – гірчак розлогий, гірчак почечуйний, гірчак берізковидний, гірчак шорсткий). На частку представників Капустяних (Хрестоцвітих) припадає 1,6 % (гірчиця польова, кучерявець Софії, редька дика та інші). Представники родини Астрових (Складноцвітих) – 1,1 % (пушняк канадський, волошка синя, види ромашок) [61].

Бур'яни постійно присутні в посівах, незалежно від того, застосовували гербіциди чи ні. Змінюється тільки їхня активність та разом з нею шкодочинність. Ставити питання про їхнє повне знищення практично безглуздо – необхідно утримувати чисельність на безпечному рівні, і для цього слід вивчати закономірності формування видового складу бур'янів у посівах сільськогосподарських культур.

Урожайність льону та його якість перебувають у прямій залежності від засміченості попередника і в подальшому – самої культури [107, 108, 168, 169].

Здатність окремих культур та сортів пригнічувати бур'яни дуже різна внаслідок їхніх особливих фізіологічних властивостей та агротехніки.

Аналізуючи отримані дані (табл. 3.7), можна відмітити, що на період збирання льону найменш засміченим, як у кількісному, так і ваговому відношеннях, його посіви були після озимої пшениці, жита та конюшини (перша група).

Максимальна вагова засміченість відмічалася після кукурудзи, картоплі та ячменю (друга група), вона перевищувала засміченість

після попередників першої групи у 1,2 разу або на 15 відсотків. На наш погляд, це пояснюється декількома факторами.

Таблиця 3.7 – Засміченість стеблостою льону-довгуниця бур'янами в залежності від попередників, середнє за 4 роки по кожному попереднику

Попередники	Кількість бур'янів, шт./м ²						
	повні сходи			перед збиранням			
	всього	в т.ч.		всього	в т.ч.		Суха маса, г/м ²
		злако-вих	дводольних		злако-вих	дводольних	
Озима пшениця	140	39	101	141	77	64	42,0
Конюшина	164	45	120	149	78	71	46,0
Озиме жито	157	68	88	151	101	50	43,7
Ячмінь	185	99	86	227	169	58	49,5
Картопля	145	69	76	164	98	66	49,2
Кукурудза	105	46	60	130	83	47	52,4

По-перше, озимі зернові культури (пшениця та жито) мали найбільшу щільність рослин на одиниці площі за рахунок високого коефіцієнту кушення (2,8-3,6), були відносно високорослими, що у підсумку забезпечувало більше проективне покриття площі поля (ступінь затінення) і погіршувало розвиток рослин бур'янів.

По-друге, на конюшині проводилося дворазове скошування зеленої маси, що також у свою чергу обмежувало розвиток рослин бур'янів.

По-третє, забур'яненість посівів льону після просапних попередників (картопля, кукурудза) пов'язана із внесенням під них гною, який був до певної міри додатковим джерелом надходження насіння бур'янів у ґрунт.

По-четверте, за рахунок меншого коефіцієнту кушення (1,8-2,5), а також меншої висоти рослин ячмінь забезпечував низьке проективне покриття одиниці площі і був відносно мало конкурентоспроможним до бур'янів. На просапних культурах переважали такі бур'яни, як

любода біла та півняче просо. Після ячменю льон засмічувався переважно у нижньому ярусі однорічними злаковими бур'янами та частково дводольними бур'янами у верхньому ярусі. Після конюшини бур'яни (особливо пирій повзучий) розвивалися осередками, найсильніше у тих місцях, де конюшина зріджувалася та випадала зовсім. Таким чином, мінімальною забур'яненість льону була після озимої пшениці й жита.

Попередники деякою мірою, а погодні умови особливо, впливають на ураження рослин льону хворобами. Особливе значення попередники мають в обмеженні шкідливих організмів, що живуть у ґрунті, а це – більшість збудників хвороб.

Вважається, що широко розповсюджене захворювання – кореневі гнилі – найбільше вражають такі культури-попередники, як ячмінь, озима пшениця, значно слабше – озиме жито. Тому в такій же послідовності вони спричиняють вплив на ураження наступної культури, в нашому випадку льону. В той же час у дослідженнях В. І. Чучваги (2000) з вивчення впливу різних польових культур на інфекційний потенціал збудника фузаріозного в'янення було встановлено, що у кореневих витяжках конюшини, озимої пшениці й особливо вівса проростання конідій затримувалось. Ці виділення були несприятливим середовищем для розвитку збудника хвороби фузаріозного в'янення льону. Тобто вони є інгібіторами розвитку гриба *Fusarium oxysporum* (f. *lini*). Висновок був таким, що для зменшення шкідливої дії збудника фузаріозу льону в сівозміні доцільно включати ці культури [175]. Можливо, саме тому в наших дослідженнях не відмічалось ураження рослин льону цим захворюванням.

За даними А. І. Пупоніна [110], корені льону-довгунця виділяють синильну кислоту, що охороняє їх від ураження патогенними грибами (вочевидь, далеко не всіма – О. Локоть). У наших дослідженнях спостерігалися прояви ураження рослин льону-довгунця збудниками іржі, антракнозу, поліспорозу, аскохітозу (табл. 3.8). При цьому найкращий фітосанітарний стан посівів був

при розміщенні льону після озимого жита: кількість уражених хворобами рослин не перевищувала 7,7%. Після просапних попередників ступінь ураження зріс у середньому на 3,8% або в 1,5 разу. Розміщення льону після озимої пшениці та ячменю сприяло зростанню кількості хворих рослин на 6,1% або в 1,8 разу. Найбільший відсоток уражених рослин спостерігався після конюшини – ступінь ураження зростав на 8,4% або в 2,1 разу, що, як вказувалося раніше, пов'язано зі значним надлишком азоту в ґрунті після цього попередника (див. табл. 3.4).

Таблиця 3.8 – Вплив попередників на ураженість рослин льону-довгунця хворобами, середнє за 4 роки по кожному попереднику

Попередники	Ступінь ураження хворобами, %				
	у тому числі				
	загальний	іржею	антракнозом	поліспорозом	аскохітозом
Озиме жито	7,5	3,3	2,3	1,8	0,3
Кукурудза	11,0	8,8	1,0	1,0	0,3
Картопля	12,3	9,5	1,5	1,0	-
Озима пшениця	13,5	9,5	1,8	1,5	0,8
Ячмінь	13,8	10,3	1,8	0,8	1,0
Конюшина	16,5	11,5	3,5	0,8	0,3

Таким чином, оцінка фітосанітарного стану агроценозів є підґрунтям як для інтегрованого захисту рослин від шкідливих організмів, так і для технології вирощування культур у цілому в сівозміні.

3.4. Вплив культур-попередників на урожайність і якість льону-довгунця

Параметри біометричного стану посівів та морфологічних ознак рослин льону-довгунця залежно від культур-попередників. Аналіз багаторічних даних, отриманих у наших дослідженнях, показав, що попередники по-різному впливали на параметри біометричного стану посіву та морфологічних ознак рослин льону-довгунця. В середньому за чотири роки польова схожість насіння

льону становила 74 %, з коливанням за роками від 60-65 до 85-94 %. Після картоплі, кукурудзи, озимого жита та ячменю сходи з'являлися дещо швидше (на 1-3 дні) та дружніше. Кількість рослин після сходів була максимальною після картоплі – 2192 шт./м², польова схожість становила 78,3 %. Близькими до картоплі за цим показником були кукурудза, озиме жито і ячмінь. Після конюшини та озимої пшениці величина цього показника порівняно з картоплею була меншою, відповідно – на 9,7 та 8 % (табл. 3.9). Раніше нами відмічалася дещо більша пухкість ґрунту після конюшини та озимої пшениці, що, вірогідно, послабляло контакт насіння льону з ґрунтом і до деякої міри позначилося на повноті сходів.

Ступінь вилягання рослин льону визначався перш за все погодними умовами і до певної міри попередниками. У більш посушливі роки льон незалежно від попередників не вилягав зовсім. У роки, коли у міжфазний період від початку бутонізації і до утворення насіння у коробочках спостерігався надлишок опадів (які до того ж мали зливовий характер), найменш стійкими до вилягання виявилися рослини льону, розташованого після конюшини. На нашу думку, це викликано порушенням співвідношення N:P:K у післязбиральних рештках, що залишилися після конюшини, яке становило 1:1:2 (див. табл. 3.6). При цьому відносний надлишок азоту міг викликати не тільки вилягання посівів, але й призвести до утворення пухких волокон, розгалуження стебел – відношення технічної частини стебел до загальної, яке при цьому було найнижчим і становило 89 %. У той же час цей показник після зернових попередників був 90,4 %, просапних – 90,6 % (табл. 3.9). Зрештою, це знижувало якість льоносировини – процентний вихід всього та довгого волокна, більш низьку його номерність тощо.

Значним недоліком посівів льону може бути велика його ярусність, тобто нерівномірність стебел по висоті, що значно позначається на якості льоносировини. За даними Л. Д. Фоменко (1967), солома льону завдовжки 78 см вилежувалась 14 днів і давала тресту номером 2,5, яка мала 34 % волокна, а стебла завдовжки 43 см

вилежувались 22 дні і давали тресту номером 1,0 із вмістом волокна 25 % [148]. У нашому випадку найменша вирівняність стеблостою льону – 89,8 % спостерігалася після конюшини, після просапних попередників цей показник зростав у середньому до 92 %. Найвищу його величину – 94,0 % отримано після зернових попередників (табл. 3.9).

Після конюшини надлишок азоту викликав збільшення питомої ваги надземної частини рослин та формування потовщених і послаблених стебел, що здатні до вилягання (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Вплив попередників на біометричний стан посіву та морфологічну будову стебел льону-довгунця, в середньому за 4 роки по кожному попереднику

Показники	Попередники					
	озима пшениця	конюшина	ячмінь	озиме жито	картопля	кукурудза
Повнота сходів, %	70,3	68,6	75,3	75,4	78,3	75,9
Кількість рослин після сходів, шт./м ²	1968	1921	2107	2112	2192	2125
Кількість рослин перед збиранням, шт./м ² , всього	1658	1600	1825	1841	1947	1845
в т. ч. продуктивних	1383	1345	1414	1457	1519	1391
% продуктивних до загальної кількості	83,4	84,1	77,5	79,1	78,0	75,4
Загибло рослин за вегетацію, %	15,8	16,7	13,4	12,8	11,2	13,2
Висота рослин, см:						
загальна	73	73	74	73	74	75
технічна	66	65	67	66	67	68
Відношення технічної частини до загальної, %	90,4	89,0	90,5	90,4	90,5	90,7
Діаметр стебла, мм	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3
Ступінь вирівняності стебел, %	94,2	89,8	93,3	94,5	92,2	91,8
Маса 1000 насінин, г	5,0	4,8	4,7	4,8	5,0	4,9

За період вегетації гинуло в середньому 250-300 рослин льону на 1 м² (вплив погодного фактору, шкочочинних організмів тощо). За

роками показник загибелі рослин коливався від 4-12 до 17-30 %. Найбільше рослин льону за вегетаційний період гинуло після конюшини – 16,7 %. Таким чином, при надлишку азоту в ґрунті (відносно інших елементів) після конюшини спостерігався дещо негативний вплив на процеси росту та розвитку рослин льону: надмірний розвиток вегетативної маси, зниження стійкості рослин проти бактеріальних і грибкових хвороб, несприятливих погодних умов, подовження періоду розвитку та досягання тощо.

По інших попередниках загибель рослин льону була дещо меншою і коливалася в межах 11,2-13,4 %. Маса 1000 насінин льону дещо більшою була після озимої пшениці та картоплі й становила 5 г (табл. 3.9).

Вплив культур-попередників на урожайність та якість льонувовунця. Облік врожаю льонопродукції й визначення якісних показників волокна в досліді (табл. 3.10) показали, що всі попередники забезпечили врожайність насіння в середньому за 5 років на рівні 5,9 і соломки 51,3 ц/га. Проте після озимої пшениці, конюшини та кукурудзи врожайність насіння була вищою – 6,0-6,1 ц/га або на 5-7 %, а після картоплі, жита та ячменю становила 5,7-5,8 ц/га. Врожайність соломки при цьому була більшою після ячменю, конюшини та картоплі – 52,6-53,7 ц/га. Після кукурудзи вона знижувалась у середньому на 4,5 %, озимої пшениці і жита – на 7,5 %.

Зернові колосові попередники, а також кукурудза сприяли формуванню найбільш волокнистих стебел, у котрих містилося валового волокна від 26,1 до 27,0 %, а вихід довгого волокна становив 22,1-22,4 %. Найвищу врожайність довгого волокна отримано після ячменю – 11,8 ц/га та картоплі – 11,7 ц/га, або на 5-9 % більше, ніж після інших попередників. При цьому отримано найвищі показники в центнеро- та процентномерах. Найнижчий вихід волокна та його збір отримано після конюшини. Картопля за цими показниками займає проміжне становище (табл. 3.10).

Після зернових колосових культур та кукурудзи якість довгого волокна була в середньому вищою, ніж після картоплі на 0,2 та

конюшини – на 0,4 номери. За технологічною оцінкою чесане довге волокно найбільш низькі фізико-механічні властивості мало після конюшини та кукурудзи. За іншими попередниками показники технологічної якості мали між собою незначні відхилення (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Урожайність та якість льонопродукції залежно від попередників, у середньому за 4 роки по кожному попереднику

Показник	Попередник					
	куку- рудза	озиме жито	кар- топля	ячмінь	коню- шина	озима пшениця
Урожайність, ц/га:						
насіння	6,1	5,7	5,7	5,8	6,1	6,0
соломи	50,6	49,3	53,7	52,6	52,7	48,7
всього волокна	13,2	13,3	13,6	14,1	12,5	12,7
в т. ч. довгого	11,2	11,0	11,7	11,8	10,9	10,8
Вихід волокна з соломи, %: всього	26,1	27,0	25,3	26,8	23,7	26,1
в т. ч. довгого	22,1	22,3	21,8	22,4	20,7	22,2
Вихід з 1 га: процентономерів	261,0	253,8	237,8	249,2	225,2	250,6
центнерономерів	132,0	125,0	127,8	131,1	118,8	121,9
Номер гіпаного волокна: всього	10,0	9,4	9,4	9,5	9,5	9,6
в т. ч. довгого	11,5	11,0	10,9	10,7	10,7	11,0
Якість чесаного волокна: міцність, кгс	20,6	21,8	21,0	20,9	21,0	21,1
гнучкість, мм	46	47	49	50	48	49
Якість пражі: метричний номер	320	305	324	312	277	308
Розрахункова добротність, км	15,0	15,2	15,4	15,4	14,7	15,2

У цілому, на наш погляд, краще провести узагальнений аналіз ефективності сівозмінного фактору по групах попередників льону: трави – просапні – зернові. У цьому випадку урожайність насіння по травах (конюшина одного року використання) буде на рівні 6,1 ц/га

або дещо вищою, ніж після просапних попередників на 0,2 ц/га, або 3,3 % та по зернових – на 0,3 ц/га (4,9 %). За врожайністю валового волокна трави як попередники виявилися менш продуктивними – 12,5 ц/га. При цьому приріст валового волокна після просапних та зернових попередників був однаковим – 0,9 ц/га (7,2 %). За показником урожайності довгого волокна просапні попередники забезпечували дещо більший приріст – 0,5 ц/га (4,6 %), ніж зернові – 0,3 ц/га (2,7 %), при врожайності після трав – 10,9 ц/га. За номерністю довгого волокна попередники розташувалися таким чином: трави – 10,7, зернові – 10,9, просапні – 11,2. За виходом процентнономерів з 1 га зернові та просапні однаково перевищували трави – на 11 %, а центнерономерів – просапні – на 9 %, а зернові – на 6 %. Щодо якості чесаного волокна, то попередники за показниками були досить близькими, а за якістю пряжі (метричний номер) просапні перевищували трави на 16 %, а зернові – на 11 %.

Аналіз показав, що при внесенні під льон-довгунець загально-рекомендованої дози мінеральних добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) по агрофону, що формувався в ґрунті за рахунок пожнивних решток його попередників, після конюшини накопичувалась значна кількість азоту – 137,5 кг/га д. р. (азот добрив + азот решток). Ця кількість азоту перевищувала його вміст після просапних попередників (картоплі та кукурудзи) в середньому у 2,7 разу (50,2 кг/га), зернових – у 3,6 разу (38,3 кг/га). При цьому співвідношення елементів живлення, а саме азоту, фосфору і калію після конюшини дорівнювало $N:P:K = 1:1,3:2,4$, після просапних – $1:1,7:3,4$, зернових – $1:2,2:3,3$. На фоні надлишкової кількості азоту після конюшини вміст усього волокна в стеблах льону становив 23,7 %, в т.ч. довгого – 20,7 %, при зменшенні кількості азоту в ґрунті після просапних та зернових попередників ці показники зростали в середньому відповідно – до 25,7 і 21,9 % та 26,6 і 22,3 % (табл. 3.10). При цьому в льону, вирощеному на фоні підвищеного вмісту азоту, погіршуються анатомічні властивості стебел – елементарні волокна формуються з тонкими стінками, пухкими луб'яними пучками з невеликим

ступенем одерев'яніння, що в свою чергу призводить до зниження вмісту волокна та погіршення його якісних показників [176].

У льоносіючих районах Лівобережного Полісся спостерігається низький або середній вміст калію на фоні підвищеного вмісту фосфору. Загалом калій перебуває у другому мінімумі після азоту (А. І. Мельник, 2012), тоді як посилене калійне живлення необхідне для отримання льоноволокна доброї якості [97]. Під впливом саме калійного живлення збільшуються довжина і міцність елементарних волоконця, зменшується їхня внутрішня порожнина, підвищується компактність луб'яних пучків. Згідно з літературними даними, застосування підвищених доз калію забезпечує багатогранну форму поперечного зрізу луб'яної клітини, що є ознакою високої якості волокна [177]. Значне перевищення калію порівняно з азотом – важлива умова вирощування льону, який стійкий до вилягання і має високу якість соломи, волокна й насіння [177]. Це підтверджується нашими даними: так, співвідношення калію до азоту по зернових попередниках становило відповідно як 3,3 до 1 та 3,4 до 1, а після конюшини – 2,4 до 1,

На підставі наведених вище даних можна стверджувати, що в умовах зони Лівобережного Полісся раціональним як з точки зору продуктивності, так і якості льонопродукції буде розміщення льону в наступній сівозмінній ланці: ярий ячмінь з підсівом конюшини – конюшина – озима пшениця – льон.

3.5. Економічна та біоенергетична оцінка вирощування льону-довгунця після різних попередників

Для характеристики продуктивності культур-попередників, льону-довгунця та самої сівозміни за тривалий період часу урожайність кожної культури необхідно перевести до порівняльних показників. Такими можуть бути закупівельні ціни, кормові або зернові одиниці. У своїх розрахунках ми використовували зернові одиниці, які у своїй основі мають ціни на продукцію рослинництва. Кормові одиниці могли би бути більш точним відображенням

загальної продуктивності сівозміни, але для продукції окремих культур, а саме – льону, не існує науково обґрунтованих коефіцієнтів переводу, що не дає змоги використовувати їх у всіх випадках.

Загальновідомо, що інтенсифікація світового сільського господарства призводить до різкого збільшення антропогенних енерговкладень у виробництво продуктів харчування. Установлено, що вже в останні десятиріччя зростання урожайності у 2-3 рази супроводжувалося розширенням затрат на одиницю продукції енергії непоновлюваних ресурсів у 10-15 разів. У зв'язку з цим стає очевидною необхідність у більш раціональному їхньому використанні при створенні оптимальних умов для посівів, підвищення їхньої продуктивності й енергетичної ефективності виробництва [155].

За даними О. О. Жученка зі співавторами (1983, 1993), витрати непоновлюваної енергії 15 ГДж на 1 га є граничними. За цим бар'єром витрат непоновлюваної енергії починається реальне забруднення довкілля. У цих умовах виникає необхідність проведення детального аналізу всіх потоків енергії в моделях агроecosистем різного рівня біологізації з метою виявлення шляхів більш ефективного використання природних джерел енергії на різних типах ґрунтів [156, 157]. Дослідження в Чернігівському Поліссі (Ю. О. Тараріко та ін., 2005) показали, що сумарні енергозатрати на вирощування культур зерно-трав'яно-просапної сівозміни при внесенні мінеральних добрив підвищувалися відносно контролю на 41 %, а найбільше енергії витрачалося при застосуванні агротехнологій, що базуються на орґано-мінеральній системі удобрення – в 2,2 разу більше, ніж на контролі [178].

В останні десятиріччя в літературі широко використовується показник енергетичної ефективності технологій вирощування польових культур – коефіцієнт енергетичної ефективності – Кеє. Він визначається співвідношенням сумарних енерговитрат і виходу енергії урожаю та відбиває енергетичну віддачу у вигляді

рослинницької продукції на одиницю витрачених ресурсів промислового походження [73, 179, 180].

Дослідження свідчать, що різні культури сівозміни та агротехнології їхнього вирощування, засновані на різних системах удобрення, як правило, по-різному впливають на накопичення ґрунтової органічної речовини і відповідно – на рівень забезпечення енергоємності ґрунту та сталість агроєкосистем в цілому. Особливо гострим це питання в Україні стало останніми роками, коли спостерігається істотне скорочення обсягів застосування органічних і мінеральних добрив. Так, за даними Г. А. Мазура, під урожай 2001-2004 рр. у середньому в рік вносилося 1,7 т/га органічних і близько 33 кг/га NPK, при цьому орієнтовно на азотні добрива припадало 65-80 % повного мінерального добрива. Це викликало чітку тенденцію до зниження вмісту гумусу в орному шарі та закономірного зменшення вмісту в ґрунтах Полісся біогенних елементів, підвищення в них кислотності. Тому, в цьому відношенні особливо актуальною є оцінка адекватності фактичної величини врожайності та її ресурсного забезпечення [83].

Рівень економічної ефективності льонарства визначають за виходом валової і товарної продукції з одиниці земельної площі, валового й чистого доходу, продуктивності праці, рентабельності виробництва. Методика їх визначення загальна. Існують окремі специфічні особливості при обчисленні вартості валової льонопродукції. Складність цієї операції пов'язана з тим, що жодний вид сільськогосподарської продукції не має такого широкого діапазону показників якості, як продукція льонарства. Тому вартість валової продукції льонарства доцільно визначати за товарною продукцією (волокно й насіння) і фактичною ціною реалізації. Так, наші дослідження ступеня впливу окремих факторів на показники розміру прибутку від льонарства, які проводили за допомогою кореляційного аналізу, показали достатньо тісну залежність цієї величини від рівня собівартості та якості продукції. Наприклад, розмір прибутку від

реалізації трести в розрахунку на 1 га посіву залежав від сукупного впливу цих двох факторів на 55,2 %. Частка впливу фактору собівартості становила 17 %, а фактору якості продукції (номер трести) – 38,2 %. Таким чином, основний вплив на прибуток має якість продукції.

Проведений порівняльний економічний аналіз результатів експериментальних досліджень продуктивності льону-довгунця після різних попередників та вибір найбільш ефективних із них (табл. 3.11) показав, що в умовах Лівобережного Полісся, згідно з переліком порівнянних цін 2010 року на сільськогосподарську продукцію, найвищий показник сумарної вартості льонопродукції відмічався після кукурудзи – 10015,29 грн/га, найменший – після конюшини – 9281,76 грн/га. Тобто, приріст вартості після кукурудзи становив 733,53 грн/га або 7,9 %. Після картоплі він зменшувався до 718,86 грн/га (7,7 %), ячменю – до 715,45 (7,7 %), озимого жита – до 190,94 (2,0 %), озимої пшениці – до 31,74 грн/га (0,3 %).

За якісними показниками (номер волокна) найменший вартісний показник у реалізованій продукції був після конюшини – 8191,99 грн/га. Найбільший показник вартості спостерігався після картоплі – 8982,31 грн/га, близькими за величиною до нього були параметри показників після ячменю й кукурудзи, значно нижчими – після озимого жита та пшениці (табл. 3.11).

Щорічно у світі використовується енергія, що еквівалентна спалюванню близько 9 млрд тонн умовного палива. Також відомо, що зростання витрат і нагромадження енергії відбувається неадекватно – витрати енергії нарастають інтенсивніше, ніж її нагромадження. При цьому частка поновлюваних енергоресурсів (енергія сонця, рослинної біомаси, вітру, води) становить лише 10 % від загального енергоспоживання. Таким чином, пошук шляхів раціонального використання енергоресурсів за рахунок застосування найбільш адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов агротехнологій є одним із найважливіших завдань сьогодення [178].

Таблиця 3.11 – Економічна ефективність вирощування льону-довгощупця після різних попередників, середнє за чотири роки

Показник	Попередник						
	кукурудза	озиме жито	картопля	ячмінь	коношина	озима пшениця	
Урожай льонопродукції, ц/га:							
насіння	6,1	5,7	5,7	5,8	6,1	6,0	
всього волокна	13,2	13,3	13,6	14,1	12,5	12,7	
в т. ч. довгого	11,2	11,0	11,7	11,8	10,9	10,8	
короткого	2,0	2,3	1,9	2,3	1,6	1,9	
Середній номер волокна:							
довгого	11,5	11,0	10,9	10,7	10,7	11,0	
короткого	3	3	3	3	3	3	
Реалізаційна вартість насіння з 1 га, грн	1089,77	1018,31	1018,31	1036,17	1089,77	1071,90	
Реалізаційна вартість волокна за номером, грн/га:							
довгого	8599,12	8078,40	8672,23	8585,68	7930,87	7931,52	
короткого	326,40	375,36	310,08	375,36	261,12	310,08	
сумарна	10015,29	9472,07	10000,62	9997,21	9281,76	9313,50	
Вартість приросту, грн/га, ±	+733,53	+190,94	+718,86	+715,45	-	+31,74	

Вважається, що оцінка агротехнологій у єдиних енергетичних показниках створює об'єктивні критерії для аналізу енергетичної ефективності галузі. Нами в розрахунках використано дані обліку продуктивності культур-попередників та енергетичних витрат на їхнє вирощування в довготривалому досліді. Сукупні витрати енергії (МДж) на 1 га посіву того чи іншого попередника визначали, виходячи з фактично виконаних технологічних операцій при їхньому вирощуванні, використаних енергозасобів, машин, обладнання, насіння, агрохімікатів, живої праці, застосовуючи відповідні енергетичні еквіваленти [178].

Особливістю проведення енергетичного аналізу різних агротехнічних прийомів є те, що витрати енергії, пов'язані з їхнім здійсненням, мають визначатися в сукупності всього комплексу технологічних робіт. Це зумовлюється тим, що застосування тих чи інших агроприймів або заходів може створити ситуацію, коли економія в одній операції призводить до перевитрат на інших, і навпаки. Розрахунок визначення порівняльної енергетичної ефективності різних попередників із урахуванням усього комплексу технологічних робіт подано в таблиці 3.12.

Дані таблиці показують, що найпродуктивнішими серед попередників льону щодо збору сухих речовин та виходу валової енергії були просапні – кукурудза на силос, картопля, а також конюшина. Нижчими показниками характеризувалися зернові культури.

За вмістом валової енергії в основній продукції попередники розташувалися в такій послідовності: кукурудза (зелена маса) – 100 %, конюшина (зелена маса) – 96,4 %, картопля – 81,5 %, озима пшениця – 41,0 %, озиме жито – 33,9 %, ячмінь – 31,0 %.

За величиною енерговитрат при вирощуванні найменшою енергонасиченістю (витратами енергії на 1 ц сухої речовини) характеризувалася конюшина – 22037 МДж/га, дещо вищими були витрати енергії при вирощуванні зернових попередників – в 1,1-1,3 разу.

Таблиця 3.12 – Біоенергетична оцінка вирощування культур-попередників та льону-довгуниця, середнє за чотири роки

Показник	Культура					
	кукурудза	оз. жито	картопля	ячмінь	коношина	оз. пшениця
Урожайність основної продукції: ц/га	350,0	34,8	274,0	32,5	562,0	42,9
ц/га зернових одиниць	56,0	34,8	43,8	32,5	89,9	42,9
Збір сухих речовин основної продукції, ц/га	105,0	29,9	76,7	37,9	87,7	36,9
Валовий вміст енергії в основній продукції, МДж/га	172095	58275	140284	53373	165841	70590
Загальні витрати енергії, МДж/га	30526	26578	39684	25245	22037	27552
Енергосмієність основної продукції, МДж/ц	291	889	517	905	251	747
Коефіцієнт енерговіддачі, кг/МДж	0,34	0,11	0,19	0,11	0,40	0,13
Енергетичний коефіцієнт, Кее	5,64	2,19	3,54	2,11	7,53	2,56
Продуктивність льону, ц/га зернових одиниць: насіння	9,8	9,1	9,3	9,3	9,8	9,6
довге волокно	33,6	27,3	35,7	35,4	32,7	32,4
коротке волокно	6,0	6,9	5,7	6,9	4,8	5,7
сумарна	49,4	43,3	50,7	51,6	47,3	47,7
Збір сухих речовин льонопродукції, ц/га: насіння	5,4	5,0	5,1	5,1	5,4	5,3
довге волокно	10,0	9,8	10,4	10,5	9,7	9,6
коротке волокно	1,8	2,1	1,7	2,1	1,4	1,7
сумарний	17,2	16,9	17,2	17,7	16,5	16,6
Валовий вміст енергії, МДж/га: насіння	12620	11788	11994	11994	12620	12408
довге волокно	20175	19815	21076	21256	19635	19455
коротке волокно	3603	4143	3423	4143	2882	3423
сумарний	36398	35746	36493	37393	35137	35286
Загальні витрати енергії, МДж/га	33563	34581	35178	32562	34811	32376
Енергосмієність льонопродукції, МДж/ц	1963	2046	2045	1840	2110	1950
Енергетичний коефіцієнт, Кее	1,08	1,03	1,04	1,15	1,01	1,09

При цьому різниця у витратах енергії в межах групи зернових попередників була не дуже відчутною і коливалася від 974 до 2307 МДж/га. При вирощуванні просапної групи попередників витрати енергії зростали, відповідно, по кукурудзі у 1,4 та картоплі – 1,8 разу.

Біоенергетична оцінка культур-попередників показала, що найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності мала конюшина – 7,53 (табл. 3.12). Енергетичний коефіцієнт для просапних культур становив 3,54-5,64, для зернових – 2,11-2,56.

Аналіз структури енерговитрат при вирощуванні льону-довгунця та культур-попередників проводили двома способами: 1-й – за окремими видами ресурсів (табл. 3.13), 2-й – за окремими технологічними операціями з використанням тих чи інших ресурсів (табл. 3.14).

Дані таблиці 3.13 показують, що найбільша частка енерговитрат припадає на органічні та мінеральні добрива і паливно-мастильні матеріали, у зернових культур – і на насіння. У льону-довгунця значна частка енерговитрат припадає на живу працю та паливно-мастильні матеріали.

У структурі операційно-ресурсних витрат (табл. 3.14) перш за все енергія витрачалася на внесення мінеральних та органічних добрив, збирання і транспортування врожаю, насіння тощо.

Аналіз економічної ефективності вирощування культур у ланці сівозміни загалом та льону-довгунця зокрема показав, що найвищою продуктивністю характеризувалася ланка, де вирощувалися конюшина, озима пшениця і льон – 180,5 ц/га зернових одиниць. Це перевищувало показники інших ланок за сумарною продуктивністю на 10,8-52,6 ц/га зерн. од. або на 6,4-41,1 % (табл. 3.15). При цьому найбільша сумарна врожайність льонопродукції отримана у ланці сівозміни: картопля – ячмінь – льон – 51,6 ц/га зерн. од., найменша – у ланці: кукурудза – озиме жито – льон – 43,3 ц/га зерн. од. (табл. 3.15).

Таблиця 3.13 – Структура витрат енергоресурсів на вирощування попередників та льону-довгунця, середнє за чотири роки

Культура	Структура витрат енергії									
	загальні витрати енергії, МДж/га	паливо-мастильні матеріали	енергозасоби, машини	насіння	мінеральні добрива	органічні добрива	пестициди	жива праця		
Кукурудза	<u>30526*</u> 100	<u>7723,1</u> 25,3	<u>3296,8</u> 10,8	<u>580,0</u> 1,9	<u>7051,5</u> 23,1	<u>11386,2</u> 37,3	<u>457,9</u> 1,5	<u>30,5</u> 0,1		
Озиме жито	<u>26578</u> 100	<u>4837,2</u> 18,2	<u>4385,4</u> 16,5	<u>8611,3</u> 32,4	<u>6059,8</u> 22,8	-	<u>2657,8</u> 10,0	<u>26,6</u> 0,1		
Картопля	<u>39684</u> 100	<u>11429,0</u> 28,8	<u>3968,4</u> 10,0	<u>1587,4</u> 4,0	<u>9286,1</u> 23,4	<u>10794,0</u> 27,2	<u>2500,0</u> 6,3	<u>119,1</u> 0,3		
Ячмінь	<u>25245</u> 100	<u>4771,0</u> 18,9	<u>3130,4</u> 12,4	<u>8608,5</u> 34,1	<u>5755,9</u> 22,8	-	<u>2953,7</u> 11,7	<u>25,2</u> 0,1		
Конюшина	<u>22037</u> 100	<u>12825,5</u> 58,2	<u>3041,1</u> 13,8	<u>6148,3</u> 27,9	-	-	-	<u>22,1</u> 0,1		
Озима пшениця	<u>27552</u> 100	<u>4794,0</u> 17,4	<u>4353,2</u> 15,8	<u>9312,6</u> 33,8	<u>6281,9</u> 22,8	-	<u>2782,7</u> 10,1	<u>27,6</u> 0,1		
Льон (після просапних)	<u>34371</u> 100	<u>6771,1</u> 19,7	<u>2131,0</u> 6,2	<u>5121,3</u> 14,9	<u>3746,4</u> 10,9	-	<u>1306,1</u> 3,8	<u>15295,1</u> 44,5		
Льон (після зернових)	<u>33173</u> 100	<u>7463,9</u> 22,5	<u>2189,4</u> 6,6	<u>4213,0</u> 12,7	<u>6900,0</u> 20,8	-	<u>796,1</u> 2,4	<u>11610,6</u> 35,0		
Льон (після конюшини)	<u>34811</u> 100	<u>7345,1</u> 21,1	<u>2262,7</u> 6,5	<u>4803,9</u> 13,8	<u>5500,1</u> 15,8	-	<u>1079,1</u> 3,1	<u>13820,1</u> 39,7		

*чисельник – абсолютні величини, знаменник – відсотки

Таблиця 3.14 – Структура операційно-ресурсних витрат енергії при вирощуванні попередників та льону-довгунця, середнє за чотири роки

Культури	Структура витрат енергії							
	загальні витрати енергії, МДж/га	обробіток грунту, сіяба, догляд	збирання, транспортування врожаю	насіяння та його підготовка	мінеральні добрива та їх внесення	органічні добрива та їх внесення	пестициди та їх внесення	
Кукурудза	<u>30526*</u> 100	<u>2777,9</u> 9,1	<u>9554,6</u> 31,3	<u>641,0</u> 2,1	<u>7234,7</u> 23,7	<u>9676,7</u> 31,7	<u>641,0</u> 2,1	
Озиме жито	<u>26578</u> 100	<u>2392,0</u> 9,0	<u>4225,9</u> 15,9	<u>9621,2</u> 36,2	<u>6431,9</u> 24,2	-	<u>3907,0</u> 14,7	
Картопля	<u>39684</u> 100	<u>4166,8</u> 10,5	<u>8333,6</u> 21,0	<u>2738,2</u> 6,9	<u>7540,0</u> 19,0	<u>14325,9</u> 36,1	<u>2579,5</u> 6,5	
Ячмінь	<u>25245</u> 100	<u>3483,8</u> 13,8	<u>2978,9</u> 11,8	<u>9239,7</u> 36,6	<u>7043,4</u> 27,9	-	<u>2499,3</u> 9,9	
Конюшина	<u>22037</u> 100	<u>2269,8</u> 10,3	<u>14830,9</u> 67,3	<u>4336,3</u> 22,4	-	-	-	
Озима пшениця	<u>27552</u> 100	<u>2479,7</u> 9,0	<u>4601,2</u> 16,7	<u>9753,4</u> 35,4	<u>6667,6</u> 24,2	-	<u>4050,1</u> 14,7	
Льон-довгунець	<u>34118</u> 100	<u>3411,8</u> 10,0	<u>12862,5</u> 37,7	<u>6073,0</u> 17,8	<u>7676,5</u> 22,5	-	<u>4094,2</u> 12,0	

*чисельник – абсолютні величини, знаменник – відсотки

Таблиця 3.15 – Економічна ефективність вирощування льону-довгунця в різних ланках сівозміни, середнє по кожній ланці, середнє за чотири роки

Показник	Ланка сівозміни												
	кукурудза озиме жито		картопля ячмінь		ячмінь конюшина		конюшина озима пшениця		озима пшениця кукурудза		озиме жито картопля		
	льон	льон	льон	льон	льон	льон	льон	льон	льон	льон	льон	льон	льон
Сумарна продуктивність ланки сівозміни, ц/га зерн. од.	134,1	127,9	169,7	180,5	148,3	129,3							
Приріст до мінімальної: ± ц/га	+6,2	-	+41,8	+52,6	+20,4	+1,4							
%	104,8	100	132,7	141,1	115,9	101,1							
Сумарна врожайність льонопродукції в ланці сівозміни, ц/га зерн. од.	43,3	51,6	47,3	47,7	49,4	50,7							
Приріст до мінімальної, ± ц/га	-	+8,3	+4,0	+4,4	+6,1	+7,4							
%	100	119,2	109,2	110,2	114,1	117,1							
Сумарні витрати на вирощування культур в ланці сівозміни, грн/га	12267,75	27978,89	28079,42	29713,23	12768,86	29111,59							
Виробнича собівартість продукції ланки сівозміни, грн/га	14078,93	29896,38	30546,10	32430,51	14420,76	31438,96							
Сумарна вартість валової продукції ланки сівозміни, грн/га	20031,79	38471,91	39385,10	41695,61	21014,06	40315,04							
Сумарний прибуток у ланці, ± грн/га	+5952,86	+8575,53	+8839,00	+9265,10	+6593,30	+8879,08							
Сумарна рентабельність ланки, %	42,3	28,7	28,9	28,6	45,7	28,2							
Витрати на вирощування льону в ланці сівозміни, % від сумарних	36,9	16,2	16,1	15,2	35,5	15,6							
Сумарна вартість льонопродукції, грн/га	9472,07	9997,21	9281,76	9313,50	10015,29	10000,62							
Прибуток від льонопродукції, ± грн/га	+4258,07	+4783,21	+4067,76	+4099,5	+4801,29	+4786,62							
Рентабельність льоновириництва, %	81,7	91,7	78,0	78,6	92,1	91,8							

Як відмічалось раніше (табл. 3.10), такі попередники як ячмінь, кукурудза та картопля забезпечували дещо вищий врожай довгого волокна – 11,2-11,8 ц/га та більш високий якісний показник – вихід з 1 га центнерономерів становив 127,8-132,0. Саме в ланках після вказаних попередників це забезпечило отримання більш високого прибутку з одиниці площі: 4783,21-4801,29 грн/га при рівні рентабельності 91,7-92,1 % (табл. 3.15).

Враховуючи те, що на сучасному етапі максимальної ефективності виробництво продукції рослинництва, зокрема, виробництво льонопродукції, досягає за оптимальної комбінації залучених біоресурсів. Розв'язання проблеми створення умов для формування оптимальної системи біоресурсного забезпечення виробництва продукції льонарства слід провести за допомогою біоенергетичної оцінки вирощування культур саме в ланках сівозмін.

Таким чином, біоенергетична оцінка буде більш об'єктивною і обґрунтованою, якщо провести аналіз вирощування культур у ланці сівозміни (табл. 3.16). Як видно з даних таблиці 3.16, найкращі показники біоенергетичної ефективності вирощування льону-довгунця отримано при розташуванні його в ланках із озимою пшеницею, ячменем та конюшиною. Так, сукупні енерговитрати в ланці сівозміни: конюшина – озима пшениця – льон не перевищували 81965 МДж/га, що на 128-19475 МДж/га менше, ніж в інших ланках або на 0,2-19,2 %. В кінцевому результаті в цій ланці отримано найвищий показник коефіцієнту енергетичної ефективності K_{ee} – 3,32 (табл. 3.16).

Дослідження свідчать про те, що різні культури за інтенсивністю накопичення післяжнивних та корневих решток неадекватно впливають на еколого-енергетичний стан ґрунтів. Комплексно оцінити культури-попередники з урахуванням їхнього впливу на енергопотенціал ґрунту дозволяє урахування енергетики елементів живлення, які містяться у рештках. Ці речовини перебувають в органічній формі, тому коефіцієнт використання слід обчислювати як дію органічного добрива на першу культуру (льон) по відповідних коефіцієнтах [178].

Таблиця 3.16 – Біоенергетична ефективність вирощування льону-довгунця в різних ланках сівозмін, середнє по кожній ланці за чотири роки

Показник	Ланка сівозміни					
	кукурудза озиме жито льон	картопля ячмінь льон	ячмінь конюшина льон	конюшина озима пшениця льон	озима пшениця кукурудза льон	озиме жито картопля льон
Сукупні енерговитрати в ланці, МДж/га	90667	97491	82093	81965	91641	101440
Валовий вміст енергії у продукції ланки, МДж/га	266767	231051	254351	271716	279082	233737
Енергоемність продукції в ланці, МДж/ц	596,5	797,2	621,5	580,5	576,4	819,4
Чистий енергетичний дохід ланки, МДж/га	176100	133560	172258	189751	187441	132297
% до найменшого показника	133	101	130	143	142	100
Енергетична ефективність ланки, Кеє	2,94	2,37	3,10	3,32	3,05	2,30

Обсяги накопичення енергії у вигляді поживно-кореневих залишків представлено в таблиці 3.17. Як бачимо з даних цієї таблиці, за кількістю накопичених на одиниці площі поживно-кореневих решток культури-попередники розташувалися в такій послідовності (від більшої до меншої) у відсотках: конюшина – 100, кукурудза на силос – 44, озима пшениця – 41, озиме жито – 37, ячмінь – 30, картопля – 29. Доступний енергопотенціал решток попередників був приблизно однаковим і становив від валового вмісту енергії 57-62 %. Найбільш енергомісткими були рештки конюшини, обсяги доступної

енергетики яких перевищували показники кукурудзи у 3,5 разу, картоплі – у 5,3, ячменю – у 7,6, озимої пшениці – у 10,6, озимого жита – у 12,5 разу. За доступним азотним енергетичним еквівалентом це перевищення сягало 4-17 разів (табл. 3.17).

Таблиця 3.17 – Енергетична характеристика пожнивно-корневих решток попередників, середнє за чотири роки

Показник	Варіанти попередників					
	куку- рудза	озиме жито	кар- топля	ячмінь	конно- шина	озима пшениця
Кількість рослинних решток, т/га	5,69	4,81	3,73	3,85	12,93	5,34
Сумарний вміст енергії в рештках, МДж/га	3898,3	1094,1	2420,2	1795,2	13164,0	1316,6
в т. ч. доступної в 1-й рік	2280,1	639,8	1502,0	1045,6	7986,2	749,8
Енергетичний еквівалент доступної енергії решток, МДж/га за:						
N	1557,2	361,1	942,2	744,7	6144,1	383,7
P ₂ O ₅	131,5	39,3	47,9	61,5	302,4	57,0
K ₂ O	591,4	239,4	511,9	239,4	1539,7	309,1

Враховуючи викладене, а також ту обставину, що в умовах зміни землекористування більшості агроформувань, з урахуванням ціни на техніку, паливо-мастильні матеріали, агрохімікати, на наш погляд, одним із найдешевших та доступніших внутрішньогосподарських резервів підвищення продуктивності льонарства є підбір відповідних сівозмінних ланок, які будуть включати зернові, зернофуражні культури та багаторічні трави.

Обґрунтуванням цього є, по-перше, те, що агрокліматичні ресурси Лівобережного Полісся мають найнижчі показники по зоні (табл. 3.18).

По-друге, результати досліджень трансформації органічної речовини в дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах орних земель свідчать про те, що в них складається дефіцитний баланс гумусу.

Таблиця 3.18 – Бонітування агрокліматичних ресурсів Полісся [181]

Показник	Середнє по зоні	Підзони		
		Лівобережне Полісся	Західне Полісся	Правобережне Полісся
Біокліматичний потенціал:				
умовні одиниці	2,24	2,06	2,50	2,27
бал	98,2	90,4	109,6	99,6
Коефіцієнт біологічної продуктивності	0,93	0,85	1,00	0,90

Аналіз отриманої в нашому довготривалому стаціонарному досліді експериментальної інформації засвідчив аналогічну тенденцію. Так, вихідний вміст гумусу в орному шарі ґрунту на початку ротації сівозміни становив 1,08 %, а наприкінці ротації, відповідно по варіантах досліду: гній 7 т/га сівозмінної площі (фон) – 0,84 %, на цьому фоні при внесенні N₂₅P₂₇K₂₇ – 0,92, N₅₀P₅₄K₅₄ – 0,83, N₇₅P₈₂K₈₂ – 0,88, N₁₀₀P₁₀₈K₁₀₈ – 0,90, N₁₂₅P₁₃₆K₁₃₆ – 0,92 %. Більшість авторів наукових розробок вважають, що тільки високими дозами органічних добрив можна спочатку усунути дефіцит, а потім досягти позитивного балансу гумусу та оптимальних параметрів його вмісту в ґрунті. На думку переважної більшості дослідників, для цього їх необхідно вносити у дозах 14-20 т/га сівозмінної площі. Розрахунки НДІ ґрунтознавства та агрохімії НААН показують, що оптимальні параметри вмісту гумусу в дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах можуть бути досягнуті за 44-62 роки при щорічному внесенні 10 т/га якісних органічних добрив і за 33-46 років при внесенні 12,5 т/га сівозмінної площі з характерним набором культур у сівозміні та за їхнього поєднання з оптимальними дозами мінеральних добрив [83].

По-третє, внесення органічних добрив є однією з найбільш енергоємних складових технологій вирощування просапних попередників льону – лише сам процес внесення гною потребує

витрат 30 кг/га пального, а з урахуванням усього технологічного циклу отримання та внесення цього виду добрив – затрати зростають до 100-120 кг/га [83].

По-четверте, існують об'єктивні чинники, які не дають змоги збільшити виробництво та застосування гною у вище рекомендованих кількостях і дозах. Для того, щоб заготовити 20 т/га гною, необхідно мати на 100 га орних земель 200 корів, а для 16 т/га – не менше 100 корів. Проте таку щільність поголів'я важко уявити на сучасному Поліссі. У зоні Українського Полісся навіть за інтенсивного сільськогосподарського виробництва, яке було характерним у 80-90-ті роки минулого століття, щільність поголів'я великої рогатої худоби не досягала однієї голови на гектар ріллі. До того ж у зоні Полісся із 12,4 т/га органічних добрив, які вносилися в 1986-1990 рр. у колективних господарствах, торф становив близько 25 %. Але запаси торфу обмежені, й без суттєвої шкоди навколишньому середовищу він може використовуватися для приготування добрив не більше від 50-70 років у кількості 18-20 млн т за рік. При цьому необхідно враховувати високу вартість торфу. Щодо використання у зоні Полісся сапропелю, то воно має теж обмежене значення [178].

По-п'яте, в сучасному землеробстві багаторічні трави (зокрема конюшина) є одним із найважливіших засобів підвищення родючості ґрунтів та надійним джерелом повноцінного корму для тварин. Тому площі багаторічних трав у кормовій групі повинні займати до 50 %. Оскільки в теперішніх умовах переважна більшість господарств узагалі не мають тваринництва, застосування нетоварної частини рослинництва (особливо в сучасний період застосування соломи зернових культур у подрібненому вигляді на полях, де вони вирощуються) для удобрення та як прийому відтворення вмісту в ґрунтах гумусу, особливо в поєднанні з вирощуванням сидеральних культур, є єдиним способом уповільнення темпів дегуміфікації ґрунтів.

Таким чином, підсумовуючи вищезазначене, можна зробити наступні висновки.

1. В умовах Лівобережного Полісся України на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах середнього ступеня окультуреності серед попередників льону-довгунця найбільшою сталістю врожаїв по роках відрізнялися озимі – пшениця та жито. Варіабельність їхньої врожайності від середнього за п'ять років показника не перевищувала, відповідно – 28,7 та 44 %. В інших культур-попередників цей показник коливався у межах від 44 до 51,7 %. Найбільш сталими врожаї зернових попередників були при системі мінерального живлення на рівні $N_{60}P_{60}K_{60}$, у картоплі – $N_{120}P_{120}K_{120}$, кукурудзи – $N_{120}P_{120}K_{120}$.

2. За кількістю поживно-кореневих решток, що залишилися на одиниці площі після збирання, попередники льону розташувалися таким чином: конюшина – 9,4 т/га сухої речовини або 23 % порівняно до сумарного врожаю основної і побічної продукції, озима пшениця – 3,5 (53 %), озиме жито – 3,0 (51 %), кукурудза – 2,7 (18 %), ячмінь – 2,2 (58 %), картопля – 1,4 (13 %). При застосуванні мінеральних добрив кількість решток зростала по попередниках від 1,9 до 12 ц/га сухої речовини. В структурному складі решток в основному переважали кореневі залишки – їхня частка від сумарної кількості коливалася в межах 48-81 %.

3. Найменшим господарчим виносом елементів живлення з ґрунту серед попередників льону характеризувався ячмінь (100 %), далі (за зростанням показників) йшли: озима пшениця (101), озиме жито (114), кукурудза (260), конюшина (270), картопля (378 %). Винос азоту, фосфору та калію з господарчим урожаєм у середньому перевищував кількість цих елементів, які лишалися в ґрунті у формі рослинних решток, по конюшині в 1,2 разу, ячменю – в 2,5, кукурудзі – 2,7, озимій пшениці – 2,8, озимому житу – 2,9, картоплі – в 4 рази.

4. У ґрунт з органічними рештками найбільше надходило основних елементів живлення після конюшини – 493-622 кг/га NPK.

У порівнянні з конюшиною кукурудза залишала NPK в 3,3 разу менше, картопля – в 4,8, зернові – в 7,8-8,8 разу менше. Максимальну кількість азоту в рештках накопичувала конюшина – 257-299 кг/га, у просапних цей показник коливався у межах 31-72 кг/га, зернових – 10-34 кг/га.

Діагностика вмісту елементів живлення в рештках попередників за принципом еквівалентності дозволяє корегувати рекомендовані усереднені дози мінеральних туків за сумою NPK у бік зменшення після озимих пшениці та жита на 36 і 40 %, ячменю – на 39 %, картоплі – 42 %, кукурудзи – 13 %, після конюшини – не застосовувати взагалі. Таким чином, після зернових колосових попередників в зональних умовах оптимальною усередненою дозою мінеральних добрив під льон-довгунець можна вважати $N_{18}P_{37}K_{55}$, а після просапних – $N_{22}P_{44}K_{65}$.

5. Аналіз фітосанітарного стану посіву льону-довгунця показав, що на період збирання льону найменш засміченим вегетуючими бур'янами був стеблостій після озимої пшениці, жита та конюшини. По кукурудзі, картоплі та ячменю забур'яненість зростала у 1,2 разу або на 15 %.

Найменш уражених хворобами рослин льону – 7,5 % нараховувалося при вирощуванні його по житю. Після просапних попередників ступінь ураження зріс на 4,2 % або в 1,6 разу. Після озимої пшениці та ячменю цей показник зріс на 6,2 % або в 1,8 разу, після конюшини – в 2,2 разу (9 %).

6. Вирощування льону після зернових попередників створювало умови, які забезпечували отримання найбільш вирівняного стеблостою за довжиною – 94 %, що на 2-4 % більше, ніж за іншими попередниками. При цьому вихід валового волокна по зернових попередниках дорівнював у середньому 26,6 %, в тому числі довгого – 22,3 %. Найвищої врожайності довгого волокна досягнуто після ячменю та картоплі, відповідно, 11,8 і 11,7 ц/га, що на 5-9 %

перевищує показники по інших попередниках. Якість волокна по зернових попередниках була кращою на 0,2-0,4 номера.

7. Вартість валової льонопродукції була найбільшою при розташуванні льону після кукурудзи – 10015,29 грн/га, найменшою – після конюшини – 9281,76 грн/га. Далі попередники за цим показником розташувалися таким чином: картопля – зменшення вартості валового приросту на 718,86 грн/га або на 7,7 %, ячмінь – 715,45 (7,7 %), озиме жито – 190,94 (2,0 %), озима пшениця – 31,74 (0,3 %). За якісним показником (номер волокна) найменша реалізаційна вартість товарної продукції була після конюшини – 8191,99 грн/га, найбільша – після картоплі – 8982,31 грн/га.

8. Мінімальна кількість сукупної енергії витрачалася на вирощування такого попередника, як конюшина – 22037 МДж/га. При вирощуванні інших попередників енерговитрати зростали, відповідно: по ячменю – на 15 %, житу – 21 %, озимій пшениці – 25 %, кукурудзі – 39 %, картоплі – на 80 %.

Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності мала конюшина – 7,53, для просапних попередників він становив 3,54-5,64, для зернових – 2,11-2,56.

9. Максимально енергомісткими за обсягами накопичення енергії у вигляді елементів живлення (НРК) пожнивно-коренових залишків були рештки конюшини, обсяги доступної енергетики яких перевищували показники кукурудзи у 3,5 разу, картоплі – у 5,3, ячменю – у 7,6, озимої пшениці – у 10,6, озимого жита – у 12,5 разу. За доступним енергетичним азотним еквівалентом це перевищення сягало 4-17 разів.

10. За загальним коефіцієнтом енергетичної ефективності вирощування найбільш продуктивними треба вважати сівозмінні ланки, де льон вирощується разом із зерновими – ячменем, озимою пшеницею та конюшиною. Коефіцієнт енергетичної ефективності при цьому дорівнює 3,10-3,32.

РОЗДІЛ 4

СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, ЇХНЕ ЗНАЧЕННЯ, ЗАВДАННЯ ТА АДАПТАЦІЯ ДО ЗОНАЛЬНИХ БІОАГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИМОГ РОСЛИН ЛЬОНУ- ДОВГУНЦЯ

4.1. Значення, завдання та теоретичні основи обробітку ґрунту і продукційний процес у рослин льону-довгунця

Багаторічними спостереженнями встановлено рівні впливу агротехнічних заходів при сумісному їх застосуванні на врожайність сільськогосподарських культур, зокрема: удобрення ґрунту – 50 %, обробіток ґрунту – 20 % (хоча залежно від обставин його вплив може коливатись від 2 до 26 %), сорти – 10 %, захист від шкідливих організмів – 20 %. Отже, вирішальними факторами ефективного виробництва є удобрення та обробіток ґрунту, сукупна частка яких становить 70 % [182-188].

Найбільш важливою і сильною стороною механічного обробітку ґрунту є універсальність його дії не тільки на ґрунт, але й на рослини та все навколишнє середовище [11].

Вирішенню проблем обробітку ґрунту в Україні присвячено значний обсяг досліджень [189-196]. Система обробітку ґрунту має бути енергоощадною, малозатратною, ґрунтозахисною і, головне, відповідати біологічним вимогам культури. У будь-якій системі землеробства ґрунтообробіток є базовою операцією у формуванні майбутнього врожаю [188, 197-199]. Сучасна теорія обробітку ґрунту регламентує виконання п'яти головних завдань із змінною пріоритетністю кожного стосовно місцевих умов:

- 1 – як фактор оптимізації агрофізичних складових;
- 2 – як прийом реалізації потенційної родючості;
- 3 – як система, що регулює біологічні фактори та фітосанітарний стан;
- 4 – як фактор комплексного захисту ґрунтів від деградації;
- 5 – як прийом скорочення ресурсних витрат [190, 191, 200].

В. Ф. Сайко (1993, 2007) та інші дослідники відзначають, що в чистому вигляді вже не існує практично жодної системи обробітку ґрунту, а домінує в основному диференційований (чергування оранки або чизелювання і поверхневого мінімального обробітку ґрунту). Причому всі системи обробітку ґрунту на формування урожаю впливають однаково. Відхилення залежно від системи обробітку ґрунту перебувають у межах до 2 % [181, 201, 202].

Незважаючи на те, що з кожним роком усе більше популяризуються технології вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням безполицевого, плоскорізного, мінімального, нульового та інших видів основного обробітку ґрунту, в Україні поки що переважна більшість площ піддаються оранці, і така тенденція, на думку фахівців, буде зберігатися ще тривалий час [203-205, 267, 293, 294]. Остаточної відмови від оранки поки що не прогнозують ні в Україні, ні в європейських країнах [419, 492]. І все ж таки в сучасних умовах загальною є тенденція до зменшення механічного впливу на ґрунт – мінімалізація обробітку [206-210]. За даними вітчизняних досліджень, інтенсивність традиційного ґрунтообробітку характеризується великими енергозатратами, високою енергоємністю та споживанням палива (в середньому до 90-100 л/га), а також великими трудозатратами (год/га) та інвестиціями в обладнання [189, 195, 210, 211].

Стосовно системи нульового обробітку ґрунту No-till – сьогодні ця технологія застосовується на 105 млн га у світі [212, 213]. Але перехід до No-till призводить до суттєвих змін у ґрунті [214-218]. Використання плоскорізного й поверхневого обробітків ґрунту спричинило істотне зниження урожайності всіх культур сівозміни. Аргументами цього, крім зростання забур'яненості полів, стало ущільнення ґрунту [219-221].

Установлено, що в конкретній господарській ситуації перевага однієї технології над іншою є лише одним із чинників, які впливають на вибір цієї технології для застосування. Тому безперечним є факт, що, зважаючи на різноманітність ґрунтових, кліматичних умов та

особливості ведення аграрного виробництва, підходи до обробітку ґрунту повинні бути диференційованими, максимально пристосованими до зональних особливостей. Багато десятиріч тому відомий вчений О. О. Ізмаїльський писав: *«Если нельзя сшить сапога, годного на ногу каждого человека, то тем более нельзя придумать такого общего правила обработки почвы, которое оказывалось бы пригодным во всякое время и на всяких почвах»* [209].

Таким чином, раціональна система обробітку ґрунту будь-якої культури є економічним сучасним засобом, оскільки впливає фактично на кожний аспект виробництва культури [209]. Вибір “правильної” системи для культури та певного поля є непростим процесом, тому що залежить від багатьох складових. Головне, ступінь адаптації (вибір діапазону модифікації) системи обробітку ґрунту повинен відповідати вимогам потенційного врожаю.

Питанням ефективності застосування систем обробітку ґрунту під льон-довгунець у науковій літературі приділена значна увага, де зазначалося, що найкращі умови під усі ярі культури, в тому числі й під льон-довгунець, можна створити проведенням основної підготовки ґрунту восени. Льон на Поліссі вирощують після різних попередників, які відрізняються за терміном визрівання, масою післязбиральних решток, забур'яненістю та агрофізичним станом ґрунту. Виходячи з цього, добирають технологічно та біологічно кращий для льону варіант системи зяблевого обробітку – звичайний, напівпаровий, поліпшений та комбінований [206, 207, 218, 222-236].

Узагальнення даних дослідних установ і практика показують, що зяблева оранка, проведена в ранні строки, за нормальних умов зволоження має ряд істотних переваг перед пізньою оранкою [237, 238].

Одним із важливих питань основного обробітку ґрунту під льон є глибина оранки, зокрема, поглиблення орного шару. За даними досліджень, проведеними на дерново-підзолистих ґрунтах Центрального Полісся (Ковальов В. Б. та ін., 1985), поглиблення оранки після конюшини до 25-27 см із внесенням органічних та

мінеральних добрив порівняно з оранкою на 18-20 см підвищило врожайність волокна на 1,3 ц/га. Проте навіть незначне поглиблення орного шару за рахунок підзолистого горизонту безпосередньо під льон без внесення добрив призводить до зниження урожайності льону [229].

За даними Н. Г. Абрамова (1969), вивертання підзолистого горизонту на поверхню ґрунту набагато знижує польову схожість насіння, в результаті чого густина стеблостою перед збиранням зменшується на 19 %, а ріст рослин уповільнюється. Це створює ярусність стеблостою [237].

Наявність значних запасів насіння бур'янів та органів їхнього вегетативного розмноження в орному шарі ґрунту в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України створює серйозні проблеми при вирощуванні сільськогосподарських культур, у тому числі й льону [239-241].

Наскільки ця проблема важлива для льонарства як із точки зору впливу на ріст та розвиток рослин, так і якості продукції, свідчить те, що щорічно на льонозаводи від товаровиробників для переробки на волокно доставляється до 30 % від загальних заготівель нестандартної за засміченістю сировини. До того ж не існує механізованого способу видалення бур'янів із льону та їхніх решток із волокнистої сировини та готового волокна. Льон має бути чистим від бур'янів ще в полі. Без інтенсивної боротьби з бур'янами на полі не може бути енергозберігаючого льонарства [221, 242].

За результатами вибіркової оцінки забур'яненості площ під посівами сільськогосподарських культур, у тому числі й льону, вона виросла за 15 років з 60 % до 85 % полів, ступінь засміченості яких досягає середнього та високого рівня. Нині в зоні достатнього зволоження (Північний та Західний Лісостеп, Полісся) найбільш поширеними й масовими є 78 видів бур'янів, що належать до 23 різних ботанічних родин. Спостерігається тенденція до збільшення засміченості полів льону-довгунця багаторічними бур'янами – осотом рожевим, осотом жовтим, пирієм повзучим та іншими [243].

Саме механічний обробіток ґрунту сприяє проростанню насіння більшості сільськогосподарських бур'янів, якщо порушення ґрунтового шару відбувається в період, коли насіння не перебуває в стадії первинного спокою. Щойно оброблений ґрунт тепліший, має підвищені перепади денних температур, у ньому більше нітратів і краща аерація, ніж у необробленому ґрунті з добре сформованою рослинністю (Yebhardt et al., 1985; Cox et al., 1990; Dou, Fox and Touch, 1995) [244].

Неглибокий обробіток допомагає позбавитись від бур'янів, які вже отримали поштовх до проростання під час підготовки насінневого ложа, не впливаючи на рівень проростання іншого насіння. На відміну від цього, глибокий обробіток виносить на поверхню насіння, яке потім отримує поштовх до проростання з боку факторів, пов'язаних із порушенням ґрунтового шару [244].

Бур'яни є значними конкурентами у споживанні поживних речовин. Так, за узагальненими літературними даними при забур'яненості посівів від 100 до 200 рослин на 1 м² винос азоту бур'янами становить 60-140 кг/га, фосфору – 20-30 та калію – 100-140 кг/га. А в середньому по сівозміні коефіцієнт використання поживних елементів на забур'яненних ділянках знижувався: азоту в 3,5 разу; фосфору – в 1,3 разу; калію – в 2,1 разу, а за сумою NPK – в 2,1 разу. Для порівняння можна нагадати, що льон при врожаї соломи 50 ц/га та насіння 6 ц/га споживає азоту 78 кг/га, фосфору – 30, калію – 69 кг/га [245].

Одним із найістотніших джерел поповнення потенційних запасів насіння бур'янів у ґрунті на полях, що йдуть під посів льону, стало масове вилучення з системи основного обробітку ґрунту післязбирального лушення стерні, зокрема – після ранніх попередників. Аналіз показує, що внаслідок збільшення освітленості стерні після збирання попередника велика кількість бур'янів різних біогруп настільки прискорює свій розвиток, що вже через 35-40 днів утворює життєздатне насіння, яке засмічує згодом ґрунт [238, 245].

Встановлено, що важливе значення має своєчасність підготовки ґрунту під льон-довгунець і лише потім його глибина. Наприклад, за даними дослідних установ, запізнення з лущенням лише на п'ять днів призводить до збільшення забур'яненості наступного посіву на 25 %. При запізненні з цією роботою на десять днів забур'яненість посіву зростає на 50 % і більше порівняно з полем, злущеним у день збирання попередника. За даними ВНДІ льону, при ранньому лущенні, яке проводилось 20 серпня, на 1 м² проростало 2400 однорічних бур'янів, а при пізньому – 19 вересня – тільки 16 шт./м² [246].

Урожайність льону та інших польових культур у сівозміні може залежати на 25-30 % від якості обробітку [247]. Однак яким би великим не було значення обробітку ґрунту, його не можна переоцінювати. Так, за даними досліджень, проведених в ТСГА (А. І. Пупонін, 1995), частка участі систем обробітку ґрунту в зміні врожайності польових культур у зерно-просапній сівозміні становила: 0,5-2,5 %, систем удобрення – 27,9 та 43,4 %, метеоумов – 46,2-58,3 % [110].

Головна тенденція поєднання технологій і засобів механізації для агропромислового виробництва, в тому числі й льонарства, нині – ресурсозаощадження. Оскільки організаційно-економічні заходи при механізації вирощування сільськогосподарських культур дають змогу на 10-25 % скоротити витрати енергії та інших ресурсів [81, 183-187, 189, 205, 248]. Враховуючи той факт, що енергоємність виробництва аграрної продукції в Україні в 4 рази вища, ніж у США, а також те, що значна кількість енергії імпортується, необхідно при сучасній енергетичній ситуації слідкувати за рівнем затрат [206].

Враховуючи зональні, кліматичні умови та особливості ґрунтового покриву, а також напрямки розвитку ґрунтообробної техніки, вітчизняні вчені та практики намагаються знайти шляхи удосконалення систем обробітку ґрунту в сівозмінах [249-251]. За кордоном традиційна система обробітку ґрунту була також піддана всебічній переоцінці як і з технологічної, так і з економічної точок зору [252-260].

Узагальнені багаторічні дослідження свідчать про неоднакову реакцію культур зерно-льоно-картоплярської сівозміни на диференціацію орного шару за родючістю, що відбувається при різних способах обробітку ґрунту. Щодо льону, то він дає позитивні результати в умовах концентрації факторів родючості в поверхневому шарі [197, 198, 261].

За даними І. П. Карпця, тимчасова заміна оранки в сівозміні з посівами льону дискуванням або плоскорізним розпушуванням супроводжується підвищенням потенційної засміченості поверхнього шару ґрунту, яка посилюється при довготривалому безполицевому обробітку. Це в свою чергу пов'язане з періодичним зростанням засміченості посівів, особливо в роки з високим рівнем зволоження [247].

У боротьбі з бур'янами в посівах льону, особливо пирієм повзучим, який в умовах Полісся є найбільш шкодочинним багаторічним бур'яном, різноглибинна оранка в поєднанні з лущенням стерні та рекомендованою системою осіннього додаткового і передпосівного обробітку є ефективним способом його пригнічення [196, 246, 262, 263].

Аналіз експериментального матеріалу свідчить, що за умов мінімізації основного обробітку ґрунту врожайність сільськогосподарських культур часто є такою ж, як і при традиційних технологіях обробітку [203, 264-267]. Але при цьому мінімізація обробітку має ряд переваг порівняно з традиційним плужним обробітком. Основні з них: збільшення протидефляційної стійкості ґрунту в 10-15 разів, економія до 50 % пального, підвищення коефіцієнту енергетичної ефективності в 1,2-2 рази. При цьому зростає умовно-чистий прибуток та рівень рентабельності в 1,5-3 рази. Тільки зміна полицевих знарядь на безполицеві дає змогу заощадити 20-30 % енергії та скоротити затрати праці до 30-50 % [249, 261, 267-273].

Так, за даними В. Ф. Сайка (2007), при полицевому обробітку ґрунту в орному шарі може мінералізуватися біля 1 т/га гумусу

щорічно, а при плоскорізному та поверхневому обробітках обсяги мінералізації скорочуються на 30 %. Поживні рештки при нульовому та поверхневому обробітках ґрунту надходять у верхню частину орного шару, при полицевому – в нижню. Якщо прийняти масу поживно-кореневих решток в шарі 0-40 см за 100 %, то при нульовому обробітку в шарі 0-10 см перебуває 74 % органічних решток, у шарі 30-40 см – лише 2 %. При полицевому обробітку органічні рештки розподіляються інакше: у шарі 0-10 см – 53 %, 10-20 см – 33 %, 20-30 см – 11 %, 30-40 см – 3 % [202].

По-різному впливають системи основного обробітку ґрунту на урожайність льону-довгунця [268-273]. Так, у польових дослідах лабораторії рослинництва Коломійської дослідної станції (Кнігніцька Л. П., 2007), застосування глибокого розпушування на фоні неглибокої оранки й дискування значно покращувало агрофізичні властивості дерново-середньопідзолистого поверхнево-оглеєного ґрунту, що сприяло покращенню умов росту й розвитку рослин льону. В середньому за три роки найвища врожайність льону-довгунця була при застосуванні мілкої оранки на 14-16 см + розпушування на 35-40 см та дискування на 8-10 см + розпушування на 35-40 см за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{90}$ – урожайність насіння становила відповідно 8,5-9,0 та 9,0-11,0 ц/га при урожаї на контролі (оранка на 20-22 см) – 6 ц/га і соломи – 55,6-65,0 та 58,6-67,8 ц/га (на контролі – 49,5 ц/га). При цьому зменшувалися витрати пального на 20-45 % порівняно з оранкою [274].

За даними В. Г. Дідори (2003), на дерново-підзолистих ґрунтах, в умовах Правобережного Полісся, глибоке розпушування, при якому не відбувається змішування орного шару з підорним, покращувало водно-повітряний режим та сприяло збільшенню продуктивності льону-довгунця на 20-30 % [275].

Енерго- та ресурсозберігаюча направленість повинна бути не тільки при основному обробітку ґрунту, а й у всіх інших його ланках. Так, мінімалізація передпосівної підготовки ґрунту під льон-довгунець, поєднання технологічних операцій шляхом застосування

комбінованих агрегатів сприяє зменшенню витрат пального на 15-20 %, підвищенню продуктивності праці у 1,6-2,2 разу, зниженню затрат праці у 1,4-2,2 разу [276-278].

Внаслідок різноманітності ґрунтових і погодних умов весняний обробіток ґрунту під льон навіть в одному господарстві в різні роки не може бути однаковим. Час, набір знарядь, глибину і послідовність його проведення в кожному конкретному випадку треба корегувати залежно від ґрунтово-кліматичних, метеорологічних умов та інших факторів [228, 243, 277-279].

Досвід багатьох країн свідчить, що традиційний шлях інтенсифікації обробітку ґрунту неминуче пов'язаний із надмірним його ущільненням та розвитком усіх видів ерозії. Сучасні технології вирощування польових культур, у тому числі й льону-довгунця, супроводжуються багаторазовими проходками техніки полем. Тільки ходові системи тракторів у період передпосівного обробітку та сівби покривають слідами від 30 до 80 % поверхні поля. Окремі ділянки, особливо краї полів, зазнають 3-9-разового ущільнення ґрунту, що призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур у середньому на 20 %, марно витрачається до 40 % добрив, 18 % палива [241, 258].

Зменшення на фоні оранки інтенсивності передпосівного обробітку ґрунту під льон за рахунок заміни культиваций боронуванням призводить до підвищення забур'яненості пирієм [280].

На нашу думку, до цього часу не повною мірою обґрунтована послідовність та глибина весняного поверхневого обробітку ґрунту під льон. Деякі дослідники вважають, що ранній весняний обробіток суглинкових ґрунтів слід проводити на глибину 6-10 см, а передпосівний – на глибину 5-8 см. Ранньовесняне розпушення зябу повинно проводитись дещо глибше передпосівної культивачії [281, 282]. Інші вчені стверджують, що ранньовесняний та передпосівний обробіток ґрунту під льон повинен бути неглибоким, однаковим і

навіть перший із них необхідно проводити не так глибоко, ніж другий [283].

Спроби розв'язати питання рівномірності глибини висіву насіння льону шляхом застосування обмежувачів глибини, які монтуються на сошниках льонових сівалок, не дали очікуваних наслідків. Тому умови для рівномірного неглибокого загортання насіння льону при висіві його на тверде ложе повинні створюватися за допомогою системи передпосівного обробітку ґрунту. Застосування в Україні останнім часом найкращих зарубіжних технологій обробітку ґрунту свідчить, що, маючи низку позитивних елементів, вони не зумовлюють значне зниження питомих витрат енергії, а інколи такі витрати навіть зростають.

Аналогічна ситуація із застосуванням комбінованих агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту. Комбіновані агрегати дають змогу за один прохід по зораному (із додержанням агрономог) полю підготувати ґрунт під сівбу технічних культур. Однак високий рівень забур'яненості орного шару ґрунту може значно знижувати ефективність такого типу обробітку. В окремих дослідженнях із вивчення ефективності поєднання кількох операцій шляхом агрегатування знарядь та застосування комбінованих агрегатів отримано позитивні результати, які показали, що такий спосіб забезпечує більш сприятливу будову верхнього шару ґрунту і брилистість знижується в 1,5 рази, а гребенистість – у 2 рази. Це, в свою чергу, сприяло збільшенню польової схожості на 16 %, підвищенню врожайності насіння на 0,6-1 ц/га, всього і в т.ч. довгого волокна – відповідно на 1,2-1,4 та 0,8-1,1 ц/га, якість довгого волокна зростала на 0,2-0,7 номеру [276, 280, 284-286].

Таким чином, розробка та впровадження енерго- й ресурсоощадних технологій обробітку ґрунту дає можливість вирішити низку дуже важливих проблем у льонарстві:

1 – скоротити операції на обробіток ґрунту та вчасно висівати культуру, зменшити потребу в машинах і водночас підвищити

продуктивність парку в цілому, зменшити собівартість продукції та знизити витрати пального;

2 – створити умови для накопичення вологи й поживних речовин у ґрунті;

3 – забезпечити оптимальні водний, повітряний і температурний режими та нормальне протікання хімічних і біологічних процесів у ґрунті; зменшити ерозію, що приведе до підвищення родючості ґрунту та збереження довкілля;

4 – водночас вирішувати питання врожайності та якості льоно-продукції;

5 – окрім цього, об'єктивна еколого-економічна оцінка систем обробітку ґрунту під льон-довгунець дозволить визначити найбільш раціональні в конкретних зональних умовах технологічні та організаційні форми і методи інтегрованого захисту посівів культури від шкідливих організмів [181, 194, 202, 206, 262, 287-291].

І все ж таки, на думку деяких експертів із агротехнологій, на сьогодні 98 % агровиробників не мають науково обґрунтованої, цілеспрямованої, економічно виваженої, ексклюзивної для певних умов виробництва системи обробітку ґрунту, яка повинна бути гармонійною з усіма складовими виробництва. Це при тому, що саме система обробітку ґрунту визначає майже 30 % собівартості продукції [292].

У цілому, як стверджують В. Медведєв, Я. Гуков, В. Дубровін та В. Пашенко (2006), до цього часу обробіток ґрунту в землеробстві здійснювали за принципом: «збільшити або зменшити» (щільність, кришіння і т. п.) і не ставили завдання – «у відповідності з вимогами культури» [192]. Саме на це й були спрямовані наші дослідження.

4.2. Продукційний процес у льону-довгунця залежно від системи основного обробітку ґрунту в умовах Лівобережного Полісся

Раціональна система обробітку ґрунту є основною ланкою технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури.

Під її впливом цілеспрямовано змінюється водно-повітряний, тепловий і поживний режими, фізико-хімічні властивості ґрунту, біологічні процеси, знищуються бур'яни і шкідники. Створюються належні умови відтворення родючості ґрунтів та більш повної реалізації генетичного потенціалу вирощуваних сортів льону-довгунця.

Загальною сучасною тенденцією є зниження інтенсивності обробітку ґрунту. Ці процеси відбуваються в усіх країнах світу й Україні також [206]. На думку А. М. Малієнко (2001), виключення з числа певних технологічних операцій здійснюється насамперед заради підвищення продуктивності праці. Але при цьому неможливо не зупинитись на проблемі зростання пестицидного навантаження у агроландшафтах, наявність якого є незаперечною [190]. При цьому за відсутності оранки кількість бур'янів, хвороб, комаховидних шкідників, що локалізуються і розмножуються в залишеній стерні, значно збільшується [206].

Таким чином, організація льонарства в сучасних умовах, з точки зору створення умов для росту та розвитку рослин льону-довгунця, потребує певного перегляду уявлень щодо необхідності досягнення максимальної їхньої продуктивності. Зараз у ситуації ринкових відносин доцільно ставити завдання отримання економічно й екологічно оптимальної продуктивності. Така концепція повинна забезпечити зниження енергоємності рослинницьких технологій і ґрунтуватися винятково на біолого-екологічних, енергетично ощадливих та економічно виправданих системах обробітку ґрунту.

Серед усіх агрофізичних показників ґрунтової родючості саме щільність ґрунту найбільш тісно пов'язана з урожайністю сільськогосподарських культур [295]. Саме для створення сприятливих умов для росту та розвитку рослин льону-довгунця важливим є вирішення проблеми забезпечення оптимальних параметрів такого показника фізичного стану орного шару ґрунту, як його щільність. За даними І. А. Пабата (1992), для більшості польових культур суцільного висіву в умовах дерново-підзолистих супіщаних

ґрунтів оптимальною є щільність 1,20-1,35 г/см³ [194]. За свідченнями В. Ф. Петриченка і Я. Я. Панасюка (2009), більшість колісних тракторів завдають тиск на ґрунт 3-5 кг/см², а допустимий питомий тиск перебуває в межах 0,4-0,5 кг/см², при граничному – 1,0-1,5 кг/см². При цьому фактор ущільнення ґрунту може помітно вплинути на врожайність культур [11]. Тому, порівнюючи величини оптимальної та рівноважної щільності орного шару, можна створювати обробітком необхідну щільність орного шару ґрунту із врахуванням вимог рослин льону, оскільки рівноважна щільність ґрунту дуже рідко відповідає оптимуму. Окрім цього, поряд зі зменшенням врожайності, переущільнення ґрунту підсилює забур'яненість, викликає погіршення фітосанітарного стану посівів та значно підвищує енерговитрати на його обробіток. Різні схеми підготовки ґрунту призводять до певної неоднорідності ступеня розпушення, перемішування, розміщення органічних решток попередника та формування неоднакової щільності орного шару ґрунту.

Нашими дослідженнями (дослід 2, стор. 38-40) було встановлено, що в середньому за 3 роки щільність ґрунту на всіх варіантах перед сівбою у верхньому 10-сантиметровому шарі відповідала значенням 1,20-1,35 г/см³, а в шарі 10-20 см – 1,25-1,39 г/см³ – на всіх фонах обробітку. При цьому варіанти зі скороченим комплексом зяблевої підготовки ґрунту на фоні більш пізніх строків оранки мали нижчі показники щільності порівняно до варіантів з більшою кількістю технологічних операцій. Так, щільність ґрунту на фоні поліпшеного зябу в шарі 0-10 см сягала в середньому 1,20 г/см², на фоні пізнього напівпару відповідно – 1,26 г/см³, раннього – 1,33 г/см³, поступово зменшуючись порівняно зі скороченням кількості культивацій із 1,35 до 1,31 г/см³ (табл. 4.1).

Таким чином, за рахунок багаторазових проходів сільськогосподарських агрегатів полем, щільність складення 10-сантиметрового шару в ранньовесняний період підвищувалася. При цьому за рахунок більш активного впливу цих обробітків на ґрунт перевищення

показника становило відповідно від 0,06 до 0,13 г/см³. Виходячи з цього, можна стверджувати, що система основного обробітку дерново-середньопідзолистого супіщаного ґрунту за типом поліпшеного зябу до певної міри дає змогу збільшити період стабільного розпушеного стану ґрунту порівняно з системою напівпарового обробітку.

Таблиця 4.1 – Вплив строків оранки та кратності розпушень ґрунту восени на щільність його у ранньовесняний період, у середньому за три роки

Строки оранки	Кількість культивувацій	Шар ґрунту, см	Щільність ґрунту, г/см ³
1-а декада серпня (ранній напівпар) Фон 1	4	0-10	1,35
		10-20	1,31
	3	0-10	1,34
		10-20	1,39
	2	0-10	1,31
		10-20	1,38
1-а декада вересня (пізній напівпар) Фон 2	3	0-10	1,26
		10-20	1,25
	2	0-10	1,26
		10-20	1,29
1-а декада жовтня (поліпшений зяб) Фон 3	1	0-10	1,20
		10-20	1,30

Висока потенційна засміченість ґрунтів Лівобережного Полісся, широкий видовий спектр бур'янів вимагають проведення ефективного комплексу заходів для пригнічення їх у посівах льону. Існує чотири основні методи контролю над бур'янами: з боку культури, механічний, хімічний і біологічний. Ефективний контроль над бур'янами повинен об'єднувати всі ці методи. Насамперед, треба створювати культурі такі умови, при яких її рослини були б максимально конкурентоздатними відносно бур'янів. Рослини льону

дуже чутливі до їхньої наявності в посівах, особливо на початку вегетації, адже не здатні на цьому етапі контролювати простір на полі.

Обробіток ґрунту є найбільш розповсюдженим методом механічного контролю над бур'янами в посівах льону. У якості контролю обробіток ґрунту включає дві категорії – основний обробіток і передпосівний. Механічна обробка ґрунту сприяє проростанню бур'янів за рахунок переміщення глибоко розташованого в ґрунті насіння до поверхні, де повітряний обмін та освітлення інтенсивніші. При світлі проростає в 12 разів більше дводольних та у 26 разів більше насіння злакових бур'янів. При цьому світло сприяє проростанню широкого діапазону бур'янів. Проростання бур'янів як реакція на механічний обробіток використовується також для провокування несвоєчасного проростання бур'янів [244]. Тому для створення ефективних програм боротьби з бур'янами розуміння взаємозв'язку між видами бур'янів та способами обробітку ґрунту є основним моментом. Щоби запобігти помилкам у цьому напрямку, необхідно виявляти взаємозв'язок можливих проблем, викликаних наявністю бур'янів, з кожною системою обробітку ґрунту.

Дані обліку засміченості посівів льону по варіантах зяблевого обробітку наведені у таблиці 4.2. Аналіз цих даних показав, що засміченість дослідної ділянки, тобто кількість бур'янів на одиниці площі (шт./м²), згідно зі шкалою оцінки ступеня фактичної забур'яненості (Ю. П. Манько, І. В. Веселовський та ін., 1998), була дуже високою, оскільки налічувалося понад 100 сходів малорічних і більше 10 багаторічних їхніх видів [637].

На дослідних ділянках сформувався змішаний тип забур'яненості. Злакові види були представлені мишієм сизим, плоскухою звичайною, пирієм повзучим. Серед дводольних бур'янів переважали редька дика, лобода, берізка польова, підмаренник чіпкий, ромашка непахуча, хвощ польовий, осот жовтий, злинка канадська, жабрій звичайний.

Таблиця 4.2 – Вплив різних варіантівв зяблевого обробітку ґрунту на засміченість посівів льону, середнє за три роки

Варіанти зяблевого обробітку ґрунту	Кількість культиваций	Час обліку	Нааявність бур'янів, шт./м ²		Повітряно-суха маса бур'янів, г/м ²	Винесення поживних речовин з надземною масою бур'янів, г/м ²				
			всього	в т. ч. Злакових малорічних та багаторічних		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всього NPK	
										дво-дольних
Фон 1 Ранній напівпар	4	1. Перед закладанням дослідю	113	45	68	-	-	-	-	-
			54	22	32	2,2	0,6	4,8	7,6	
	3	2. Перед збиранням льону	128	51	77	-	-	-	-	-
			76	30	46	3,3	2,6	10,6	16,5	
			140	56	84	-	-	-	-	
			109	44	65	4,1	2,8	12,8	19,7	
3	2	133	53	80	-	-	-	-	-	
		101	40	61	13,1	2,7	13,2	29,0		
2	2	174	70	104	-	-	-	-	-	
		146	58	88	8,9	2,9	18,1	29,9		
Фон 3 Поліпшений зяб (контроль)	1	2	229	92	137	-	-	-	-	-
			207	83	124	7,1	4,1	22,6	33,8	

Відомо, що шкодочинність бур'янів перш за все залежить від їхньої кількості та маси. В дослідженнях у середньому за три роки (табл. 4.2) надземна повітряно-суха маса бур'янів у посівах льону була найменшою по фоні раннього напівпару й дорівнювала від 10,8 до 39,2 г/м² (54-109 шт./м²) залежно від кількості культиваций, у той час, як на фоні пізнього напівпару вона досягала 30,2-50,4 г/м² (101-146 шт./м²), тобто була в 1,3-2,8 разу більшою. Найвищою маса бур'янів була на контрольному фоні – система поліпшеного зяблевого обробітку ґрунту, відповідно 82,4 г/м² (207 шт./м²). Тобто маса бур'янів збільшувалася порівняно до фону 1 в 2,1-7,6 та фону 2 в 1,6-2,7 разу (табл. 4.2). Ця обставина призводила певною мірою до підвищення конкурентної боротьби між рослинами льону й бур'янами за споживання поживних речовин ґрунту. Аналіз даних (табл. 4.2) показав, що винос поживних речовин бур'янами з ґрунту в посівах після поліпшеної системи зяблевого обробітку ґрунту був набагато вищим, ніж у посівах по інших фонах обробітку. Так, показники виносу NPK на контролі (фон 3) дорівнювали 33,8 г/м² або перевищували показники на фоні 1 на 26,2 (77,5 %) – 14,1 г/м² (41,7 %), а на фоні 2 відповідно на 4,8 (14,2 %) – 3,9 г/м² (11,5 %).

Таким чином, декілька пошарових культиваций, що застосовувалися в системах напівпарового зяблевого обробітку ґрунту, знищували сходи бур'янів, а на поверхню вигортали нове насіння, яке також проростало та знищувалося наступною культивациєю. В той же час виснажувалися і знищувалися вегетативні органи кореневищних та коренепаросткових бур'янів – пирію повзучого, берізки польової, осотів рожевого та польового, гірчаку рожевого тощо. При цьому при застосуванні раннього напівпару (фон 1) кількість бур'янів залежно від кратності розпушень зменшилась на 22-52 % від початкової кількості, тобто їх залишалось 48-78 % від вихідного показника. При проведенні даного агрозаходу у першій декаді вересня (фон 2) ефективність знищення бур'янів знижувалася, ступінь зменшення їхньої кількості був у межах 16-

24 %. На варіанті поліпшеного зябу (оранка в першій декаді жовтня – фон 3) бур'янів гинуло лише 10 % від вихідної кількості (табл. 4.2).

Агротехнічне значення різних видів і способів зяблевого обробітку ґрунту визначається не тільки правильністю застосування заходів, але й своєчасністю їхнього виконання. Основним із цих вимог є термін проведення культивацій. Згідно з одержаними даними, можна стверджувати, що за одну культивацію у серпні знешкоджувалося 164 проростки бур'янів на 1 м², а в середині вересня – 120 шт., у кінці жовтня – тільки 11 шт./м² (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Вплив строків проведення культивацій на знищення проростків бур'янів (облік у першому варіанті дослід), середнє за три роки

Культивація	Строк проведення	Знищено проростків шт./м ²
Перша	Третя декада серпня	164
Друга	Друга декада вересня	120
Третя	Перша декада жовтня	26
Четверта	Третя декада жовтня	11

Враховуючи те, що потенційні запаси насіння бур'янів в орному шарі ґрунту є визначальним показником майбутньої забур'яненості посівів усіх без винятку сільськогосподарських культур і льону у тому числі, а також те, що в зоні достатнього зволоження (Полісся) з верхнього (0-5 см) шару ґрунту в середньому з комплексу насіння різних видів бур'янів проростає 7,7 % [61], вивченню цього питання ми приділили особливу увагу.

Аналіз даних щодо впливу системи основного обробітку ґрунту на його засміченість показав, що при оранці зябу в серпні та проведенні 4-х культивацій в орному шарі ґрунту (0-20 см) гинуло в середньому 62,5 % бур'янів, 3-х культивацій – 55,4 %, 2-х культивацій – 41,5 %. При оранці у вересні їх гинуло тільки 39,3-39,4 %, у жовтні – 25 % (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Потенційна засміченість орного шару залежно від варіантів зяблевого обробітку ґрунту, середнє за три роки

Варіанти зяблевого обробітку ґрунту	Кількість культиваций	Кількість схожих насінин бур'янів, тис. шт./м ²						Зменшення загальної кількості насіння бур'янів	
		перед закладкою досліду			після збирання льону				
		0-10 см	10-20 см	разом	0-10 см	10-20 см	разом	тис. шт./м ²	% до вихідного
Ранній напівпар (фон 1)	4	93,0	90,7	183,7	34,1	34,7	68,8	114,9	62,5
	3	107,1	87,4	194,4	48,8	37,8	86,6	107,8	55,4
	2	79,0	83,8	162,8	49,7	45,6	95,3	67,5	41,5
Пізній напівпар (фон 2)	3	79,0	103,1	182,1	54,7	54,8	109,5	72,6	39,9
	2	93,3	74,3	167,6	55,5	46,0	101,5	66,1	39,4
Поліпшений зяб (фон 3)	1	84,6	91,9	176,5	63,4	68,9	132,3	44,2	25,0

Ці дані свідчать про те, що зменшення кількості культиваций та зміщення на пізні календарні строки проведення оранки знижує ступінь очищення орного шару ґрунту від насіння бур'янів, тобто значно зменшується фітосанітарний ефект.

Таким чином, термін та глибина проведення технологічних прийомів, їхня кількість у системі зяблевого обробітку ґрунту під льон-довгунець залежать від рівня потенційної забур'яненості поля.

На основі аналізу даних впливу різних способів основного зяблевого обробітку ґрунту на показники параметрів біометричного стану посіву та морфологічних ознак рослин льону-довгунця встановлено, що продуктивна щільність фітоценозу льону певною мірою визначалася строками та інтенсивністю обробітку ґрунту. Так, у середньому за 3 роки система раннього та пізнього напівпарового обробітку ґрунту забезпечила щільність продуктивного стеблостою у

межах відповідно 1583 та 1542 шт./м², що в середньому становить 80,2 і 78,9 % від загальної кількості рослин перед збиранням. На контрольному варіанті (поліпшений зяблевий обробіток) цей показник дорівнював 74,9 %, тобто приріст у абсолютних величинах сягав 5,3-4 % (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Вплив різних способів зяблевого обробітку ґрунту на показники біометричного стану посіву та морфологічні ознаки рослин льону-довгуця, середнє за три роки

Показники	Ранній напівпар			Пізній напівпар		Поліпшений зяб 1 кул. (контроль)
	4 кул.	3 кул.	2 кул.	3 кул.	2 кул.	
Повнота сходів, %	86,2	84,2	84,0	86,8	86,0	84,5
Кількість рослин після повних сходів, шт./м ²	2156	2105	2099	2170	2150	2113
Кількість рослин перед збиранням, шт./м ²	1979	1966	1978	1945	1962	1974
Загинуло рослин за вегетацією, %	8,2	6,6	5,8	10,4	8,8	6,6
Кількість продуктивних рослин, шт./м ²	1711	1574	1463	1587	1497	1479
Співвідношення продуктивних рослин до загальної їх кількості, %	86,4	80,0	74,0	81,6	76,3	74,9
Загальна висота рослин, см	84,0	82,0	81,5	81,5	81,0	78,5
Технічна довжина рослин, см	78,0	77,5	74,5	75,0	74,0	74,0
Діаметр стебел, мм	1,40	1,40	1,45	1,50	1,45	1,50
Сформувалося коробочок на одній рослині, шт.	1,80	1,75	1,64	1,85	1,70	1,80
Сформувалося насінин на одній рослині, шт.	13,0	12,5	11,5	11,5	10,2	10,0
Маса 1000 насінин, г	4,50	4,75	4,75	4,60	4,50	4,45

З огляду на системи обробітку ґрунту, кількість продуктивних рослин на одиниці площі найбільшою була на фоні раннього

напівпару та з 4 культиваціями і сягала 1711 шт./м², що перевищувало контрольний показник на 232 шт./м² або на 15,7 % (табл. 4.5).

Заміри висоти рослин льону-довгунця перед збиранням свідчать, що параметри цього показника в середньому за три роки були на фоні раннього напівпару 82,5 см, пізнього – 81,2 см, при висоті рослин на контролі – 78,5 см.

Аналогічна спрямованість спостерігалася і за параметрами технічної довжини стебел. Відзначено перевагу варіантів напівпарового обробітку ґрунту над контрольним варіантом і за параметрами показників кількості сформованого на одній рослині насіння та маси 1000 насінин, що становили відповідно 23 і 8 % та 4,9 і 2,2 % (табл. 4.5). На нашу думку, це пов'язано з тим, що на фонах напівпарового основного обробітку ґрунту формувалася більш розвинена репродуктивна частина рослин льону. Так, на частку репродуктивної частини стебел на даних фонах припадало в середньому 7,8 % загальної довжини або 6,2 см, а на контролі (поліпшений зяб) цей показник був на рівні 5,7 або 4,5 см.

Основним критерієм оцінки застосування різних способів основного обробітку ґрунту при вирощуванні льону-довгунця є врожайність (табл. 4.6). Наведені результати досліджень свідчать, що найвищий врожай льонопродукції одержано на фоні раннього напівпару. Так, урожайність у середньому по фону (незалежно від кількості культивацій) по соломі перевищувала контроль (поліпшений зяб) на 8,7 ц/га або на 16,9 %, по насінню – на 2 ц/га (32,2 %), валовому волокну – на 2,8 ц/га (24,1 %), довгому волокну – на 2,1 ц/га (20,2 %).

На фоні пізнього напівпару це перевищення було значно меншим, відповідно: по соломі – 2,9 ц/га (5,6 %), насінню – 0,4 ц/га (6,4 %), валовому волокну – 2,2 ц/га (19 %), довгому волокну – 0,3 ц/га (2,9 %). При цьому ці показники не виходили за межі найменшої істотної різниці. В цілому на варіантах з більшою кількістю культивацій формувалася дещо вища врожайність

льонопродукції. На наш погляд, це відбувалося за рахунок більш високих показників параметрів біометричного стану посіву та морфологічних ознак рослин. На фоні раннього напівпарового обробітку ґрунту варіанти з різною кількістю культивацій за показниками врожайності льонопродукції в цілому виявилися рівноцінними (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Вплив різних способів основного обробітку ґрунту на урожайність льону-довгунця, середнє за три роки

Вид льонопродукції		Варіанти основного обробітку ґрунту						НІР ₀₅ , ц/га
		Ранній напівпар			Пізній напівпар		Поліпше-ний зяб (контроль)	
		4 кул.	3 кул.	2 кул.	3 кул.	2 кул.	1 кул.	
Солома	ц/га	61,7	60,6	58,6	56,4	52,7	51,6	3,66
	± до контролю	+10,1	+9,0	+7,0	+4,8	+1,1	-	-
	% до контролю	119,6	117,4	113,6	109,3	102,1	100	-
Насіння	ц/га	8,5	8,0	8,0	6,9	6,3	6,2	1,13
	± до контролю	+2,3	+1,8	+1,8	+0,7	+0,1	-	-
	% до контролю	137,1	129,0	129,0	111,3	101,6	100	-
Валове волокно	ц/га	14,7	14,4	14,0	14,3	13,3	11,6	-
	± до контролю	+3,1	+2,8	+2,4	+2,7	+1,7	-	-
	% до контролю	126,7	124,1	120,7	123,3	114,6	100	-
Довге волокно	ц/га	12,8	12,6	12,2	11,1	10,3	10,4	0,66
	± до контролю	+2,4	+2,2	+1,8	+0,7	-0,1	-	-
	% до контролю	123,1	121,1	117,3	106,7	99,0	100	-

Р, %: солома – 2,07, насіння – 4,86, довге волокно – 1,81

Аналогічна картина склалася на фонах напівпарового обробітку ґрунту і за показниками якості (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Вплив різних способів основного обробітку ґрунту на якість льону-довгунця, середнє за три роки

Показники		Варіанти основного обробітку ґрунту					
		Ранній напівпар			Пізній напівпар		Поліпше-ний зяб (контроль)
		4 кул.	3 кул.	2 кул.	3 кул.	2 кул.	1 кул.
Вихід волокна, %	всього	25,3	25,3	25,3	23,8	23,8	22,4
	% до контролю	112,9	112,9	112,9	106,2	106,2	100
	в т.ч. довгого	20,8	20,8	20,8	20,1	20,1	19,6
	% до контролю	103,5	103,5	103,5	102,5	102,5	100
Середній номер довгого волокна		10,4	10,4	10,4	10,3	10,3	9,9
	% до контролю	105,0	105,0	105,0	104,0	104,0	100
Процентономер довгого волокна		214,2	214,2	214,2	203,8	203,8	199,0
	% до контролю	107,6	107,6	107,6	102,4	102,4	100
Центнерономер довгого волокна		131,3	129,8	125,7	115,4	107,1	103,0
	% до контролю	128,0	126,0	122,0	112,0	104,0	100
Прядивні якості чесаного волокна	міцність, кгс	24,1	24,1	24,1	23,9	23,9	21,7
	% до контролю	111,0	111,0	111,0	110,1	110,1	100
	гнучкість, мм	52,0	52,0	52,0	48,0	48,0	46,0
	% до контролю	113,0	113,0	113,0	104,3	104,3	100
	метричний номер	293,0	293,0	293,0	292,0	292,0	256,0
	% до контролю	114,4	114,4	114,4	114,1	114,1	100
	розрахункова добротність пряжі, км	15,4	15,4	15,4	15,2	15,2	15,1
	% до контролю	102,0	102,0	102,0	100,7	100,7	100

Можливо, дещо більша ефективність напівпарового обробітку ґрунту під льон щодо його продуктивності та якості, згідно з даними

ВНДІ льону (А. П. Матюхин, 1984, 1995), деякою мірою пов'язана з більшим впливом його на ступінь активізації життєдіяльності целюлозорозкладаючих мікроорганізмів і сприянням накопиченню в орному шарі ґрунту більшої кількості рухомих форм поживних речовин, особливо нітратів. Так, вміст нітратів в орному шарі середньосуглинкового дерново-підзолистого ґрунту на ділянках із напівпаровим обробітком у фазах бутонізації та цвітіння льону був вищим на 10,3 та 16,2 мг/кг ґрунту, ніж при звичайному обробітку [231, 276].

Проведений нами раніше аналіз впливу способів основного обробітку ґрунту на ступінь забур'янення посівів льону (табл. 4.2) показав, що при ранньому напівпаровому обробітку, порівняно до контролю (поліпшений зяб), загальна кількість бур'янів від вихідної зменшувалася в середньому по фоні на 61,4 %, а їхня повітряно-суха маса – на 71,6 %. Це сприяло зменшенню непродуктивного виносу елементів живлення бур'янами на 56,8 %. Якщо винос бур'янами NPK з ґрунту на контролі становив 338 кг/га д.р., то на фоні раннього напівпару він дорівнював лише 146 кг/га. При пізньому напівпаровому обробітку ґрунту зменшення кількості бур'янів на одиниці площі посіву становило в середньому по фоні 40,6 %, а їхньої повітряно-сухої маси – 51,1 %. При цьому непродуктивний винос елементів живлення бур'янами дорівнював 294 кг/га NPK, що на 13 % менше, ніж на контролі. Таким чином, застосування напівпарового обробітку ґрунту сприяло поліпшенню поживного режиму рослин льону-довгунця. Все це в кінцевому результаті забезпечило збільшення врожаю та підвищення його якості.

Відомо, що обрана система обробітку ґрунту впливає, фактично, на кожний аспект виробництва культури, особливо на цілу низку економічних показників, головне – на ефективність витрачених ресурсів. Основні витрати при цьому припадають на машини та працю. Підсумкові операційно-технологічні дані для різних складових основного обробітку ґрунту наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Енергосмістність операційних елементів технології основного обробітку ґрунту під льон-довгунець, середнє за 3 роки

Види робіт	Склад агрегату		Виробіток за 1 годину	Витрати на 1 га		Енергосмістність, МДж/га				
	трактори	сільгосп-машини		палива, кг	праці, люд.-год	тракторів	сільгосп-машин	палива	праці	Разом
Лущення стерні	Т-150К	ЛДГ-15	4,8 га	5,4	0,2	26,7	95,1	230,6	0,25	352,65
Оранка на зуб з одночасним коткуванням	ДТ-75	ПН-4-35 + ККН-2,8	0,54 га	20,8	1,85	223,8	37,8	888,2	2,33	1152,14
Перша культивация з боронуванням	Т-150К	СП-16 + КПС-4(2) + БЗСС-1,0(8)	4,8 га	3,8	0,20	25,4	49,2	162,3	0,25	237,15
Наступна культивация з боронуванням	Т-150К	СП-16 + КПС-4(3) + БЗСС-1,0(12)	8,7 га	2,6	0,10	12,7	32,9	111,02	0,13	156,75
Остання культивация без боронування	ДТ-75	СП-11 + КПС-4(2)	5,3 га	2,3	0,19	23,0	31,9	98,21	0,24	153,35

Виходячи з показників таблиці 4.9, можна констатувати, що застосування системи напівпарового основного обробітку ґрунту, порівняно до контролю (поліпшений зяб), залежно від кількості передбачених культивацій та строків проведення оранки, призводило до підвищення витрат праці на 9-22 % по фоні 1 і на 9-13 % по фоні 2; витрати палива збільшувалися, відповідно, на 13-32 і 13-22 %; прямі експлуатаційні витрати зростали на 13-32 та 13-23 %.

Таблиця 4.9 – Економічні показники виконання технологічних процесів основного обробітку ґрунту під льон-довгунець за різними способами, середнє за три роки

Економічні показники виконання технологічних операцій	Варіанти основного обробітку ґрунту					
	Поліпшений зяб (контроль) 1 кул.	Ранній напівпар			Пізній напівпар	
		Фон 1			Фон 2	
		4 кул.	3 кул.	2 кул.	3 кул.	2 кул.
Витрати праці на 1 га, люд.-год	2,24	2,74	2,54	2,44	2,54	2,44
% до контролю	100	122	113	109	113	109
Витрати пального, кг/га	28,5	37,5	34,9	32,3	34,9	32,3
% до контролю	100	132	122	113	122	113
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	287,9	379,9	353,2	326,6	353,2	326,6
% до контролю	100	132	123	113	123	113

Показники, що характеризують ефективність вирощування льону-довгунця з урахуванням способів основного обробітку ґрунту, наведені в таблиці 4.10.

Оцінюючи економічну ефективність різних способів основного обробітку ґрунту під льон-довгунець, можна відмітити, що приріст урожаю льонопродукції від напівпарового обробітку різнився по варіантах. Найвищий економічний ефект було отримано на варіанті раннього напівпару в поєднанні з двома культиваціями, при цьому умовно чистий дохід становив 162,9 грн/га, а рентабельність дорівнювала 16,41 % (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Економічна ефективність різних способів обробітку ґрунту під льон-довгунець, середнє за три роки

Показники		Варіанти основного обробітку ґрунту						
		Поліпше-ний зяб (контроль)	Ранній напівпар				Пізній напівпар	
			Фон 1				Фон 2	
			1 кул.	4 кул.	3 кул.	2 кул.	3 кул.	2 кул.
Приріст урожаю, ц/га	насіяння	6,2	+2,3	+1,8	+1,8	+0,7	+0,1	
	довге волокно	10,4	+2,4	+2,2	+1,8	+0,7	-0,1	
Середній номер довгого волокна		9,9	10,4	10,4	10,4	10,3	10,3	
Вартість додаткової льонопродукції за закупівельними цінами, грн		-	1490,8	1212,4	1155,6	445,2	36,4	
Додаткові витрати на проведення агрозаходу, збирання, транспортування і переробку приросту врожаю, грн		-	1337,5	1125,3	992,7	436,3	65,2	
Умовно чистий дохід, грн/га		-	153,3	87,1	162,9	8,9	-15,2	
Рентабельність, %		-	11,46	7,74	16,41	2,04	-23,3	

Сучасні технології виробництва сільськогосподарської продукції повинні бути енергоощадними, тобто зменшувати питомі витрати техногенної енергії на одиницю продукції та знижувати негативну дію на довкілля. При цьому кількісне врахування і аналіз використання енергетичних ресурсів в агротехнологіях дають можливість визначити енерговитратні ланцюги і запропонувати альтернативні, менш енергоємні заходи [178].

Розробка та впровадження ефективних систем обробітку ґрунту також вимагають енергетичної оцінки. Інтегральним показником біоенергетичної ефективності застосування того чи іншого варіанту є відношення накопичення енергії до затраченої, тобто коефіцієнт енергетичної ефективності (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 – Біоенергетична ефективність використання різних варіантів основного обробітку ґрунту під льон-довгунець, середнє за три роки

Показники		Варіанти зяблевого обробітку ґрунту					
		Ранній напівпар			Пізній напівпар		Поліпшений зяб
		4 кул.	3 кул.	2 кул.	3 кул.	2 кул.	
Енергоємність основного обробітку ґрунту, МДж/га		2208,79	2052,04	1895,29	2052,04	1895,29	1658,14
% до контролю		133	124	114	124	114	100
Приріст врожаю в енергетичних одиницях, МДж/га	насіння	4756,4	3722,4	3722,4	1645,0	+235,0	-
	довгого волокна	4323,3	3963,0	3242,5	1261,0	-202,4	-
	сумарний	9079,7	7685,4	6964,9	2906,0	+32,6	-
Енергетична собівартість приросту, МДж/кг		5,31	5,79	5,95	15,51	189,5	-
Енерговіддача приросту, кг/МДж		0,19	0,17	0,17	0,06	0,01	-
Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее		4,11	3,75	3,67	1,42	0,02	-

Результати проведеного енергетичного аналізу ефективності різних способів основного обробітку ґрунту під льон-довгунець (табл. 4.11) свідчать, що в ланці раннього напівпарового обробітку енергоємність операцій в середньому зростала до 2052,0 МДж/га з коливаннями від 1895,3 до 2208,8 або перевищувала контроль (поліпшений зяб) на 23,7 % (14-24 %); в ланці пізнього напівпару це перевищення сягало 19 % (14-24 %). На обох фонах напівпарового обробітку ґрунту також зростала енергетична собівартість приросту врожаю льнопродукції, особливо на фоні пізнього напівпару. Коефіцієнт енергетичної ефективності в середньому був відповідно

по фону раннього напівпару – 3,84 (3,67-4,11), пізнього – 0,81 (0,22-1,42).

Таким чином, дані аналізу свідчать про те, що все ж таки збільшення кількості додаткових культивацій доцільне лише на фоні ранніх строків оранки.

4.3. Фітосанітарний стан посівів та продукційний процес у льону-довгунця за різних комбінацій основного та передпосівного обробітку ґрунту

Українське аграрне виробництво дуже часто використовує найрізноманітніші агротехнології без їхньої зональної адаптації та економічної і енергетичної оцінки. Застосування зарубіжних технологій з усіма їхніми компонентами, на думку експертів, буде мати місце в обмежених масштабах, головним чином, у найбільш економічно спроможних агроформуваннях, кількість яких нині та в майбутньому буде незначною. У переважній більшості господарств використовуватимуть лише окремі компоненти технології. Тому в Україні ще досить тривалий час функціонуватиме загальна схема багатоопераційного обробітку ґрунту з певним співвідношенням безполицевого і полицевого основного обробітку ґрунту, післязбирального лушення, передпосівного обробітку ґрунту та механічного догляду за посівами [189, 191, 215, 294].

До останнього часу в вітчизняній науковій літературі при висвітленні питань обробітку ґрунту головна увага акцентувалася на сприятливості чи несприятливості фізичних параметрів ґрунту, підвищенні протиерозійної стійкості, збереженні його родючості та скороченні енерговитрат тощо. При всьому цьому головне – забезпечення оптимальних умов для росту й розвитку рослин, що в кінцевому результаті сприятиме одержанню високих та сталих урожаїв [11].

Узагальнений підхід, стратегія системи основного та передпосівного обробітку ґрунту завжди потребують конкретизації відповідно до ґрунтових умов, виду рослин, запасів вологи,

забур'яненості поля, матеріально-технічного забезпечення тощо [192, 205, 209, 213].

Особливе значення для льонарства на сучасному етапі має проблема бур'янів. У зоні Полісся, залежно від способів обробітку ґрунту й системи удобрення, кількість бур'янів на початку вегетації культур у середньому становить 141-381 шт./м² і 86-191 шт./м² наприкінці вегетації. На період збирання врожаю культур вегетативна маса бур'янів у середньому становить 11,8-38,8 ц/га. Для посівів льону-довгунця економічний поріг шкодочинності для малорічних дводольних бур'янів перебуває на рівні 10-30 шт./м², а для малорічних злакових – 15-20 шт./м². На жаль, на сучасному етапі значна кількість виробників плекає надії на застосування хімічного методу боротьби з бур'янами. Але сподівання на всесильність будь-якого гербіциду, покладеного в основу окремої землеробської технологічної системи, є примарними, оскільки нині резистентність бур'янів до гербіцидів стала гострою всевітньою проблемою [190].

У таких умовах найвищу агротехнічну, техніко-економічну, біоенергетичну ефективність та екологічну безпечність агроландшафтів можуть забезпечити тільки модифіковані ресурсоощадливі системи ґрунтообробітку. Вони чітко диференційовані за глибиною, способом, терміном, місцем, кратністю і послідовністю окремих заходів та передбачають використання ефективних знарядь [231, 239, 276, 278, 280].

Відомо, що в умовах Полісся дерново-підзолисті ґрунти після оранки за осінньо-зимовий період можуть значно ущільнюватися та запливати [296]. Це в свою чергу потребує ретельного передпосівного обробітку. При цьому ті переваги щодо поліпшення фізичних властивостей ґрунту, а саме: зниження щільності складення орного шару в ранньовесняний період на фоні поліпшеного зябу – можуть частково або повністю нівелюватися передпосівним обробітком. Оскільки проведення такого комплексу технологічних заходів, як

культивація з боронуванням, коткування та вирівнювання, можуть певною мірою сприяти збільшенню об'ємної маси (щільності) ґрунту [275]. А це в свою чергу викликає погіршення умов для росту та розвитку рослин – обмежує ріст кореневої системи і порушує водно-повітряний режим [11]. Тому існуючі системи передпосівного обробітку не повністю відповідають сучасним вимогам льонарства і потребують удосконалення в напрямі усунення негативної післядії надмірної кількості обробітків ґрунту.

З метою вирішення зазначених питань нами було проведено вивчення в польовому досліді варіантів системи обробітку ґрунту, які б технологічно та біологічно були найкращими для льону-довгунця в умовах Лівобережного Полісся. Варіанти цієї системи структурно та функціонально об'єднували підсистеми зяблевого (основного) та передпосівного обробітків ґрунту.

Нашими дослідженнями (**дослід 3, стор. 40**) встановлено (табл. 4.12), що за різних систем передпосівного обробітку ґрунту ступінь його вирівнювання та ущільнення впливав на глибину й рівномірність загортання висіяного насіння. Найбільш оптимальних показників за рівномірністю глибини загортання насіння при сівбі льону – 1,7-2,0 см було досягнуто на варіанті передпосівного обробітку ґрунту (на обох фонах основного), який полягав у весняному розпушуванні агрегатов з важкими швидкісними боронами (БЗТС-1,0) у 2 сліди та комплексним агрегатом у складі БИГ-3 + боронування + коткування за один прохід. У цьому інтервалі глибини загортання у ґрунті була переважна кількість висіяного насіння, а саме: в середньому 91 та 94 % відповідно. На цих варіантах обробітку спостерігалась і найбільш висока польова схожість насіння – 90-94 %.

У результаті весняного боронування важкими швидкісними боронами шар ґрунту 2-3 см швидко підсихає і підвищує температуру, тому що теплоємність підсохлого ґрунту в 3-4 рази менша, ніж вологого. Внаслідок підвищення температури та більш інтенсивної аерації посилюється діяльність багатьох груп ґрунтової

мікрофлори, особливо нітрифікуючої, що забезпечує покращення азотного режиму [148, 276, 285]. Все це позитивно впливає на проростання насіння.

Передпосівна підготовка активно голчастою бороною (БИГ-3) в агрегаті з коткуванням забезпечує помірне ущільнення та краще вирівнювання мікрорельєфу ґрунту, що покращує умови роботи сошників сівалки, а також сприяє притоку вологи з нижніх шарів ґрунту до верхніх, більш щільних та добре прогрітих, а це значно покращує умови проростання насіння й розвитку сходів (табл. 4.12).

При застосуванні комбінованого агрегату РВК-3,6 глибина загортання насіння в середньому становила 2,22 см, а маса загорнутого на цій глибині насіння – 84,3 %. Проте певна кількість його залишалася зверху незагорнутим або загорнутим мілко – до 1 см. Наші дослідження підтверджують раніше отримані дані про деякі конструктивні недоліки агрегату РВК-3,6 при його застосуванні для передпосівного обробітку ґрунту під льон-довгунець [296].

Одним із недоліків агрегату РВК-3,6 є те, що в ньому для розпушування ґрунту використовуються пружинні робочі органи, а не стрільчасті. Ними не можна забезпечити суцільне розпушування ґрунту на однакову глибину (4-5 см), тому що лапи не перекривають одна одну й дуже нерівномірно розпушують ґрунт. А це не дає можливості досягти значної рівномірності загортання насіння льону при сівбі. При цьому також у більш зволожені роки має місце дещо надмірна ущільненість верхнього шару ґрунту за рахунок двох рядів котків. Тому його застосування в таких умовах не завжди доцільне.

Застосування для передпосівного обробітку ґрунту культиваторів зі стрільчастими універсальними лапами з наступним боронуванням та коткуванням (варіант 1 – контроль) в умовах експерименту забезпечувало найбільшу глибину загортання насіння в середньому 2,50 см при масі загорнутого на цій глибині насіння – 81,5 % та повноті сходів 82 % (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 – Біометричний стан посіву льону-довгунця залежно від прийомів основного та передпосівного обробітку ґрунту, середнє за чотири роки

Варіанти обробітку ґрунту	Глибина загор-тання ґрунту, см	Динаміка появи сходів, днів				Повнота сходів, %	Густота стеблостою, шт./м ²			Затиняло рослин за вегетацію, %	Вирівняність стеблостою, %	Ступінь вилягання, бал	
		Початок від посіву	Загальна тривалість сходів	Тривалість дружніх сходів	Через 15 днів після сходів		Перед збиранням у т. ч. всьо-продуктивних	% продуктивних					
Основного	Передпосівного	1. Культивация + боронування + коткування	11,7	9,0	3,2	83	1867	1771	1450	81,9	5,1	89,9	4,3
		2. Боронування в 2 сліди	10,3	7,3	2,3	90	1986	1842	1577	85,6	7,3	92,3	4,7
		3. БИГ-3 + боронування + коткування	11,2	8,7	3,7	92	1951	1820	1552	85,3	6,7	94,1	4,3
		4. РВК – 3,6	11,5	9,0	3,0	85	1870	1730	1435	82,9	7,5	93,6	4,3
Напів-паровий зяб – фон 2	Передпосівного	1. Культивация + боронування + коткування	11,5	9,6	3,0	81	1856	1733	1512	87,2	6,6	93,4	4,5
		2. Боронування в 2 сліди	10,8	8,1	2,5	91	1892	1757	1576	89,7	7,1	94,2	4,7
		3. БИГ-3 + боронування + коткування	11,4	9,0	3,4	94	1961	1806	1595	88,3	7,9	93,9	4,9
		4. РВК – 3,6	11,3	9,4	3,2	84	1773	1672	1456	87,1	5,7	92,9	4,5

* Примітка: чисельник – глибина загортання насіння, см; знаменник – загорнено насіння, %

В середньому за 4 роки на фоні напівпарового зяблевого обробітку ґрунту (незалежно від способів передпосівного обробітку) глибина загортання насіння була дещо більшою порівняно з контролем (звичайний зяб) – на 1,4 %. Це мало певний вплив на показники терміну загальної тривалості сходів та їхньої дружньої появи. Так, у середньому термін загальної тривалості появи сходів подовжувався на 5,9 %, а дружніх – навпаки скорочувався на 3,2 %. При цьому густина стеблостою через 15 днів після сходів на напівпаровому зяблевому фоні була на 48 шт./м² або на 2,5 % меншою, ніж на фоні звичайного зябу. Ця тенденція зберігалася до кінця вегетації льону, оскільки за вегетаційний період при напівпаровому обробітку ґрунту гинуло на 3,4 % рослин більше. Але кількість продуктивних рослин на одиниці площі на фоні напівпару в середньому становила 88,1 % до загальної їхньої кількості, а на контролі – 83,9 %. Вирівняність стеблостою та стійкість до вилягання також були дещо кращими на фоні напівпару, відповідно 93,6 % та 4,6 балу при показниках на контролі 92,5 % і 4,4 балу (табл. 4.12).

Виходячи з аналізу даних таблиці 4.13, можна стверджувати, що в середньому за 4 роки кількість бур'янів у посівах льону-довгунця на всіх варіантах передпосівного обробітку ґрунту була на фоні напівпару меншою, ніж при звичайному зябу: на початку вегетації в кількісному відношенні в 1,7 разу або на 42 %, а перед збиранням культури – в 1,4 разу або на 27 % у кількісному та в 1,1 разу (або на 10 %) у ваговому відношеннях.

Весняна підготовка насінневого ложа знищує більшість бур'янів, що з'являються у передпосівний період, та надає культурі рівних стартових можливостей із бур'янами. Застосування передпосівної культивуації (вар.1) призводило до значного збільшення кількості бур'янів у посівах льону на період збирання (табл. 4.13). У середньому за 4 роки загальна кількість бур'янів у посівах льону перед збиранням після культивуації (вар.1) була в 1,6 разу більшою (на 65 шт./м² або на 35,9 %), ніж у посівах за використання інших передпосівних знарядь (вар. 2, 3, 4).

Таблиця 4.13 – Забур'яненість посівів льону-довгунця залежно від способів основного та передпосівного обробітку ґрунту в середньому за чотири роки

Варіанти обробітку ґрунту	Кількість бур'янів на початку вегетації, шт./м ²			Кількість бур'янів перед збиранням урожаю, шт./м ²			Наземна повітряно-суха маса бур'янів, г/м ²	Забур'яненість посівів перед збиранням, % до контролю			
	Всього	злакових	дво-дольних	Всього	злакових	дво-дольних		Всього	злакових	дво-дольних	
Основного											
Звичайний зяб – фон 1 (контроль)	1. Культивация + боронування + коткування	147	101	46	177	144	33	37,7	100	100	100
	2. Боронування в 2 сліди	135	102	33	142	121	21	23,0	80,2	84,0	63,6
	3. БИГ-3 + боронування + коткування	140	93	47	150	126	24	29,8	84,7	87,5	72,7
	4. РВК – 3,6	118	75	43	142	118	24	28,0	80,2	81,9	72,7
Напів-паровий зяб – фон 2	1. Культивация + боронування + коткування	103	72	31	183	152	31	31,0	100	100	100
	2. Боронування в 2 сліди	81	59	22	84	73	11	21,7	45,9	48,0	35,5
	3. БИГ-3 + боронування + коткування	65	40	25	87	67	20	22,8	47,5	44,1	64,5
	4. РВК – 3,6	64	37	27	88	69	19	31,7	48,1	45,4	61,3

Так, після боронування в 2 сліди (вар. 2) загальна кількість бур'янів, порівняно з контролем (вар. 1), зменшувалася на 67 шт./м² або на 37,2 %; після БИГ-3 (вар. 3) відповідно на 62 шт./м² (34,5 %), РВК-3,6 – на 65 шт./м² (36,1 %). При цьому зменшення кількості злакових бур'янів було на рівні 51-55 шт./м² (34,5-37,2 %), дводольних – на 10-16 шт./м² (31,3-50 %). Якщо аналізувати зростання загального ступеня забур'яненості в кінці вегетації льону по кожному окремому варіанту, порівняно з його вихідним рівнем на початку вегетації, то на контролі (вар. 1) він був найбільшим – 44 %; на фоні боронування в 2 сліди (вар.2) – 4,6 %; при застосуванні БИГ-3 (вар. 3) та РВК-3,6 (вар. 4), відповідно – 15,7 та 26,4 % (табл. 4.13).

Відомо, що шкодочинність бур'янів перш за все залежить від їх маси. В досліді в середньому за 4 роки (табл. 4.13) надземна повітряно-суха маса бур'янів у посівах льону по обох фонах основного обробітку ґрунту при застосуванні передпосівної культивуації (вар. 1) дорівнювала 34,3 г/м², в той час як за боронування в 2 сліди вона досягала лише 22,3 г/м², тобто була на 39 % меншою. На варіанті із застосуванням голчастої борони (БИГ-3) та РВК-3,6 зменшення повітряно-сухої наземної маси бур'янів у посівах льону порівняно до контролю (вар. 1) становило відповідно 8 г/м² (23,4 %) та 4,5 г/м² (13,1 %).

Характеризуючи зміни морфологічних ознак рослин льону-довгунця за різних систем обробітку ґрунту, слід відзначити, що по фонах основного обробітку ґрунту спостерігалася наступна спрямованість впливу на структурні елементи будови рослин, а саме: загальна та технічна довжина рослин при обробітку по типу звичайного зябу була в середньому більшою за ці показники на фоні напівпарового обробітку, відповідно – на 1,8 см (+2,5 %) та 2 см (+3,3 %). Але при цьому по фоні напівпару кількість сформованих на одній рослині коробочок перевищувала аналогічний показник на фоні звичайного зябу на 7,7 %. Вищою також була сформована на одиниці площі маса рослин: загальна на 25,6 г/м² (+4,1 %), в т.ч. продуктивних – на 16,5 г/м² (+2,8 %) та маса 1000 насінин – на 2 % (табл. 4.14, додаток В1).

Таблиця 4.14 – Морфологічні ознаки рослин льону-довгунця залежно від прийомів основного та передпосівного обробітку ґрунту, середнє за чотири роки

Варіанти обробітку ґрунту	Довжина стебел, см		Кількість коробочок на одній рослині, шт.	Кількість насінин в 1 коробочці, шт.	Маса рослин перед збиранням, г/м ²		Середній діаметр стебла, мм	Маса 1000 насінин, г
	загальна	внутрішня			Всього	В т.ч. продуктивних		
Основного	Передпосівного							
	1. Культивування + боронування + коткування	70,5	61,5	2,3	5,7	635	1,4	4,9
	2. Боронування в 2 сліди	72,5	63,8	2,7	5,8	642	1,3	4,9
	3. БІГ-3 + боронування + коткування	73,8	64,8	2,9	6,3	650	1,3	5,0
Звичайний зяб – фон 1 (контроль)	4. РВК – 3,6		72,0	62,3	2,6	640	1,3	4,9
	1. Культивування + боронування + коткування		69,8	60,8	2,7	651	1,4	5,0
	2. Боронування в 2 сліди		70,5	61,3	2,9	673	1,3	5,0
	3. БІГ-3 + боронування + коткування		71,3	61,5	3,0	685	1,3	5,1
Напівпаровий зяб – фон 2	4. РВК – 3,6		70,0	61,0	2,8	664	1,3	5,0
	1. Культивування + боронування + коткування		69,8	60,8	2,7	651	1,4	5,0
	2. Боронування в 2 сліди		70,5	61,3	2,9	673	1,3	5,0
	3. БІГ-3 + боронування + коткування		71,3	61,5	3,0	685	1,3	5,1

Відносно впливу системи передпосівного обробітку ґрунту на морфологічні ознаки рослин льону слід зазначити, що найменші величини структурних показників отримано на варіанті з передпосівним розпушенням ґрунту культиватором (вар. 1). Найбільш високі показники параметрів морфологічних ознак рослин льону за роки досліджень було одержано за передпосівного обробітку ґрунту БИГ-3 в комплексі з боронами та котками (вар. 3). Так, у середньому за чотири роки перевищення порівняно до контрольної культивації (вар. 1) загальної і технічної довжини рослин сягало відповідно 3,4 % (+2,4 см) і 3,3 % (+2 см), кількість сформованих на одній рослині коробочок була більшою на 18 %, насінин – на 7,9 %, маса рослин на одиниці площі – на 3,8 %, в т.ч. продуктивних – на 9,9 %, маса 1000 насінин – на 4,1 %. Дещо меншим було перевищення величин даних показників на варіантах із застосуванням зчіпки важких борін (вар. 2) та агрегату РВК-3,6 – варіант 4 (табл. 4.14).

Аналіз урожайності льону-довгунця за видами льонопродукції (табл. 4.15, додаток В2) свідчить, що застосування напівпарового обробітку ґрунту в досліді істотно не вплинуло на врожайність соломи, валового та довгого волокна. Так, порівняно до контролю (фон 1 – звичайний зяб) урожайність у середньому за 4 роки соломи була дещо нижчою – на 0,5 ц/га (-1 %), валового волокна – на 0,28 ц/га (-3 %), довгого волокна – на 0,18 ц/га (-2 %). Достовірно вищим був тільки врожай насіння – приріст становив 0,77 ц/га або +11 %. Встановлено, що на фоні напівпарового обробітку ґрунту показники процентного виходу валового волокна й у тому числі довгого, а також вихід проценто- і центнерономерів довгого волокна були дещо нижчими порівняно до фону звичайного зябу, а саме: відповідно на 0,9 і 0,6 та 2,1 і 3,9 % (табл. 4.15).

Способи передпосівного обробітку ґрунту, які вивчалися в цьому досліді, по-різному впливали на продуктивність льону-довгунця. В середньому за 4 роки досліджень після застосування культивації в

комплексі з боронуванням та коткуванням (вар.1) було отримано найменший урожай усіх видів льонопродукції (табл. 4.15).

На фоні передпосівного боронування в 2 сліди зчіпкою борін (вар. 2) урожай насіння зростав у середньому по фонах основного обробітку на 0,5 ц/га (+7 %), соломи – на 3,1 ц/га (+7 %), валового волокна – на 1,5 ц/га (+16 %), довгого волокна – на 0,5 ц/га (+6 %). Близькими були прирости врожаю льонопродукції на фоні обробітку РВК-3,6 (вар. 4), відповідно – 0,45 ц/га (+6 %), 2,8 ц/га (+6 %), 0,85 ц/га (+9 %) та 0,5 ц/га або 6 %. Передпосівний обробіток ґрунту комплексним агрегатом на основі БИГ-3 (вар. 3) забезпечував найбільші показники приросту врожаю: насіння – 0,8 ц/га (+11,3 %), соломи – 5,1 ц/га (+12 %), валового волокна – 1,3 ц/га (+14 %) та довгого волокна – 1,05 ц/га або +13 % (табл. 4.15).

При вивченні ефективності впливу різних систем обробітку ґрунту на показники якості льонопродукції нами встановлено, що способи основного обробітку ґрунту майже не вплинули на номерність валового і довгого волокна та на прядивну здатність, яка залежить від міцності, гнучкості і тонини волокна (табл. 4.16).

Дані таблиці 4.16 свідчать, що якість льонопродукції змінювалася в залежності від способів передпосівного обробітку ґрунту. Так, у середньому за 4 роки при застосуванні боронування у 2 сліди (вар. 2) та комбінованого агрегату РВК-3,6 (вар. 4) номер валового волокна (особливо на фоні напівпарового обробітку зябу) порівняно з контрольною культивацією (вар. 1) знижувався в середньому відповідно на 3,5 та 3,8 %. По варіанту 4 відбувалося також зниження номеру довгого волокна на 2,1 % та гнучкості, особливо метричного номеру. Величини інших показників на варіанті 2 (боронування) перевищували контроль (вар. 1) у середньому по обох фонах зябу на 1-3,7 %. Застосування для передпосівного обробітку БИГ-3 в комплексі з боронуванням та коткуванням (вар.3) сприяло покращенню якісних показників у середньому на 1,5-7,5 %, за винятком показника метричного номеру (табл. 4.16).

Таблиця 4.15 – Вплив прийомів основного та передпосівного обробітку ґрунту на продуктивність льону-довгунця, середнє за чотири роки

Основного	Варіанти обробітку ґрунту	Передпосівного	Урожайність, ц/га				Вихід довгого волокна, %		Вихід довгого волокна з 1 га			
			Насіння	СОЛОМ	ВОЛОКНА		Всього	Довгого	Всього	Довгого	Процентів	Процентів
					всього	довгого						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Звичайний зяб (фон 1)	1. Культивация + боронування + коткування	± до контролю	6,6	42,6	9,3	8,0	21,8	18,5	179,5	77,6		
		% до контролю	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	2. Боронування у 2 сліди	± до контролю	7,2	46,6	10,8	8,7	22,9	18,5	183,2	86,1		
		% до контролю	+0,6	+4,0	+1,5	+0,7	+1,1	-	+3,7	+8,5		
	3. БИГ-3 + боронування + коткування	± до контролю	109	109	116	109	105	100	102	111		
		% до контролю	7,7	47,8	10,6	9,0	21,7	18,5	183,2	89,1		
	4. РВК – 3,6	± до контролю	+1,1	+5,2	+1,3	+1,3	-0,1	-	+3,7	+11,5		
		% до контролю	117	112	114	112	99,5	100	102	115		
				7,1	45,6	10,1	8,5	21,9	18,3	170,0	79,9	
				+0,5	+3,0	+0,8	+0,5	+0,1	-0,2	-9,5	+2,3	
				107	107	109	106	100,4	99	95	103	

Продовження табл. 4.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Напів-паровий зяб (фон 2)	1. Культивация + боронувания + копкувания	± до контролно	-	-	-	-	-	-	-	-	
		% до контролно	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2. Боронувания у 2 сліди	± до контролно	8,0	44,9	10,5	8,2	23,1	18,2	18,2	172,9	77,9
		% до контролно	+0,4	+2,2	+1,5	+0,3	+1,9	-0,1	-1	-1	+2,8
	3. БИГ-3 + боронувания + копкувания	± до контролно	8,1	47,7	10,3	9,0	21,4	18,6	18,6	182,3	88,2
		% до контролно	+0,5	+5,0	+1,3	+1,1	+0,2	+0,3	+0,3	+8,4	+13,1
	4. РВК – 3,6	± до контролно	106	112	114	114	101	102	102	105	117
		% до контролно	8,0	45,3	9,9	8,4	21,8	18,3	18,3	172,0	79,0
		± до контролно	+0,4	+2,6	+0,9	+0,5	+0,6	-	-	-1,9	+3,9
		% до контролно	105	106	110	106	103	100	100	99	105

НІР 05, ц/га 0,4 2,0

Р, % 1,95 1,52

Таблиця 4.16 – Показники якості льону-довгуниця залежно від прийомів основного та передпосівного обробітку ґрунту, середнє за чотири роки

Основного	Варіанти обробітку ґрунту		Середній номер волокна		Міцність, кгс	Гнучкість, мм	Метричний номер	Розрахунокова добротність пряжі, км
	Передпосівного		всього	дого				
Звичайний зяб (фон 1) контроль	1. Культивация + боронування + коткування (контроль)		8,5	9,7	18,7	56,3	283	15,1
		% до контролю	100	100	100	100	100	100
	2. Боронування у 2 сліди		8,6	9,9	18,8	57,8	294	15,5
		% до контролю	101,2	102,1	100,5	102,7	103,9	102,6
Напівпаровий зяб (фон 2)	3. БИГ-3 + боронування + коткування		8,9	9,9	20,3	57,8	279	15,6
		% до контролю	104,7	102,1	108,5	102,7	98,6	103,3
	4. РВК – 3,6		8,3	9,4	19,8	56,8	197	15,6
		% до контролю	97,6	96,9	105,9	100,9	69,6	103,3
Напівпаровий зяб (фон 2)	1. Культивация + боронування + коткування		8,8	9,5	18,6	58,3	290	15,4
		% до контролю	100	100	100	100	100	100
	2. Боронування у 2 сліди		8,1	9,5	18,8	60,8	300	15,8
		% до контролю	92,0	100	101,1	104,3	103,4	102,6
Напівпаровий зяб (фон 2)	3. БИГ-3 + боронування + коткування		9,0	9,8	19,8	58,5	285	15,6
		% до контролю	102,3	103,1	106,4	100,3	98,3	101,3
	4. РВК-3,6		8,4	9,4	19,3	56,8	294	15,5
		% до контролю	95,4	98,9	103,8	97,4	101,4	100,6

Таким чином, ефективність системи передпосівного обробітку ґрунту під льон-довгунець проявляється в тому випадку, коли його прийоми змінюють ґрунтові умови, що впливають на проростання насіння, змінюють забур'яненість ґрунту, покращують водно-фізичні властивості тощо.

Згідно з літературними даними, зі зростанням культури землеробства основним фактором, що обмежує врожай при вирощуванні льону, є природні ґрунтово-кліматичні умови. Так, при низькій культурі землеробства частка участі факторів у формуванні врожаю льону-довгунця розподіляється таким чином: сорт – 5 %, агротехніка вирощування – 65 %, ґрунтово-кліматичні умови – 30 %; при середній відповідно – 15, 45 та 40 %; високій – 20, 20 і 60 % [297]. При цьому реакції сортів льону-довгунця на погодні умови мають суто індивідуальний характер і незалежні від генетично зумовленого рівня кількісних господарсько-цінних ознак [50, 298]. Щодо впливу погодних умов вирощування, то їм підлягають здебільшого діаметр стебла, довжина суцвіття, маса технічної частини стебла та маса волокна з рослини [298].

Враховуючи значний вплив метеорологічних умов вегетаційного періоду на ріст та розвиток рослин льону-довгунця і, в кінцевому результаті, на їхню продуктивність, ми більш детально проаналізували ступінь цієї залежності.

Обробка експериментальних матеріалів методом дисперсійного аналізу показала, що питома вага впливу основного та передпосівного обробітку ґрунту на врожайність відповідно становила: насіння – 5,1 та 2,8 %, а їх взаємодії – 0,3 %; соломи – 0,1, 2,6 % та 0,1 %; довгого волокна – 0,1, 2,2 % та 0,2 %, тобто була істотною але незначною. Вплив погодних умов (фактор – рік вирощування) на продуктивність культури був дуже значним і коливався за видами продукції від 85,3 до 94,3 %. Дія неконтрольованих у дослідженнях факторів перебувала в межах 2,9-6,5 %.

Відомо, що процес формування волокна, а отже, целюлози розпочинається відразу після утворення в льону першої пари

справжніх листків і триває до цвітіння. В цей час за 20-25 днів формується близько 65 % волокна. Далі кількість волокна майже не збільшується, а відмічається лише тенденція до збільшення товщини волокна та пучків у цілому від фази цвітіння до ранньої жовтої стиглості [120, 173, 225, 226, 281, 299-301].

Проведений нами аналіз гідротермічних умов за період інтенсивного росту та розвитку льону-довгунця (сходи – цвітіння) показав, що сума опадів за цей період варіювала по роках від 59,2 до 178,6 мм, а величина показника ГТК – від 1,61 до 5,24 (табл. 4.17). Знаючи морфологічну, анатомічну, фізико-механічну характеристику стебел, можна передбачити, яким буде вихід волокна і його якість. Адже внутрішня будова стебла зумовлена значною мірою його морфологічними властивостями. Так, довжина і діаметр стебла можуть істотно впливати на вміст і якість волокна.

На основі аналізу одержаних даних стає очевидним факт значної мінливості морфологічних ознак льону-довгунця залежно від року його вирощування. З ростом ступеня зволоження з 59,2 до 75,1 мм такі морфологічні ознаки, як висота рослин та технічна довжина стебла, змінювалися в бік збільшення відповідно на 4,1-41,7 % та 6,7-48,5 %. При подальшому зростанні ступеня зволоження до 178,6 мм позитивний ефект затухав (табл. 4.17). З літературних даних відомо, що із збільшенням довжини стебел збільшується й довжина луб'яних волокон. Так, у короткому стеблі довжина елементарних волоконець у середньому становить 28,1 мм, а в довгому – 37 мм [302].

Впливу погодних умов вирощування підлягали також довжина суцвіття і діаметр стебла. При цьому надмірне галуження верхівки негативно впливає на вихід і якість волокна. Ступінь розгалуженості стебла – це відношення його технічної довжини (вимірюється відстанню від місця кріплення сім'ядольних листків до початку розгалуження суцвіття) до загальної довжини (відстань від місця кріплення сім'ядольних листків до верхівки найвище розміщеної у суцвітті коробочки).

Таблиця 4.17 – Мінливість морфологічних ознак рослин та продуктивності льону-довгунця залежно від погодних умов вирощування в період «сходи – цвітіння», середнє за чотири роки

Ступінь зволоження	ГТК	Висота рослин, см	Довжина технічної частини стебла, см	Діаметр рослини, мм	Кількість квіток корочок, шт.	Урожайність, ц/га			Вихід волокна, %	
						СОЛОМИ	ВОЛОКНА		ВСЬОГО	ДОВГОГО
							всього	довгого		
Обмежений (контроль)	1,61	61,4	52,2	1,10	2,64	34,2	7,3	5,8	21,2	17,0
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Помірний	1,65	63,9	55,7	1,16	2,96	34,9	7,9	6,4	21,7	18,2
± до контролю, %	+2,5	+4,1	+6,7	+5,4	+12,1	+2,0	+8,2	+10,3	+2,3	+7,0
Підвищений	2,01	87,0	77,5	1,24	2,79	56,8	12,4	10,7	23,0	19,6
± до контролю, %	+24,8	+41,7	+48,5	+12,7	+5,7	+66,1	+69,9	+84,5	+8,5	+15,3
Надмірний	5,24	72,9	62,9	1,71	2,69	55,8	13,1	11,0	22,1	18,8
± до контролю, %	+325,5	+18,7	+20,5	+55,4	+1,9	+63,1	+79,4	+89,6	+4,2	+10,6

У наших дослідженнях частка технічної довжини стебла з підвищенням ступеня зволоженості до певного рівня теж зростала, а потім спостерігалася тенденція до її зниження. Так, при сумі опадів 59,2 мм та ГТК 1,61 її частка становила 85 %, при 80,9 мм та ГТК 1,65 – 87,2 % (+2,6 відносних пунктів (в.п.)), при 75,1 мм і ГТК 2,01 – 89,1 % (+4,2 в.п.), при 178,6 мм та ГТК 5,24 – 86,3 % (+1,3 в.п.).

Діаметр стебла є одним із показників якості сировини. Величина цього показника залежить від сорту та умов вирощування. При діаметрі 0,8-1,1 мм льон вважають тонкостеблим, 1,2-1,5 – середньо-, а 1,6 мм і більше – товстостеблим. У межах певного селекційного сорту при однаковому діаметрі в довгих стеблах більший загальний вміст волокна, в тому числі й довгого, і воно кращої якості. Така закономірність спостерігається і при зменшенні діаметра за однакової довжини стебла. В луб'яних пучках товстих стебел велика кількість елементарних волокон, які значно товщі, ніж у тонких стеблах. Вироблене з них волокно має невисоку гнучкість і прядивну здатність [302].

Нами встановлено, що зі збільшенням ступеня зволоження в діапазоні ГТК від 1,61 до 5,24 зростала і товщина стебел із 1,10 до 1,71 мм. Це в свою чергу сприяло підвищенню врожайності волокна, в тому числі й довгого (табл. 4.17). Але при цьому вихід волокна зростав до певної межі ступеня зволоженості в період «сходи – цвітіння», а саме до 75,1 мм (ГТК 2,01), після чого позитивний ефект мав затухаючий характер.

У зв'язку з тим, що фізико-механічні й технологічні властивості стебла льону, вихід волокна з нього та якість останнього залежать від будови пучків та елементарних волокон, тому розглянемо їхню анатомічну будову детальніше. Зазвичай кількість луб'яних пучків може бути від 20 до 40 залежно від сорту й умов вирощування. У волокнистому пучку на поперечному перерізі, знову ж таки залежно від умов вирощування льону, формується від 10 до 50 елементарних волокон. Найбільша кількість волокон у пучку і волокнистих пучків у частині стебла – від 1/3 до 1/2 довжини рослини від комеля. Середня

довжина волокон – 20-30 мм, але може досягати 130 мм, а товщина – 12-17 мкм і більше [302].

Наші дослідження показали, що при технічній довжині стебел від 52,2 до 55,7 см та їхньому діаметрі 1,10-1,16 мм, що спостерігалось на фоні обмежених та помірних умов зволоження в період «сходи – цвітіння» (ГТК 1,61-1,65), у стеблах було сформовано 33 луб'яні пучки по 16 елементарних волокон, що в сумі становило 528 штук. При цьому середній діаметр елементарного волокна становив 18,2 мкм. При збільшенні ступеня зволоженості до ГТК 2,01 кількість пучків зростала до 35 шт. по 19 елементарних волокон із загальною їхньою кількістю 665 шт. та середнім діаметром 19,0 мкм. При подальшому зростанні ступеня зволоженості до ГТК 5,24 величини цих показників також збільшувалися відповідно до 36 шт. по 27 елементарних волокон із загальною кількістю 972 шт. при середньому діаметрі 24,5 мкм.

Залежність насінневої продуктивності льону-довгунця від гідротермічних умов у період формування репродуктивних органів та визрівання наведена в таблиці 4.18. Як видно з даних таблиці, важливою умовою для формування насіння є в даний період оптимальна температура повітря – +17,8 °С та помірне зволоження ґрунту, яке забезпечує рівномірне випадання опадів у сумі 100,8 мм, що сприяло отриманню врожайності на рівні 9,36 ц/га. При подальшому підвищенні ступеня зволоженості та зниження температурного режиму повітря врожайність насіння зменшувалася на 0,5 ц/га (-5,5 %) та 3,4 ц/га (-36,3 %). Надлишкове зволоження посівів призводило до зростання ступеня вилягання рослин, особливо в період цвітіння та формування коробочок – на 57,5 % або з 4,7 до 2 балів. Підвищення середньодобових температур повітря понад оптимальне значення на 3 °С (+16,8 %) та ступеня зволоження на 26,8 % у період запилення і запліднення також викликало зниження насінневої продуктивності на 36,3 %. Вилягання стеблостою льону та погіршення термічного режиму повітря негативно вплинуло на масу 1000 насінин, величина даного показника знижувалася на 6,9-12,5 % (табл. 4.18).

Таблиця 4.18 – Залежність урожайності насіння льону-довгуця від гідротермічних умов в період формування та визрівання врожаю за роками

Погодні умови у міжфазний період: цвітіння – рання жовта стиглість	Тривалість періоду, днів	Середньодобова температура повітря, °С	Опади, мм	Сума температур $t > +10\text{ }^{\circ}\text{C}$	ГТК	Врожайність насіння, ц/га	Маса 1000 насінин, г	Ступінь вилягання, бал*	
								у період цвітіння	перед збиранням
Оптимально сприятливі	40	17,8	100,8	371,2	2,71	9,36	5,20	4,7	5,0
Контроль, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Помірно сприятливі	40	17,2	102,6	297,0	3,45	8,85	5,20	3,7	4,6
± % до контролю	100	-3,4	+1,8	-20,0	+27,3	-5,5	100	-21,3	-8,0
Задовільно сприятливі	46	20,8	127,8	496,5	2,57	5,96	4,84	3,0	4,4
± % до контролю	+15,0	+16,8	+26,8	+33,7	-5,2	-36,3	-6,9	-36,2	-12,0
Задовільні	38	16,2	130,6	248,7	5,25	5,96	4,55	2,0	4,0
± % до контролю	-5,0	-9,0	+29,6	-33,0	+93,7	-36,9	-12,5	-57,5	-20,0

* 5 балів – неполеглий льон; 4 бали – слабкий ступінь вилягання; 3 бали – середній ступінь вилягання; 2 бали – сильно полеглий (машинне збирання ускладнене); 1 бал – дуже сильно полеглий (непридатний до машинного збирання).

Під якістю льонопродукції, згідно з ДСТУ, розуміється сукупність властивостей продукції, що зумовлюють її придатність задовольняти певні потреби у відповідності з призначенням [302]. Якість залежить від багатьох чинників, у тому числі й від погодних умов. Якість волокна оцінюється номером. Основними показниками, що визначають якість довгого волокна, є міцність, яка визначає міцність готових виробів – пряді, тканин. Гнучкість (м'якість)

зумовлює стійкість волокна до багаторазового згинання та скручування, що дуже важливо при чесанні, підготовці до прядіння і прядінні волокна. Метричний номер (тонкість) волокна найбільшою мірою пов'язаний із номером пряжі. Чим тонше волокно, тим тоншу пряжу з нього можна виробити, а значить – і більше тканин. При оцінці волокна треба мати на увазі, що кожна із вказаних основних ознак може сильно варіювати залежно від іншої основної. Волокно може бути міцним, але грубим, або навпаки – дуже м'яким і тонким, але неміцним. В обох випадках не можна отримати тонку пряжу й високосортну тканину.

Таким чином, якість волокна є складною ознакою, що визначається надмолекулярною структурою волокна, товщиною луб'яного покриву, кількістю волокнистих пучків, формою, розмірами та ступенем здерев'яніння клітин елементарних луб'яних волокон тощо. У селекційно-генетичних дослідженнях якості прядивної сировини було встановлено, що в характері взаємозв'язку ознак, які визначають якість волокна популяції рослин сортів з високою і низькою прядильною здатністю, існує певна спрямованість. Між гнучкістю і тонкістю волокна є низький та середній позитивний кореляційний взаємозв'язок. Гнучкість із міцністю волокна взаємопов'язана негативно в слабому ступені. Високий позитивний взаємозв'язок виявлено між гнучкістю та розрахунковою добротністю пряжі (РДП). Між міцністю і тонкістю, міцністю і РДП – негативний середній взаємозв'язок [50]. Гнучкість волокна негативно корелює з висотою стебла та технічною довжиною стебла і діаметром стебла, тобто зі збільшенням розміру стебла та маси волокна знижується його гнучкість [298]. Таким чином, якщо генотипові ефекти мінливості ознак якості лляного волокна досліджені більш детально, то вплив погодних чинників на забезпечення якості прядивної сировини не можна вважати вирішеною проблемою. Отримані нами результати свідчать про певний розмах варіювання ознак якості волокна під впливом погодних умов вирощування (табл. 4.19).

Таблиця 4.19 – Залежність якості льноволокна від гідротермічних умов вегетаційного періоду за роками

Погодні умови вегетаційного періоду	Гідротермічні показники				Показники анатомічної структури стебла				Номер волокна		Фізико-механічні властивості чесаного волокна				
	Середньодобова тем- пература повітря, °С	Опади, мм	Сума активних темпе- ратур, $\sum t > +10\text{ }^{\circ}\text{C}$	ГТК	Кількість пучків у стеблі, шт.	Кількість волокон у пучку, шт.	Сумарна кількість волокон, шт.	Діаметр елементар- ного волокна, мкм	Всього	Довгого	Міцність, кгс	Пучкість, мм (М'якість)	Метричний номер (тонкість)	Розрахункова доброт- ність пряжі, км (РДП)	
Оптимально сприятливі	19,1	177,5	879,9	2,02	33	16	525	18,2	7,4	8,4	19,9	59,8	304	15,8	
Контроль, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Помірно сприятливі	16,6	136,9	639,7	2,14	33	16	525	18,2	8,6	9,6	19,1	65,8	314	16,7	
± % до контролю	-13,1	-22,9	-27,3	+5,9	-	-	-	-	+16,2	+14,3	-4,0	+10,0	+3,3	+5,7	
Задовільно сприятливі	17,3	152,4	569,5	2,68	35	19	655	19,0	10,5	11,4	17,5	55,1	303	15,7	
± % до контролю	-9,4	-14,2	-35,3	+32,7	+6,1	+18,7	+24,8	+4,4	+41,9	+35,7	-12,1	-7,9	-0,3	-0,6	
Задовільні	16,8	256,5	515,3	4,98	36	27	975	24,5	8,0	9,1	20,6	50,8	240	13,8	
± % до контролю	-121	+44,5	-41,4	+146,5	+9,1	+68,7	+85,7	+34,6	+8,1	+8,3	+3,5	-15,1	-21,1	-12,7	

Зі збільшенням величини параметрів ГТК з 2,02 до 4,98 змінювалися показники анатомічної структури стебла: зростали кількість луб'яних пучків та елементарних волокон у їхньому складі, а також їхні поперечні розміри. Це до певного ступеня зволоженості, а саме до рівня ГТК 2,68, сприяло росту номерності валового і довгого волокна відповідно на 16,2-41,9 та 14,3-35,7 %. Але з подальшим зростанням ступеня зволоження до ГТК 4,98 позитивний ефект затухав, а фізико-механічні властивості чесаного волокна погіршувалися внаслідок значного зростання діаметру елементарних волоконець (до 24,5 мкм). Це викликало підвищення міцності, але значно погіршувало показники м'якості та тонкості волокна, і, в кінцевому результаті, знижувало величину комплексного показника якості волокна – РДП до 13,8 км (табл. 4.19). Найбільш високим номером волокна відрізнявся льон, який виріс в умовах достатнього зволоження та помірного термічного режиму, коли показник ГТК дорівнював 2,68. Найкращими фізико-механічними властивостями вирізнялося чесане волокно, яке формувалося при більш помірному гідротермічному режимі – показник ГТК за вегетаційний період становив 2,14.

Таким чином, за результатами дослідження встановлено, що величина морфологічних, господарсько-цінних ознак рослин і технологічних показників волокна у льону-довгунця суттєво залежить від впливу погодних умов вирощування.

Проведений економічний та біоенергетичний аналіз різних систем основного та передпосівного обробітку ґрунту (табл. 4.20) показав, що продуктивність льону-довгунця на фоні напівпарового основного обробітку по відношенню до контролю (фон 1 – звичайний зяб) зростає в середньому за 4 роки по насінню на 0,77 ц/га (+10,8 %), а по довгому волокну відмічена тенденція до зниження врожайності на 0,18 ц/га (-2,1 %). Вартість льонопродукції на фоні звичайного зябу була в середньому 4643,75 грн/га (з коливаннями по варіантах передпосівного обробітку від 4300 до 4975 грн/га).

Таблиця 4.20 – Економічна та біоенергетична оцінка ефективності різних систем основного та передпосівного обробітку ґрунту під льон-довгунець, середнє за чотири роки

Показники	Варіанти основного обробітку ґрунту								
	Фон 1 – звичайний зяб (контроль)				Фон 2 – напівпаровий зяб				
	Варіанти передпосівного обробітку ґрунту								
	Вар. 1 культивация (контроль)	Вар. 2 борону- вання	Вар. 3 БИГ-3	Вар. 4 РВК- 3,6	Вар. 1 культивация	Вар. 2 борону- вання	Вар. 3 БИГ-3	Вар. 4 РВК- 3,6	Вар. 4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	9
Приріст врожаю, ц/га	6,6*	+0,6	+1,1	+0,5	+1,0	+1,4	+1,5	+1,4	+1,4
	8,0*	+0,7	+1,0	+0,5	-0,1	+0,2	+1,0	+0,4	+0,4
Середній номер довгого волокна	9,7	9,9	9,9	9,4	9,5	9,5	9,8	9,4	9,4
Вартість врожаю льнопродукції, грн/га	4300,00	4687,5	4975,0	4612,50	4787,5	5025,0	5175,0	5050,0	5050,0
в т.ч. вартість додаткової льнопродукції, грн/га	-	387,5	675,0	312,5	487,5	725,0	875,0	750,0	750,0
Додаткові витрати на проведення агрозалоу, грн/га	-	296,15	306,55	306,55	448,25	425,85	436,25	436,25	436,25
Затрати праці, люд.-год/га:	1,29	1,29	1,29	1,29	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
	0,32	0,15	0,22	0,22	0,32	0,15	0,22	0,22	0,22
сумарні витрати на обробіток	1,61	1,44	1,51	1,51	1,98	1,81	1,88	1,88	1,88

Продовження табл. 4.20

1		2	3	4	5	6	7	8	9
Витрати пального на обробіток, кг/га	основний	20,76	20,76	20,76	20,76	33,73	33,73	33,73	33,73
	передпосівний	4,1	1,86	2,9	2,9	4,1	1,86	2,9	2,9
	сумарні	24,86	22,62	23,66	23,66	37,83	35,59	36,63	36,63
Умовно чистий прибуток, грн/га		-	91,35	368,45	5,95	39,25	299,15	438,75	313,75
Рентабельність, %		-	30,8	120,2	1,9	8,7	70,2	100,6	71,9
Отримано енергії з урожаєм, МДж/га		28059,7	30561,4	32135,8	29634,1	29947,5	31315,1	32963,0	31675,4
Сукупні витрати енергії на вирощування, МДж/га		32314	32114	32280	32280	32719	32519	32685	32685
Енергетична собівартість продукції, МДж/ц		933,9	854,1	821,4	874,8	911,4	869,5	817,1	860,1
Отримано енергії з приростом врожаю, МДж/га		-	2501,7	4076,2	1934,7	-	1376,7	3015,5	1727,9
Заграти енергії на обробіток, МДж/га	основний	1024	1024	1024	1024	1429	1429	1429	1429
	передпосівний	314	114	280	280	314	114	280	280
	разом	1338	1138	1304	1304	1743	1543	1709	1709
Біоенергетичний коефіцієнт, Кее		0,87	0,95	1,0	0,92	0,92	0,96	1,01	0,97

* урожайність на контролі, ц/га

На фоні напівпарового обробітку зябу величина цього показника була 5009,37 грн/га (коливання у межах 4787,5-5175,0) або на 365,62 грн/га (+7,9 %) вищою. При цьому витрати праці на фоні напівпару зростали в середньому на 0,37 люд.-год/га або на 24,3 %, а витрати пального, відповідно, на 12,97 кг/га (+54,7 %).

Сукупні витрати енергії на обробіток ґрунту на фоні напівпару в середньому зростали на 405 МДж/га або +31,9 %, але біоенергетичний коефіцієнт (K_{ee}) при цьому був теж дещо вищим – на 3,8 % (табл. 4.20).

Серед варіантів передпосівного обробітку ґрунту на обох фонах основного обробітку кращим за продуктивністю виявився варіант із застосуванням комбінованого агрегату на базі голчастої борони (вар. 3). Приріст врожаю до контролю – варіант із застосуванням культивуації (вар. 1) в середньому становив по насінню 1,3 ц/га (+19,7 %), довгому волокну – 1 ц/га (+12,5 %), що забезпечило найвищий умовно чистий дохід – 403,6 грн/га та рентабельність – 110,4 % (табл. 4.20).

Найменші витрати енергетичних та людських ресурсів на одиницю площі були при використанні багаторазового передпосівного боронування (вар. 2). Порівняно з контролем (вар. 1) енергетичні витрати скорочувалися при цьому в середньому на 200 МДж/га (-13 %), а витрати праці – на 0,17 люд.-год/га (-9,2 %), продуктивність зростала по насінню на 1 ц/га (+15,1 %), довгому волокну – на 0,45 ц/га (+5,6 %).

По відношенню до кращого за продуктивністю варіанту (вар. 3), застосування зчіпки важких борін для передпосівного обробітку ґрунту дозволило скоротити витрати людської праці на 4 %, енергетичні експлуатаційні витрати на обробіток ґрунту – на 11 %, при цьому врожайність льону-довгунця зменшувалася в середньому лише на 0,3 ц/га (-3,8 %) по насінню та на 0,55 ц/га (-6,1 %) по довгому волокну, а показник коефіцієнту енергетичної ефективності (K_{ee}) – на 5 % (табл. 4.20).

Таким чином, на сучасному етапі особливе значення має не тільки встановлення відповідності властивостей ґрунту вимогам льону-довгунця, а й урахування кліматичних умов, рівня потенційної забур'яненості поля чи посіву, економічних показників, зокрема, питань енерго- та ресурсозбереження.

Наші багаторічні дослідження свідчать, що в умовах Лівобережного Полісся України на дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу оранка в системі звичайного та поліпшеного зябу забезпечує на період весняних робіт у шарі ґрунту 0-10 см близьку до оптимальної величини щільність ґрунту (об'ємну масу) – 1,20 г/см³. У системі пізнього і раннього напівпарового зябу цей показник зростає відповідно до 1,26 та 1,33 г/см³, що є наслідком більш активного впливу цих обробіток на агрофізичний стан ґрунту.

Нами встановлено, що строки зяблевої оранки мають дуже велике значення в системі захисту від бур'янів. Так, за ранньої оранки створюються кращі умови для боротьби з бур'янами. Проведення основного обробітку ґрунту по типу раннього напівпару (оранка в першій декаді серпня) дозволяє зменшити забур'яненість посіву льону на 22-52 % залежно від кратності наступних розпушень. Більш пізній напівпаровий обробіток ґрунту (оранка в першій декаді вересня) зменшує засміченість посіву на 16-24 %. Система основного обробітку ґрунту по типу поліпшеного зябу (оранка в першій декаді жовтня + одне розпушення) зменшує забур'яненість посіву льону лише на 10 %. При ранньому розпушенні зябу (серпень) за одну культивуацію знищується до 164 проростків бур'янів на 1 м², у вересні – відповідно – 120 шт./м², жовтні – 11 шт./м². Система основного обробітку ґрунту по типу раннього напівпару зменшує потенційну засміченість орного шару (0-20 см) на 42-63 %, пізнього напівпару – на 39-40 %, при поліпшеному зябу на 25 %.

При зміщенні терміну основного обробітку ґрунту на більш пізній календарний строк спостерігається тенденція погіршення

кількісно-якісних параметрів продуктивності льону-довгунця, величини яких не виходили за межі похибки експерименту.

Біоенергетичний аналіз ефективності використання ресурсів при різних системах основного обробітку ґрунту свідчить, що додаткове розпушення зябу викликає зростання витрат енергії в середньому на 20 %, праці – на 29 %, паливно-мастильних матеріалів – на 18 %. Збільшення кількості розпушень зябу доцільне тільки на фоні раннього напівпару. Продуктивність культури при системі напівпарового основного обробітку ґрунту в порівнянні із поліпшеним обробітком зябу зростає на 4 %.

Виходячи з цього, в системі механічного обробітку ґрунтів під льон-довгунець в умовах Лівобережного Полісся треба застосовувати диференціацію, а саме: звичайну систему зяблевого обробітку ґрунту використовувати на полях із низьким ступенем забур'яненості – кількість малорічних бур'янів не повинна перевищувати 10 шт./м², багаторічних – 1 шт./м², а ступінь їхнього проєкційного покриття поверхні ґрунту – до 15 відсотків.

Щодо системи обробітку ґрунту по типу поліпшеного зябу, то його краще застосовувати під льон-довгунець на полях більш засмічених багаторічними бур'янами, які мають середній ступінь забур'яненості, тобто від 10 до 50 шт./м² малорічних бур'янів та від 1 до 5 шт./м² багаторічних бур'янів зі ступенем проєкційного покриття до 45 відсотків. Ряд дослідників вважає, що недоцільно застосовувати поліпшений зяблевий обробіток на безструктурних і схильних до заплівання ґрунтах, які зустрічаються на Поліссі [14].

Ця система повинна включати одноразове лушення дисковими знаряддями на глибину 6-8 см та оранку на глибину 20-22 см з одночасним коткуванням не пізніше першої декади жовтня і проведення через 18-20 днів культивуації на глибину 6-8 см без боронування, щоби зменшити ступінь заплівання поверхні ґрунту за осінньо-зимовий період. Вигорнуте з нижніх шарів ґрунту насіння

бур'янів при цьому встигає ще прорости, а сходи знищуються морозами.

Систему напівпарового зяблевого обробітку ґрунту необхідно використовувати на полях, посіви яких мають великий і дуже великий ступінь забур'яненості посівів, а саме: від 50 до 100 і більше малорічних та від 5 до 10 і більше багаторічних бур'янів з проекційним покриттям 80 та 100 %.

Мета напівпарового обробітку – очищення верхнього шару ґрунту від насіння однорічних бур'янів після оранки. Ця система включає лущення стерні у липні дисковими знаряддями на глибину 6-8 см та відвальну оранку з одночасним коткуванням у першій декаді серпня (ранній напівпар) або першій декаді вересня (пізній напівпар). У наступний період часу зоране поле обробляють за типом чистого пару – проводять різноглибинні культивації в міру появи сходів бур'янів. Культивації проводять в агрегаті з бородами (за винятком останньої). Кратність обробок – 2-4 залежно від ступеня засміченості.

Одним із обґрунтувань застосування системи напівпарового зяблевого обробітку ґрунту може бути той факт, що в зоні Лівобережного Полісся найзліснішими з однорічних бур'янів є півняче просо та лобода. Необхідно враховувати біологічні особливості зазначених бур'янів, а саме: те, що насіння півнячого проса, а також переважна кількість насіння лободи проростають при температурі повітря до 20-25 °С (пізні ярі), коли вже в системі захисту посівів проминули терміни застосування гербіцидів. Таким чином, значна частина сходів цих бур'янів уникає дії гербіцидів. Саме застосування системи напівпарового (особливо раннього) зяблевого обробітку ґрунту дозволяє ефективно знищувати ці бур'яни. Адже при проведенні звичайного зяблевого обробітку ґрунту в другій половині жовтня температурний режим повітря знижується і не сприяє проростанню насіння цих видів бур'янів.

При вирощуванні льону-довгунця у стартовий період особливо важливе значення мають фізичний стан і будова посівного шару,

тобто тієї його частини, яка формує насінневе ложе й забезпечує необхідний контакт між ґрунтом і насінням. Льон-довгунець як дрібнонасінна культура вимагає найретельнішого вирівнювання ґрунту в системі передпосівного обробітку. Враховуючи те, що насіння льону при проростанні виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту, його необхідно сіяти не глибше 2 см. Насіння, загорнуте глибше, зазвичай дає сходи біологічно ослаблені, з них виростають малопродуктивні рослини.

За даними досліджень, саме вирівнювання поверхні ґрунту в системі передпосівного обробітку забезпечує загортання висіяного насіння на оптимальну глибину, що зумовлює високу польову схожість, дружні сходи та високу вирівняність стеблостою. А вона у свою чергу сприяє одержанню найвищої еластичності й тонини чесаного волокна. Без ретельного вирівнювання поверхні поля знижувався загальний урожай волокна, а головне – вихід довгого. Окрім цього вирівняність поверхні ґрунту забезпечувала високу якість роботи льонозбиральних машин [148].

Інтенсивний передпосівний обробіток ґрунту під льон-довгунець із застосуванням культивацій має певний негативний вплив на показники біометричного стану посіву, перш за все – різноглибинне загортання насіння, а наслідком цих змін глибини загортання насіння є утворення різноякісних сходів та подальший нерівномірний ріст і розвиток рослин льону. Крім цього технологічні операції передпосівного обробітку ґрунту розірвані певним чином між собою у часі, що призводить до багаторазових проходів машин та знарядь полем, а наслідком є розпилення ґрунту з наступним його ущільненням. Тому виникає питання поєднання декількох технологічних операцій і прийомів обробітку ґрунту в одному робочому процесі шляхом застосування комбінованих ґрунтообробних агрегатів. У нашому випадку для мінімізації передпосівного обробітку ґрунту найбільш оптимальним для створення стартових умов росту та розвитку рослин льону було

використання комбінованого агрегату у складі голчастої борони БИГ-3 + 3 БЗТС-1,0 + кільчасто-шпорові котки 3 ККШ-6А. Це дало можливість зменшити кількість проходів тракторів та ґрунтообробних знарядь в 1,5-1,8 разу.

Такий передпосівний обробіток ґрунту забезпечував у середньому за 4 роки оптимальну глибину загортання насіння 2,02 см, при цьому було загорнуто на цій глибині 94,4 % висіяного насіння. Початок сходів від посіву не перевищував терміну 11,3 дня, а загальна тривалість сходів – 8,8 дня, у т.ч. термін тривалості дружніх сходів – 3,5 дня. Повнота польової схожості значно наближалася до лабораторної і становила 93 %. Густота стеблостою перед збиранням становила 1813 шт./м², у т.ч. продуктивних – 1573 шт./м² або 86,8 % до загальної. За вегетаційний період гинуло лише 7,3 % рослин, а вирівняність стеблостою сягала 94 %, ступінь вилягання рослин перед збиранням був незначним – 4,6 балу. Повітряно-суха маса бур'янів перед збиранням льону була 26,3 г/м², що на 33,9 % нижче, ніж при застосуванні передпосівної культивуації з наступним боронуванням та коткуванням. На цьому фоні передпосівного обробітку ґрунту формувалися рослини льону, які мали висоту 72,5 см та технічну довжину стебла 63,1 см, на рослинах нараховувалося 3 насінневі коробочки з 6,1 шт. насіння та масою 1000 насінин 5,1 г. Діаметр стебел дорівнював 1,3 мм і за цим параметром відповідав середньостебельному льону. В кінцевому результаті це забезпечувало порівняно до контролю (культивуація) приріст урожаю насіння 1,3 ц/га (+19,7 %), довгого волокна – 1 ц/га (+12,5 %), показники якості льонопродукції покращувалися на 1,5-7,5 %; було отримано найвищий чистий прибуток 403,6 грн/га та рентабельність 110,4 %. При цьому параметри Кеє перевищували аналогічний показник на інших варіантах передпосівного обробітку ґрунту на 3,1-14,9 %.

Закультивоване восени поле за технологією як поліпшеного, так і напівпарового обробітку зябу навесні перед посівом можна

боронувати зчіпкою важких борін у 2 сліди. Це дозволяє скоротити енергетичні витрати на обробіток ґрунту в системі передпосівного технологічного циклу порівняно з традиційною схемою (культивуація) на 63,7 %, витрати пального – на 54,6 %, витрати праці – на 53,1 %, при підвищенні величини K_{ee} на 9,8 %. При цьому врожайність льону зростала в середньому: насіння – на 1 ц/га (+15,1 %), довгого волокна – на 0,45 ц/га (+5,6 %). По відношенню до найкращого варіанту передпосівного обробітку з використанням голчастої борони БІГ-3 витрати праці скорочувалися на 31,8 %, пального – на 35,9 %, енергетичні – на 59,3 %, K_{ee} – на 5 % при відносно незначному зниженні врожайності насіння на 0,3 ц/га (-3,8 %), довгого волокна – на 0,55 ц/га (-6,1 %).

Доцільність застосування зчіпки важких борін для передпосівного обробітку ґрунту під льон-довгунець визначається, виходячи із ступеня забур'яненості поля та щільності ґрунту, тобто її краще застосовувати на більш окультурених, менш засмічених та помірно ущільнених ґрунтах ($d =$ або $< 1,35$ г/см³) і, особливо – під час посушливої весни.

Ступінь впливу агрометеорологічних умов (фактор – рік вирощування) на продуктивність льону-довгунця був дуже значним – його частка за видами продукції перебувала в межах 70-94 %. Значний вплив на продуктивність рослин та якість льонопродукції спричиняє термічний режим і вологозабезпеченість. В умовах Лівобережного Полісся вирішальне значення для формування врожаю та якості волокна мають погодні умови в період фаз від сходів до цвітіння. Найбільш оптимальними в даний період для росту і розвитку рослин льону в умовах досліджень були наступні параметри гідротермічного режиму: середньодобова температура повітря на початок сходів 13 °С, протягом усього міжфазного періоду – 16,9 °С та сума опадів – 75 мм (ГТК 2,01). Урожай насіння найбільше залежить від умов росту та розвитку рослин у період «цвітіння – визрівання». Оптимальними в цей час в умовах зони

виявилися середньодобові температури повітря в межах 17,8 °С та сума опадів за даний період 101 мм (ГТК 2,71).

Якість волокна формується протягом майже всього вегетаційного періоду, починаючи з фази “ялинки” – від утворення першої пари справжніх листків до періоду швидкого росту. Загальна тривалість фаз – сходи і “ялінка” становить біля 15 днів або дещо більше, що залежить від погодних умов. У цій фазі інтенсивно розвивається коренева система, формується точка росту, закладаються потенційні можливості розвитку стебла, чим триваліша ця фаза, тим більше утворюється міжвузлів і тим більше створюється можливостей для подальшого інтенсивного росту стебла. Формування якості волокна продовжується до технічної стиглості льону – до ранньої жовтої стиглості, коли волокно за комплексом ознак набуває найвищої якості. В умовах досліджень найбільш високі показники якості волокна було отримано при кількості опадів за вегетаційний період (сходи – рання жовта стиглість) від 137 до 152 мм, середньодобовій температурі повітря в межах 16,6-17,3 °С та ГТК від 2,14 до 2,68.

РОЗДІЛ 5

АДАПТАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ СОРТІВ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЗОНИ ТА ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНІКИ ВИРОЩУВАННЯ

5.1. Сорт як фактор інтенсифікації галузі льонарства

У сучасних умовах ринкових відносин, коли доцільність вирощування сільськогосподарських культур залежить не тільки від величини урожайності та якості продукції, але й від попиту на неї, її ліквідності, тривалості стабільних і високих цін на зазначену продукцію, важливим є знання агробіологічної характеристики культур, яка включає їхнє ставлення до умов вирощування, ступінь пристосованості до змін довкілля, ефективність використання факторів життя тощо [9, 14, 303, 304].

Одним із найефективніших інструментів інтенсифікації аграрного виробництва в цілому та льонарської галузі зокрема є сорт [304, 310, 364]. Аналіз показує, що лише за рахунок сорту можна досягти збільшення врожайності на 20-30 %. Тому одним із економічно вигідних шляхів підвищення ефективності галузі є створення та впровадження у виробництво нових сортів льону-довгунця з генетично забезпеченою екологічною пластичністю [305-308, 363].

Щодо льону-довгунця: зони ефективного вирощування – Полісся та Північний Лісостеп; ліквідність – 75-90 %; стабільність урожайності в роки з різними погодними умовами (% використання погодного потенціалу) – у сприятливі за погодними умовами роки реалізація потенціалу урожайності 65-70 %, несприятливі – 45-50 % [42].

Існуючі сорти льону-довгунця, при дотриманні сортової технології вирощування, її чіткому виконанні, можуть забезпечити врожайність волокна 1,8-2,4 т/га. У той же час, як свідчать дані Державної служби з охорони прав на сорти рослин та наукових дослідних установ, реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів льону в виробництві перебуває на рівні 30-40 %. Сорти льону

вітчизняної селекції мають потенційну врожайність: соломи – 5-7, насіння – 0,8-1,2, волокна – 1,4-1,6 т/га. Свого часу про конкурентоспроможність сортів української селекції свідчили позитивні відгуки виробників та розширення площ їхнього посіву в Україні. Так, якщо раніше вітчизняні сорти займали 5-6 % загальної площі посіву льону в країні, то згодом – понад 50 % [309-311].

В нинішній час перед селекціонерами стоїть завдання не тільки підвищувати продуктивність рослин, а й поєднувати її зі стійкістю до абіотичних і біотичних умов середовища. Наприклад, незважаючи на значну кількість хімічних засобів, ураженість посівів льону-довгунця хворобами та шкідниками залишається високою, що не завжди виправдовує виробничі витрати та призводить до забруднення навколишнього середовища, накопичення токсичних речовин у льонопродукції [312-315]. Тому стійкі до збудників хвороб і шкідників сорти та правильний їхній вибір у відповідності до регіональних умов є важливими елементами інтегрованого захисту рослин, який сприяє збереженню довкілля. Проте слід зауважити, що запровадження адаптованих до агроландшафтних умов технологій повинно базуватися не лише на використанні генетико-біологічного потенціалу сортів та агрофітоценозів, створених на їхній основі, але й на збереженні екологічної рівноваги у біогеоценозі. Цього можна досягти лише за умови включення у складові ланки технологій науково обґрунтованих елементів сортової агротехніки [365-368].

Окрім цього існує ще один важливий аспект щодо використання потенціалу сортів, від якого так чи інакше залежить рівень і сталість урожаїв – гідрометеорологічні умови [88, 89, 168, 316-321]. Сільське господарство є найбільш вразливим до несприятливого впливу гідрометеоумов. Саме фізико-географічне розташування нашої країни значною мірою визначає її досить складний мінливий клімат, який часто завдає значних збитків галузі. На території України втрати урожаю від несприятливих погодних умов в окремі роки можуть досягати 45-50 %, а при сполученні декількох несприятливих явищ – 70 % і більше [322].

Глобальне потепління клімату, яке розпочалося в 70-х роках минулого століття, у недалекому майбутньому неодмінно впливатиме на всі галузі народного господарства й особливо на землеробство. Тому актуальність цієї проблеми з роками, вочевидь, буде зростати [322, 323].

В Україні спостерігається тенденція до суттєвого підвищення температури повітря у червні та липні. В цілому за останні 30 років середні місячні температури повітря перевищували кліматичну норму на 2-3 °С. Поряд із збільшенням теплових ресурсів території на сьогодні відмічено, що за останні 20 років в Україні відбулося деяке збільшення річної кількості опадів – в середньому на Поліссі до 2 % [322].

Що стосується основних агрокліматичних показників весняного періоду, як найбільш важливого з точки зору організації та ведення рослинництва, то тут можна відмітити наступне. Настання весни – періоду з температурами повітря, вищими за 0 °С, нині відбувається в середньому на 15-25 днів раніше, ніж за кліматичними даними, тобто до 1990 року [119].

Згідно з деякими літературними джерелами, що базуються на даних аналізу матеріалів багаторічних досліджень за погодою, початок вегетації рослин, який збігається з переходом середньої добової температури повітря через +5 °С та +10 °С, також став більш раннім – в середньому на 2-7 днів [322, 323]. Однак, за даними Т. Адаменко (2008), більш раннє настання весни не означає також швидкого збільшення тривалості періоду активної вегетації, яка розпочинається з переходом середньої добової температури повітря через +5 °С та +10 °С. Більшою мірою відбувається подовження періоду між датами переходу через 0 °С та 5 °С навесні, тобто у період передвесіння. Тому сівба ранніх ярих культур у надто ранні строки призводить до затягування періоду «посів – сходи», що може викликати у деяких випадках пошкодження таких посівів приморозками. Все це призводить до того, що кліматична складова

урожаю основних сільськогосподарських культур в Україні може досягати 30-50 % [119].

У польових дослідях, що проводились в 2002-2005 роках на дослідних полях Інституту сільського господарства Полісся НААН на типових для зони дерново-підзолистих ґрунтах легкого механічного складу, було встановлено, що вклад фактору «середовище» у формування врожайності соломи льону-довгунця становить 27 %, взаємодія факторів «генотип – середовище» сягає 17 %, а домінування фактору «генотип» – на рівні 14 %, що говорить про значну роль впливу погодних умов [324].

Не можна вважати остаточно визначеною можливістю сполучення кількох господарсько-цінних ознак у межах одного генотипу, оскільки корелятивні взаємозв'язки між ними залежать від генетичного складу експериментальних сукупностей та кліматичних умов вирощування. Так, в ІЛК НААНУ у 2000-2003 рр. була проведена комплексна польова та лабораторна оцінка 18 сортів льону-довгунця різного еколого-географічного походження. Загалом, при виконанні зазначеної роботи було отримано та проаналізовано 180 гібридів F1, які випробували за сукупністю господарсько-цінних ознак. Було встановлено, що реакції сортів льону-довгунця на погодні умови мають суто індивідуальний характер і незалежні від генетично зумовленого рівня кількісних ознак. За трирічними оцінками сортів льону-довгунця було встановлено, що чинниками мінливості ознак якості волокна були генотипові ефекти, ефекти погодних умов вирощування та взаємодія цих факторів. Мінливість гнучкості волокна залежить більшою мірою від погодних умов вирощування, а міцність волокна – від генетичних особливостей сортів та гібридів. Впливу погодних умов вирощування підлягають діаметр стебла, довжина суцвіття, маса технічної частини стебла та маса волокна з рослини [298].

Генетичний потенціал урожайності сортів реалізується при збалансованій дії багатьох провідних факторів. Академік В. С. Шевелуха (1980) вважає, що різке відставання рівня технологій

від рівня інтенсивності сортів – одна з головних причин дуже повільного росту урожайності [325]. Недостатні економічні та інші можливості не дозволяють повною мірою реалізувати біологічний потенціал рослинного генофонду, що стримує ріст ефективності виробництва й національного багатства. Таким чином, будь-яка технологія вирощування малоефективна, якщо ігноруються потенційні можливості культури й сорту. Потенціал сортів може реалізуватися в умовах, якщо внести корективи в технологічні прийоми їхнього вирощування з тим, щоб вони краще відповідали один одному, іншими словами – досягти більшої адаптивності.

З усього різноманіття особливостей, за якими різняться сорти льону, перш за все треба відмітити їхню генетичну різноякісність та тривалість вегетаційного періоду. Остання ознака є однією з головних, бо нею визначаються не тільки біологічні особливості сортів, але, до деякої міри, й ті зовнішні умови, в яких триває їхній розвиток. Унаслідок індивідуальної швидкості розвитку різні сорти проходять окремі періоди онтогенезу в різні строки і в неоднакових умовах зовнішнього середовища, що значною мірою визначає ступінь чутливості різних за скоростиглістю сортів льону до окремих операційних елементів технології їхнього вирощування [326-331].

Як уже зазначалося, зона Лівобережного Полісся характеризується різноманіттям ґрунтів за родючістю та механічним складом, різко континентальним кліматом із чергуванням посушливих та зволжених періодів під час вегетації. Для цих ґрунтово-кліматичних умов потрібні чіткі відповіді, як реагують різні сорти льону-довгунця на елементи зональної технології вирощування та при яких їхніх параметрах рослини здатні забезпечувати одержання високих врожаїв волокна й насіння. Тому виникає необхідність вивчення найбільш розповсюджених та перспективних у країні сортів льону-довгунця і їхньої урожайності залежно від строків, норм та способів посіву й ступеня удобрення та інших заходів сортової агротехніки з подальшим визначенням найбільш пристосованих для вирощування в умовах зони Лівобережного

Полісся. При цьому одним із першочергових питань повинно стати відпрацювання методики правильного посіву [332, 333].

Загальні принципи визначення строків сівби культури чи сорту в певній природно-кліматичній зоні базуються в кожному конкретному випадку на врахуванні певних факторів. Біологічні особливості культури й сорту визначаються за такими показниками:

- біологічні мінімуми температури проростання насіння та появи сходів;
- чутливість молодих рослин до весняних приморозків;
- реагування рослин на погодні умови у критичні періоди розвитку;
- довжина вегетаційного періоду.

Кліматичні параметри зони та погодні умови певного року під час проведення сівби мають вирішальне значення для визначення конкретних строків та іноді вносять значні поправки в загальноприйняті рекомендації. У першу чергу необхідно враховувати фактор вирощування, що перебуває тут у мінімумі, а також механічний склад ґрунту, рельєф місцевості, попередників, особливо ступінь забур'яненості поля після них, а також час масової появи хвороб і шкідників.

Літературу з льонарства, де висвітлюються питання строків сівби льону, можна розділити на кілька груп. Автори першої з них вважають, що льон-довгунець потрібно сіяти якнайраніше, одночасно з ранніми колосовими. Оскільки при ранніх строках сівби льон менше вражається хворобами, особливо іржею та фузаріозом, стійкіший проти вилягання та шкідників, відрізняється вищою продуктивністю і якістю. Так, за даними С. Ф. Тихвинського (1978), у стеблах льону раннього строку сівби елементарні волокна мають багатогранну форму, товсті стінки й розміщуються щільними пучками. А у льону пізнього строку сівби волокна овально-круглі зі слабо вираженими гранями, пучки нещільні, що значно знижує якість [301]. При ранніх строках сівби льон раніше досягає, тому збирання врожаю та

приготування трести відбувається за більш сприятливих погодних умов, що позитивно впливає на якісні показники продукції. При більш пізніх строках сівби, на думку цих авторів, період «цвітіння – достигання» припадає на другу половину літа, що характеризується частішими сильними зливами з вітром, що в свою чергу викликає значне вилягання посівів та підвищену їхню засміченість пізніми злаковими бур'янами. Все це, поряд із погіршенням внутрішньої структури стебла, ускладнює збиральні роботи та післязбиральну доробку врожаю [334-336].

Друга група авторів строки сівби пов'язує не з календарними датами, а із сукупністю метеорологічних факторів – вони вважають, що льон потрібно сіяти не раніше від строку, коли на глибині загортання насіння ґрунт прогріється до 7-8 °С, тобто в оптимально ранні строки. При дуже ранніх посівах частіше спостерігається несприятлива для проростання насіння і появи дружних сходів прохолодна дощова погода після сівби. Внаслідок цього виникає кірка на поверхні ґрунту, яка в будь-якому випадку знижує польову схожість насіння [331, 337-340].

До третьої групи авторів належать прихильники сівби льону як у ранні, середні, так і у пізні строки для страхування посівів льону від несприятливих погодних умов та послаблення напруження при його збиранні [304, 341]. До четвертої групи належать дослідження, де вивчалися зимові та надранні строки сівби [342], а також літні посіви [343] та коли льон висівався навіть пізно восени [344].

Отже, строки сівби кожної культури та кожного сорту визначаються в конкретних умовах з урахуванням комплексу факторів. Лише беручи до уваги всі фактори, можна прогнозувати кращі строки сівби в кожному конкретному випадку.

Відомо, що серед факторів, інтегрованих у технологічний комплекс управління формуванням потенційної врожайності та надання їй певної сталості, нормі висіву насіння належить значна роль. Додержання економічно обґрунтованих і раціональних норм витрат насіння належить до числа обов'язкових вимог рентабельного

ведення господарства. Наднормативні витрати насіння, які не компенсуються зростанням урожаю, завдають матеріальних збитків. Зі зміною технології, рівня хімізації, сортового складу повинна переглядатися точка зору на норму висіву насіння, як на один із факторів інтенсифікації льонарства. На сучасному етапі підвищені норми висіву є нашою платою за низьку якість насіння, незадовільну підготовку ґрунту, технічну недосконалість сільськогосподарських машин. Тільки з цих причин щорічно додатково витрачається значна кількість посівного матеріалу [345].

Норма висіву – параметр, котрий значною мірою обумовлює структуру самого посіву. Оскільки в міру збільшення густоти рослин на одиниці площі та зростанні в посівах площі листя, погіршення їхньої освітленості і зниження фотосинтезу можуть погіршуватися можливості засвоєння рослинами елементів мінерального живлення. Це, в свою чергу, може ще більше погіршити можливості фотосинтезу. Вірогідно, зазначений ланцюг взаємопов'язаних змін процесів лежить в основі таких фактів, коли спостерігається явище, що навіть рекомендовані оптимальні дози добрив не дають позитивного ефекту і здається, що можливості подальшого підвищення продуктивності рослин вичерпані [275]. Тому проблема створення оптимальної густоти стеблостою в льонарстві, можливо, більш актуальна, ніж у багатьох інших галузях рослинництва, що пов'язано з біологічними особливостями культури.

В окремих дослідженнях встановлено, що з підвищенням норм висіву насіння льону дещо знижувалася повнота сходів, зменшувалася фотосинтетична діяльність листя, оскільки в них знижувався вміст хлорофілу та каротиноїдів [346, 347]; зменшувалася маса коренів [348]; рослини гірше забезпечувалися вологою [349]. Все це призводило до того, що в загущених посівах рослини були нижчі та менші за масою, зростала частка недорозвинених та загиблих від посухи рослин, знижувалася вирівняність стеблостою. У випадках вилягання у стеблах формувалася менша кількість елементарних волокон, які мали замість багатогранної округлу форму

з великими внутрішніми проміжками та тонкими стінками, що зумовлювало слабку міцність волокна [350].

Норми, які практично застосовуються у виробництві, коливаються від 18 до 35 млн/га схожих насінин, або у фізичній масі від 80 до 160 кг/га, тобто відрізняються у 2 рази [351-353].

Останнім часом спостерігається тенденція до зниження норми висіву схожих насінин до 20-25 млн/га, що відповідає 100-125 кг/га. Це дозволяє одержати 1800-2000 здорових, розвинених рослин на 1 м² перед збиранням, виходячи з того, що польова схожість насіння при правильно проведених передпосівному обробітку ґрунту і сівбі становить у середньому 80 % від лабораторної. До 10 % рослин може загинути в період вегетації. При незадовільному обробітку ґрунту, коли поверхня поля погано вирівняна, з великими грудками, неуцільнена, польова схожість насіння знижується до 60 %. В такому разі, наприклад, з 25 млн схожих насінин на поверхні ґрунту з'явиться 15 млн рослин, а перед збиранням повинно залишитися тільки 14 млн. Таким чином, на думку певної частини дослідників, найвищий врожай та якість волокнистої продукції й насіння одержують при наявності 1800-2000 рослин льону на 1 м² [350, 354, 355].

За кордоном, незважаючи на високу стійкість вирощуваних сортів до вилягання, норми висіву в останні роки, як правило, перебувають на рівні 100-130 кг/га [356].

Практика показує, що різні сорти мають неоднакову посухостійкість, тому, вибираючи оптимальні строки та норми посіву, можна уникнути шкідливого впливу посухи [357].

Отже, необхідно відмітити, що як високі, так і низькі норми висіву не забезпечують одержання максимального врожаю льонопродукції високої якості. У першому випадку причиною незадовільних показників є вилягання посівів, погана вирівняність стеблостою за висотою. У другому – в зріждених посівах формуються стебла з великим діаметром, а саме: 1,6 мм і більше, в яких невисокий вміст волокна, низька його міцність. Такі посіви, як правило,

заростають бур'янами, а отже, теж не забезпечують високої збереженості врожаю і якості продукції.

Таким чином, підсумовуючи вищезазначене, можна прийти до таких висновків, що строки та норми висіву льону-довгунця значною мірою впливають на ріст та розвиток рослин. Вони визначають густоту посіву, від якої суттєво залежить можливість використання рослинами елементів живлення, світла, вологи, а в результаті й рівень врожаю та його якості. Ці складові елементи технології вирощування льону не є постійними категоріями, а перебувають у залежності від багатьох факторів, як технологічних, так і ресурсних, особливо погодних умов [171, 339, 340, 345, 348, 356, 358-362]. Тому подальше вивчення ефективності строків та норм висіву льону-довгунця необхідне у зв'язку з районуванням нових сортів, які мають свої біологічні особливості, зміною ступеня окультуреності ґрунтів, погодних умов та технологій обробітку ґрунту і застосування агрохімікатів, а також низки економічних чинників сучасного господарювання.

5.2. Продуктивність рослин і якість льону-довгунця залежно від норм висіву та рівня мінерального живлення

Заміна елементів технології, сортового складу потребує пошуку оптимального співвідношення таких важливих складових будь-якої технології, як норми висіву та дози елементів живлення з метою управління формуванням потенційної врожайності й надання їй певної сталості, а також – отримання продукції відповідного рівня якості та забезпечення оптимального фітосанітарного стану ценозу.

Двофакторний дослід (3x7) включав у себе (дослід 5, стор. 42):

Фактор А – норми висіву

Варіант 1. 22 млн шт./га.

Варіант 2. 25 млн шт./га.

Варіант 3. 28 млн шт./га.

Норми висіву зростали на 3 млн шт./га схожих насінин (співвідношення 1 – 1,14 – 1,27).

Фактор В – дози та співвідношення добрив

1. $N_0P_0K_0$ (контроль).
2. $N_{30}P_{60}K_{90}$ (загальнорекомендована доза).
3. $N_{30}P_{60}K_{120}$.
4. $N_{30}P_{90}K_{120}$.
5. $N_{45}P_{60}K_{90}$.
6. $N_{45}P_{60}K_{120}$.
7. $N_{45}P_{90}K_{120}$.

Дози добрив: N_0 , N_{30} , N_{45} ; P_0 , P_{60} , P_{90} ; K_0 , K_{90} , K_{120} (співвідношення N:P:K = $N_0:P_0:K_0$, $N_1:P_2:K_3$, $N_1:P_2:K_4$, $N_1:P_3:K_4$, $N_{1,5}:P_2:K_3$, $N_{1,5}:P_2:K_4$, $N_{1,5}:P_3:K_4$)

На підставі аналізу результатів досліджень встановлено, що незалежно від норм висіву гідротермічні умови вегетаційного періоду та підвищення рівня азотно-калійного живлення відчутно впливали на тривалість проходження фаз росту й розвитку культури. В роки з дощовою та прохолодною погодою збільшувалися терміни проходження всіх фаз і вегетаційного періоду в цілому на 3-4 дні, порівняно з роками, близькими за метеопараметрами до оптимальних. У жарких та посушливих умовах вегетаційний період скорочувався на 2-3 дні. Підвищення рівня азотно-калійного живлення теж сприяло подовженню часу вегетації рослин на 1-3 відсотки.

Дуже важливо визначити ту межу зниження густоти стеблостою та підвищення доз добрив, за якою не зменшувалася б урожайність і не погіршувалася його якість унаслідок засмічення. Результати аналізу експерименту показали: ці параметри значною мірою залежать від правильного поєднання норм висіву та доз внесених добрив (табл. 5.1). Дані таблиці 5.1 свідчать, що при зменшенні густоти стеблостою льону-довгунця зростала засміченість посіву й маса бур'янів на одиниці площі. Так, кількість бур'янів перед збиранням льону при цьому збільшувалася з 99 до 173 шт./м² або на 74,7 %, суха маса бур'янів – у 2 рази, а маса однієї рослини – на 14,3 %.

За результатами проведених досліджень встановлено, що рівень азотного живлення на фоні різних норм висіву по-різному впливав на

фітосанітарний стан посіву. Так, на фоні 22 млн шт./га схожих насінин за внесення N_{30} зростала (порівняно з абсолютним контролем) засміченість на 22 %, при збільшенні дози азоту в 1,5 разу (N_{45}) – лише на 16 %. Внесення N_{30} на фоні 25 млн шт./га схожих насінин навпаки супроводжувалося зменшенням забур'яненості посіву на 3 %, а N_{45} – на 17 %. На фоні 28 млн шт./га схожих насінин внесення азоту спричиняло зростання кількості бур'янів на одиниці площі відповідно на 1 та 12 % (табл. 5.1, додаток Д1).

Таблиця 5.1 – Залежність забур'яненості посівів льону-довгунця від норм висіву та доз мінеральних добрив, середнє за три роки

Показники	Норми висіву, млн шт./га	Варіанти дослідів							Середнє за фоном норми висіву
		N_0 P_0 K_0	N_{30} P_{60} K_{90}	N_{30} P_{60} K_{120}	N_{30} P_{90} K_{120}	N_{45} P_{60} K_{90}	N_{45} P_{60} K_{120}	N_{45} P_{90} K_{120}	
Кількість бур'янів, шт./м ²	22	149	189	173	185	171	210	137	173
	25	144	140	123	156	121	121	115	131
	28	94	86	103	97	103	113	99	99
Маса сухих бур'янів, г/м ²	22	23,0	24,9	24,0	22,8	31,0	41,8	24,3	27,4
	25	15,9	24,6	17,1	28,0	21,8	21,1	18,6	21,0
	28	11,2	13,4	14,3	14,3	14,8	15,1	13,6	13,8
Відсоткове співвідношення рослин бур'янів до рослин льону на одиниці площі	22	9,5	11,9	11,4	10,8	10,5	13,2	8,2	10,8
	25	7,7	7,7	6,6	8,1	6,3	6,6	6,0	7,0
	28	4,5	4,3	4,8	4,7	5,0	5,2	4,9	4,8
Суха маса однієї рослини бур'янів, г	22	0,15	0,13	0,14	0,12	0,18	0,20	0,18	0,16
	25	0,11	0,18	0,14	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16
	28	0,12	0,16	0,14	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14

Найменшою забур'яненість була при застосуванні повного мінерального добрива у співвідношенні $N:P:K=1,5:3:4$ на фоні норм висіву 22 та 25 млн шт./га і 1:2:3 – на фоні норми висіву 28 млн шт./га схожих насінин. Підвищення норми висіву з 22 до 25 та 28 млн шт./га

схожих насінин посилювало ступінь вилягання стеблостою льону відповідно на 3 і 8 % (табл. 5.2).

Стійкість рослин льону до вилягання зі зростанням загального рівня мінерального живлення (особливо в несприятливій за погодними умовами роки) знижувалася в середньому на 1,8 балу або 42,6 %.

Таблиця 5.2 – Вплив норм висіву та доз мінеральних добрив на ступінь вилягання рослин льону-довгунця, бал

Норми висіву, млн шт./га	Роки досліджень	Варіанти досліджу								Середнє за фоном норми висіву
		N ₀ P ₀ K ₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀		
22	1986	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	1987	5,0	4,1	3,8	4,5	2,8	3,3	3,0	3,8	
	1988	4,3	2,8	2,5	2,3	2,0	2,5	2,3	2,7	
	Середнє	4,8	4,0	3,8	3,9	3,3	3,6	3,4	3,8	
25	1986	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	
	1987	5,0	4,1	4,0	4,0	2,3	2,3	2,0	3,4	
	1988	4,3	2,0	2,8	2,5	2,3	2,0	2,5	2,6	
	Середнє	4,8	3,7	3,9	3,8	3,2	3,1	3,2	3,7	
28	1986	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	
	1987	5,0	2,8	2,8	3,0	2,3	2,3	2,5	3,0	
	1988	3,8	2,3	2,2	2,3	2,0	2,0	2,3	2,4	
	Середнє	4,6	3,4	3,3	3,4	3,1	3,1	3,3	3,5	

Аналіз величини параметрів біометричного стану посіву (табл. 5.3) свідчить, що в середньому за три роки з підвищенням норм висіву величина показника повноти сходів зростала на 5,1-7 %.

Рівень загибелі рослин у процесі вегетації в усі роки досліджень з ростом норм висіву теж підвищувався в середньому відповідно на 3-6,2 %.

Між нормами висіву та ступенем щільності загального стеблостою на одиниці площі, як на початку, так і наприкінці вегетації, спостерігалася позитивна залежність. Однак підвищення норм висіву викликало відсоткове зменшення кількості продуктивних рослин на 1 м² по відношенню до загальної їхньої кількості на 3,7-6,8 %.

Таблиця 5.3 – Залежність біометричних параметрів посіву льону-довгунця від норм висіву та системи мінерального живлення, середнє за три роки

Показники	Норми висіву, млн шт./га	Варіанти дослідів							Середнє за фоном норми висіву	
		N ₀ P ₀ K ₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀		
Повнота сходів, %	22	82,2	79,9	78,7	82,0	80,7	79,4	81,0	80,6	
	25	83,1	85,0	86,2	88,3	84,3	86,1	87,2	85,7	
	28	86,3	87,2	88,7	87,0	88,7	88,2	87,4	87,6	
Густина стеблостою, шт./м ²	після повних сходів	22	1771	1758	1730	1785	1775	1748	1782	1764
		25	2077	2126	2155	2210	2107	2149	2181	2144
		28	2417	2443	2484	2435	2483	2470	2448	2454
	перед збиранням	22	1607	1568	1527	1661	1615	1579	1607	1594
		25	1817	1845	1875	1871	1906	1824	1870	1827
		28	2008	2010	2096	2057	2070	2091	2043	2056
Загинуло рослин за вегетацію, %	22	10,1	11,4	12,2	8,5	9,5	10,1	10,2	10,3	
	25	12,6	13,5	13,0	15,5	9,6	15,2	14,3	13,3	
	28	17,1	17,8	15,9	15,7	16,9	15,5	16,6	16,5	
Продуктивних рослин перед збиранням, шт./м ²	22	1418	1345	1288	1371	1308	1243	1236	1355	
	25	1468	1464	1498	1473	1484	1494	1483	1481	
	28	1609	1468	1592	1560	1520	1717	1468	1562	
Кількість продуктивних до загальної, %	22	88,6	86,4	86,2	83,1	82,1	80,1	78,5	83,6	
	25	80,6	79,8	80,0	79,1	78,0	82,1	79,8	79,9	
	28	80,4	73,9	76,6	76,6	74,8	82,5	72,6	76,8	

Застосування азоту в дозі 30 кг/га на фоні P₉₀K₁₂₀ у середньому за 3 роки позитивно впливало на величину біометричних параметрів посіву порівняно з абсолютним контролем. Підвищення доз азоту до N₄₅ практично не вплинуло на рівень їхньої величини. Відсоток загибелі рослин у процесі вегетації при внесенні N₃₀ був найнижчим і коливався залежно від фону з нормами висіву в середньому за 3 роки від 8,5 до 15,7 %. При застосуванні N₄₅ величина цього показника

зростала до 10,2-16,6 %, на варіанті без добрив вона була найвищою – 10,1-17,1 %. З підвищенням доз азоту на всіх фонах норм висіву дещо зменшувалася кількість продуктивних рослин порівняно з їхньою загальною величиною на одиниці площі. Незалежно від норм висіву найкращим виявилось співвідношення N:P:K як 1:3:4 (табл. 5.3).

Підвищення норм висіву в усі роки досліджень практично не впливало на такі морфологічні ознаки рослин, як загальна та технічна довжина стебла і його діаметр (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Залежність морфологічних ознак рослин льону-довгуниці від норм висіву та доз мінеральних добрив, середнє за три роки

Показники		Норми висіву, млн шт./га	Варіанти дослідів							Середнє по фоні норми висіву
			N ₀ P ₀ K ₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	
Висота рослин, см	загальна	22	74	74	73	72	73	73	73	73
		25	75	76	74	76	75	74	74	75
		28	74	74	74	72	73	70	72	73
	технічна	22	67	67	67	65	65	66	65	66
		25	71	70	68	71	67	65	65	68
		28	70	68	68	69	66	65	65	67
Діаметр стебел, мм		22	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4
		25	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4
		28	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Сформувалося на одній рослині, шт.	коро-бочок	22	2,1	2,1	2,3	2,2	2,2	2,5	2,3	2,2
		25	1,9	2,0	2,1	2,1	1,9	2,2	2,0	2,0
		28	2,0	1,9	1,9	2,1	2,0	1,7	2,0	1,9
	насінин	22	11,7	11,5	13,5	11,1	12,4	11,9	12,3	12,1
		25	9,9	11,5	10,7	11,0	10,4	10,8	10,3	10,7
		28	9,8	9,5	8,7	9,6	10,0	8,0	9,8	9,3
Маса 1000 насінин, г		22	4,5	4,5	4,3	4,4	4,3	4,4	4,2	4,4
		25	4,5	4,5	4,4	4,5	4,3	4,2	4,4	4,4
		28	4,5	4,3	4,4	4,3	4,1	4,4	4,2	4,3

Загальною тенденцією було зменшення кількості сформованих на одній рослині коробочок та насіння на фоні зростаючих норм висіву. Маса 1000 насіння при цьому майже не змінювалася.

Щодо впливу доз мінеральних добрив на морфологічні ознаки рослин льону, то, незалежно від норм висіву, ефективним було внесення азоту в дозі N₃₀ на фоні P₆₀₋₉₀K₉₀₋₁₂₀, що сприяло формуванню на одній рослині більшої кількості коробочок та насіння у порівнянні як із абсолютним контролем, так і фоном РК (табл. 5.4).

Судячи з результатів аналізу урожайних даних, ступінь впливу факторів на формування продуктивності льону-довгунця значно варіював за роками. В роки з гідротермічними умовами, близькими до оптимальних у період вегетації, найбільш значний вплив на врожайність соломки спричиняли норми висіву та їхня взаємодія з добривами (додаток Д2).

При більш екстремальних погодних умовах вегетації – максимальна частка впливу припадала на добрива. По відношенню до насінневої продуктивності льону ці закономірності мали зворотний характер. Відсотковий розподіл частки участі факторів у формуванні продуктивності культури в середньому за роки експерименту наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Залежність продуктивності льону-довгунця від впливу різних факторів, середнє за три роки, %

Фактори	Вид продукції		
	насіння	солома	довге волокно
Гідротермічні умови вегетаційного періоду	0,7	4,8	73,6
Норми висіву	92,1	72,0	2,8
Добрива	1,6	8,0	7,2
Взаємодія: “норми висіву – добрива”	2,1	8,4	1,4 (неістотно)
Неконтрольовані фактори	3,5	6,8	14,9

На наш погляд, значний вплив норм висіву на врожайність насіння та соломи пов'язаний зі ступенем освітленості рослин льону-довгунця. Це припущення повністю підтверджується результатами, отриманими в дослідженнях В. Г. Дідори (2003). У них автор акцентував увагу на тому, що індекс листкової поверхні льону-довгунця порівняно з іншими культурами досить високий, але не вся зелена поверхня бере участь у поглинанні енергії сонця у зв'язку з тим, що щільність стеблостою надто висока та листки середніх і нижніх ярусів затінені й тому слабо беруть участь у фотосинтезі. Доказом цього є показник визначення чистої продуктивності фотосинтезу. Було встановлено, що між формуванням листкової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу існує пряма залежність. Так, чиста продуктивність фотосинтезу знижувалася в міру зростання густоти посіву й при підвищенні вологості ґрунту. Високий показник чистої продуктивності фотосинтезу – 7,4 г/м² за добу було отримано при густоті посіву 25 млн схожих насінин на 1 га [275].

Наведені дані (табл. 5.6) дають підставу стверджувати, що максимум урожаю насіння в середньому за три роки отримано на фоні норми висіву 25 млн шт./га – 8,5 ц/га. Відхилення від цього рівня норми висіву до 22 або 28 млн шт./га викликало зниження врожаю насіння відповідно на 4,3 ц/га (51 %) та на 0,4 ц/га (5 %).

При внесенні азоту на фоні P₆₀₋₉₀K₉₀₋₁₂₀ в дозі N₃₀ (порівняно з абсолютним контролем) урожай насіння залишався на рівні контрольного варіанту, при внесенні N₄₅ спостерігалася тенденція до незначного зниження врожаю (на 0,1 ц/га або на 2 %).

Залежно від величини норми висіву внесення азоту на фосфорно-калійному фоні впливало на врожайність насіння таким чином: при нормі 22 млн шт./га застосування N₃₀ не вплинуло на рівень урожаю, а N₄₅ – викликало тенденцію до незначного його зниження – на 0,1 ц/га; на фоні 25 млн шт./га зниження було істотним і становило відповідно до доз азоту 1,2 ц/га (12 %) та 1,7 ц/га (18 %); на фоні

28 млн. шт./га – воно було знову незначним – 0,3 та 0,1 ц/га і перебувало в межах найменшої істотної різниці (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Урожайність льонопродукції в залежності від норм висіву та доз мінеральних добрив, середнє за три роки

Показники урожайності	Норми висіву, млн. шт./га	Варіанти досліду							Середнє по фону норми висіву
		N ₀ P ₀ K ₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	
Насіння	22	4,2	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2
	25	9,7	8,6	8,5	8,3	8,1	7,8	8,4	8,5
	28	8,3	8,5	7,9	7,6	7,6	8,4	8,5	8,1
Середнє по фону доз добрив		7,4	7,1	6,9	6,7	6,6	6,7	7,0	6,9
Солома	22	48,1	49,9	50,3	51,3	51,5	53,5	55,3	51,4
	25	57,0	60,5	57,6	59,2	55,1	55,8	58,5	57,7
	28	57,7	65,6	66,1	64,8	70,1	69,9	71,2	66,5
Середнє по фону доз добрив		54,3	58,7	58,0	58,4	58,9	59,7	61,7	58,5
Всього волокна	22	13,2	13,2	12,0	14,8	14,7	13,6	13,8	13,6
	25	14,4	14,0	13,3	14,6	12,6	13,9	15,8	14,1
	28	13,7	13,4	13,6	16,4	13,2	14,1	15,8	14,3
Середнє по фону доз добрив		13,8	13,5	13,0	15,3	13,5	13,9	15,1	14,0
в т.ч. довгого	22	10,7	9,7	10,0	11,0	9,8	10,3	10,5	10,3
	25	11,4	10,8	10,8	11,6	9,8	11,1	12,0	11,1
	28	11,0	10,6	10,8	12,2	10,2	10,4	11,7	11,0
Середнє по фону доз добрив		11,0	10,4	10,5	11,6	10,0	10,6	11,4	10,8

	насіння	солома	довге волокно
P, %	4,06	2,34	0,99
НІР ₀₅ , ц/га:			
для будь яких середніх	0,78	3,9	1,65
для норм висіву	0,64	3,16	1,33
для доз добрив	0,37	1,79	0,76
для взаємодії	0,49	2,45	1,02

На всіх фонах норм висіву оптимальним по відношенню до насінневої продуктивності можна вважати співвідношення N:P:K як 1:2:3 та 1,5:3:4. Норми висіву істотно не вплинули на волокнисту продуктивність – з підвищенням норм висіву з 22 до 25-28 млн шт./га спостерігалася лише тенденція до її підвищення, відповідно на 0,8 та 0,7 ц/га (табл. 5.6). У середньому за три роки, незалежно від норм висіву, тільки при внесенні N₃₀P₉₀K₁₂₀ та N₄₅P₉₀K₁₂₀ була відмічена тенденція приросту врожаю довгого волокна відповідно на 0,6 та 0,4 ц/га (при врожайності на абсолютному контролі 11 ц/га).

Аналіз впливу співвідношення елементів живлення в повному мінеральному добриві на врожайність довгого волокна показав, що на будь-якому фоні норми висіву оптимальним було N:P:K=1:3:4 та 1,5:3:4. При співвідношенні 1:2:3 та 1,5:2:3 спостерігалася істотне зниження врожайності волокна.

Внесення на фосфорно-калійному фоні азоту в зростаючих від 30 до 45 кг/га дозах сприяло деякому поліпшенню таких показників, як вихід проценто- та центнерономерів волокна, гнучкості й метричного номера (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Вихід та якість волокна льону-довгунця залежно від норм висіву та доз мінеральних добрив, середнє за три роки

Показники	Норми висіву, млн шт./га	Варіанти дослідів							Середнє по фоні норми висіву
		N ₀ P ₀ K ₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вихід всього волокна, %	22	24,8	22,1	21,2	23,8	21,4	23,0	24,3	23,0
	25	25,4	23,8	23,1	25,2	21,5	23,1	24,9	23,9
	28	25,2	22,1	22,7	26,0	21,5	23,3	24,2	23,6
Середнє по фоні доз		25,1	22,7	22,3	25,0	21,5	23,1	24,5	23,5
Вихід довгого волокна, %	22	20,1	16,8	17,4	18,7	17,0	17,6	18,5	18,0
	25	20,2	18,2	18,8	20,0	16,7	18,5	19,0	18,7
	28	20,3	17,6	17,9	19,3	16,6	17,1	18,0	18,1
Середнє по фоні доз		20,2	17,5	18,0	19,3	16,8	17,7	18,5	18,3

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вихід з 1 га процентоно- мерів довгого волокна	22	188,9	154,6	161,8	175,8	168,3	172,5	179,5	171,6
	25	206,0	176,5	184,5	190,0	165,3	179,5	182,4	183,4
	28	198,9	169,0	168,3	177,6	161,0	164,2	171,0	172,9
Середнє по фону доз	197,9	166,7	171,4	181,1	164,9	172,1	177,6	176,0	
Вихід з 1 га центнероно- мерів довгого волокна	22	100,6	89,2	93,0	103,4	97,0	100,9	101,9	98,0
	25	116,3	109,8	105,8	110,2	97,0	107,7	115,2	108,1
	28	107,8	101,8	101,5	112,2	98,9	99,8	111,2	104,7
Середнє по фону доз	108,2	98,6	100,1	108,6	97,6	102,8	109,4	103,6	
Середній но- мер довгого волокна	22	9,4	9,2	9,3	9,4	9,9	9,8	9,7	9,5
	25	10,2	9,7	9,8	9,5	9,9	9,7	9,6	9,8
	28	9,8	9,6	9,4	9,2	9,7	9,6	9,5	9,5
Середнє по фону доз	9,8	9,5	9,5	9,4	9,8	9,7	9,6	9,6	
Міцність, кгс	22	18,6	18,5	17,5	17,7	18,7	19,2	18,4	18,4
	25	20,0	20,1	19,5	19,8	17,0	18,1	18,2	18,9
	28	19,4	19,1	18,5	19,6	20,1	18,0	18,4	19,0
Середнє по фону доз	19,3	19,2	18,5	19,0	18,6	18,4	18,3	18,8	
Гнучкість, мм	22	49	48	52	52	50	49	47	50
	25	46	49	52	54	53	50	50	51
	28	51	51	51	49	49	49	51	50
Середнє по фону доз	49	49	52	52	51	49	49	50	
Метричний номер	22	293	284	268	262	266	269	261	272
	25	285	284	285	281	278	281	289	283
	28	292	288	291	281	287	283	288	287
Середнє по фону доз	290	285	281	275	277	278	279	281	
Розрахункова добротність пряжі, км	22	14,6	14,3	14,0	14,2	14,4	14,4	13,9	14,3
	25	14,3	14,7	15,0	15,1	14,8	14,3	14,5	14,7
	28	14,8	14,7	14,5	14,6	14,6	14,3	14,6	14,6
Середнє по фону доз	14,6	14,6	14,5	14,6	14,6	14,3	14,3	14,5	

Щодо реагування рослин льону на різні норми висіву, в середньому за три роки показники виходу валового та довгого волокна з 1 га, а також проценто- та центнерономерів і середнього номера довгого волокна дещо вищими були на фоні норми висіву

25 млн шт./га. Показники технологічних якостей волокна зі зростанням густоти стеблостою покращувалися (табл. 5.7).

Ефективність мінеральних добрив істотно залежала від співвідношення їхніх видів. Так, внесення азоту на фоні РК спричинило зменшення процентного виходу валового й довгого волокна, проценто- та центнерономерів довгого волокна, середнього номера довгого волокна, міцності тіпаного волокна та метричного номера чесаного волокна. При цьому з підвищенням дози негативний вплив азоту зростає.

Підвищення фосфорно-калійного фону з $P_{60}K_{90}$ до $P_{90}K_{120}$ зменшувало негативний вплив азоту. Такі технологічні показники, як гнучкість та розрахункова добротність пряжі, мали більш сталі параметри незалежно від доз мінеральних добрив (табл. 5.7).

Неможливо залишити поза увагою такий важливий момент, як біоенергетичний аналіз цих складових технологій вирощування льону-довгунця (табл. 5.8).

Таблиця 5.8 – Біоенергетична ефективність доз мінеральних добрив при різних нормах висіву льону-довгунця, середнє за 3 роки

Показники	Норми висіву, млн. шт./га	Варіанти досліду						
		N_0 P_0 K_0	N_{30} P_{60} K_{90}	N_{30} P_{60} K_{120}	N_{30} P_{90} K_{120}	N_{45} P_{60} K_{90}	N_{45} P_{60} K_{120}	N_{45} P_{90} K_{120}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сукупні витрати енергії на вирощування льону, МДж/га	22	31671	35778	36027	36156	37080	37329	37707
	25	31973	36080	36329	36458	37382	37631	38009
	28	32295	36402	36651	36780	37704	37953	38331
Вміст енергії у валовій льонопродукції, МДж/га	22	40322	38874	36506	41757	39922	39181	38508
	25	40622	40109	38020	39535	36553	38274	42937
	28	39155	38201	38147	42777	37220	39668	44178
Біоенергетичний коефіцієнт, Кеє	22	1,27	1,09	1,01	1,15	1,08	1,05	1,02
	25	1,27	1,11	1,05	1,08	0,98	1,02	1,13
	28	1,21	1,05	1,04	1,16	0,99	1,05	1,15

Продовження табл. 5.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частка витрат енергії на насіння, % до загальних витрат	22	7,1	6,3	6,2	6,2	6,1	6,0	6,0
	25	8,0	7,1	7,0	7,0	6,8	6,8	6,7
	28	8,9	7,9	7,8	7,8	7,6	7,6	7,5
Частка витрат енергії на добрива, % до загальних витрат	22	-	11,5	12,1	12,4	14,6	15,2	16,0
	25	-	11,4	12,0	12,3	14,5	15,0	15,9
	28	-	11,3	11,9	12,2	14,3	14,9	15,7

У результаті проведеного аналізу встановлено, що збільшення норм висіву льону-довгунця з 22 млн до 28 млн шт./га схожих насінин сприяло зростанню енергетичних витрат у середньому на 2149 МДж/га або на 20 %. У структурі загальних витрат на вирощування льону це зростання становило від 6,1 до 7,9 %.

Щодо мінеральних добрив, то в структурі технологічних операцій на вирощування культури на їхню частку припадало залежно від доз та видів від 11 до 16 %. Максимум витрат серед туків (до 62 %) припадало на азотні добрива.

Найефективнішим в енергетичному аспекті виявилися наступні співвідношення елементів живлення в повному мінеральному добриві: на фоні 28 млн – $N_{1:}P_{3:}K_{4}$, а 25 млн шт. – $N_{1,5:}P_{3:}K_{4}$.

5.3. Залежність оптимальних строків сівби льону-довгунця від генотипу рослин та способу посіву

Строки сівби льону-довгунця є досить суттєвим елементом технології його вирощування, оскільки вони зумовлюють не тільки процес проростання насіння, але й загалом проходження фенофази росту та розвитку рослин [150].

Завданням експерименту було вивчення взаємодії «генотип + середовище».

Мета досліджень – максимальне використання потенціалу різних сортів за рахунок біологічних засобів інтенсифікації.

Експеримент 3-факторний (2x3x5) (дослід 4, стор. 40-42). Гідротермічні умови вегетаційного періоду під час проведення експерименту наведено в додатках Д3-Д7, фенологічні спостереження – Д8.

Дослідження динаміки проходження фаз росту й розвитку рослинами льону-довгунця при різних строках висіву (табл. 5.9) дало можливість спостерігати деякі загальні закономірності для сортів усіх типів скоростиглості. Тривалість вегетаційного періоду культури в цілому скорочувалась від ранніх посівів до пізніх, відповідно на 8 та 18 днів. Період від сівби до появи сходів був тим довший, чим у холодніший ґрунт було висіяне насіння і навпаки – підвищення температури ґрунту сприяло швидкій появі сходів.

Таблиця 5.9 – Вплив строків сівби на тривалість міжфазних періодів росту та розвитку рослин льону-довгунця в досліді зі строками та нормами висіву (в середньому по сортах), днів

Строки сівби*	Роки досліджень	Від сівби до повних сходів	Від сходів до фази “ялинки”	“Ялинка” – швидкий ріст	Швидкий ріст – бутонізація	Бутонізація – цвітіння	Цвітіння – зелена стиглість	Зелена стиглість – рання жовта стиглість	Від сівби до збирання
1-й	1994	13	16	14	10	8	11	22	94
	1995	16	17	15	10	7	9	23	97
	1996	10	14	13	6	7	12	17	79
	середнє	13	16	14	9	7	11	21	90
2-й	1994	10	15	10	6	8	15	16	80
	1995	13	19	5	10	9	9	23	88
	1996	7	12	15	5	9	26	5	79
	середнє	10	15	10	7	9	17	15	82
3-й	1994	8	10	10	10	7	9	13	67
	1995	8	16	8	8	10	7	23	80
	1996	8	14	12	13	5	10	6	68
	середнє	8	13	10	10	7	9	15	72

* 1-й – 9 квітня; 2-й – через 15 днів після першого; 3-й – через 15 днів після другого.

Настання фази бутонізації в посівах льону прискорювалося в напрямку від раніших до пізніших строків сівби в середньому на 7 днів. У зв'язку з чим період «'ялінка» – початок цвітіння» скорочувався в цілому на 5 днів. А, як відомо, подовження саме цього періоду в житті льонової рослини сприяє збільшенню в стеблах волокна високої якості.

Порівняно з першим строком сівби, посіви 2-го та 3-го строків досягали технічної стиглості та вибиралися пізніше, відповідно, на 6 та 8 днів.

Аналіз взаємозв'язку факторів «метеоумови + генотип» показав, що незалежно від сортової специфіки коефіцієнт кореляції між тривалістю вегетаційного періоду та кількістю опадів за цей відрізок часу становив $r = +0,50$, а величиною середньодобових температур повітря: $r = -0,51$.

У результаті оцінки показників біометричного стану посіву (табл. 5.10) встановлено, що найбільша польова схожість та загальна густина рослин перед збиранням, а також найбільша кількість сформованих продуктивних рослин на одиницю площі були в посівах, що висіяні у 2-й строк (тобто через 15 днів після першого), незалежно від способу посіву.

Встановлено, що ключовим моментом у формуванні повноти сходів є температурний режим ґрунту в період «сівба – сходи». Розрахунки коефіцієнта детермінації підтверджують, що 34 % змін повноти сходів обумовлено саме коливаннями температури ґрунту на глибині 10 см. Цей зв'язок в умовах експерименту був прямим ($r = +0,58$). Варіювання величини цього показника від особливостей генотипу було в межах 18 %. Зв'язок виявився зворотним ($r = -0,43$).

Зв'язок між повнотою сходів та загальною щільністю стеблостою на момент збирання по всіх без винятку сортах був дуже високим ($r = +0,86$). При цьому 46 % варіювання повноти стеблостою обумовлювалося особливостями сортів ($r = -0,68$). Чим тривалішим був вегетаційний період, тим меншою була щільність стеблостою на одиниці площі. Дещо відхилявся від цієї закономірності сорт

Псковський 85. Конкретно по сортах цей ряд виглядав таким чином: Томський 16 – 1306 шт./м² (100 %), Чарівний – 1269 (97 %), Київський – 1191 (91 %), К-6 – 1159 (89 %), Псковський 85 – 1033 (79 %).

Таблиця 5.10 – Вплив строків сівби та способу посіву на біометричні показники стану посіву льону-довгунця, середнє по сортах та по роках дослідження

Спосіб посіву	Строки висіву	Повнота сходів, %	Густота стебел, шт./м ²			Загинуло рослин за вегетацію, %	Продуктивних рослин до загальної кількості, %
			після повних сходів	перед збиранням	в т. ч. продуктивних		
Широкорядний (12,5 млн насінницький)	1-й	54,6	682	593	523	13	88
	2-й	70,5	881	826	773	6	94
	3-й	68,0	850	791	728	7	92
Вузькорядний (25 млн товарний)	1-й	52,0	1299	1266	1159	3	92
	2-й	64,4	1610	1537	1474	5	96
	3-й	62,2	1554	1473	1388	5	94

Як відомо, в період швидкого росту льону-довгунця (термін 15-22 дні від “ялинки” до цвітіння) рослини створюють до 75 % сухих речовин та 60 % волокна. Наші спостереження за динамікою висоти рослин льону показали, що найбільші темпи лінійного приросту стебел у фазі швидкого росту (незалежно від генотипу і типу посіву), спостерігалися на фоні 2-го строку посіву, а у фазі цвітіння – на фоні 3-го строку (табл. 5.11, додаток Д9).

Розрахунок на 1 %-ому рівні ступеня взаємозв'язку між висотою рослин, сортом та кількістю опадів, що випали за вегетаційний період, дозволив отримати коефіцієнт множинної кореляції $R = 0,93$, а по комбінації «висота рослин + сорт + середньодобова температура повітря» – $R = 0,67$. Таким чином, варіація висоти рослин льону різних сортів була на 86 % пов'язана з дією опадів та на 55 % – із впливом термічного режиму повітря. При цьому мала місце однотипна реакція всіх сортів на ступінь зволоження – чим вищою

була сума опадів, тим більше створювалося передумов для наступного інтенсивного лінійного росту стебел. Так, у середньому за три роки при зростанні кількості опадів на 12 % загальна висота рослин також зростала на 12 %, а їхня технічна довжина – на 11 %.

Таблиця 5.11 – Залежність динаміки висоти рослин (см) льону-довгунця від строків сівби та типу посіву, в середньому по сортах та строках посіву

Фаза розвитку	Тип посіву					
	насінницький (12,5 млн шт./га)			товарний (25 млн шт./га)		
	строки висіву					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
“Ялинка”	9,7	8,6	12,7	10,1	9,2	12,8
Швидкий ріст	27,7	37,2	35,4	27,9	36,4	34,4
Цвітіння	55,0	76,7	79,9	50,5	72,3	77,1
Визрівання	61,4	89,5	80,3	56,6	85,2	77,7

За чутливістю до ступеня зволоження сорти розташувалися в такій послідовності: сорт Київський збільшував загальну висоту рослин на 15 %, а технічну довжину – на 17 %; Псковський 85, відповідно, на 8 та 11 %; К-6 – на 8 та 10 %; Чарівний – на 7 та 9 %; Томський 16 – на 4 та 8 %. Тобто найменшу чутливість до цього фактору виявляли сорти Томський 16 та Чарівний, а найсильніше реагував сорт Київський. Сорти Псковський 85 та К-6 займали проміжне становище.

У експерименті встановлено прямий зв'язок між динамікою лінійного приросту стебел у висоту та кількістю опадів за вегетаційний період. Коливання величини приросту рослин у висоту на 66 % було обумовлено фактором «опад + генотип». Характерно, що малочутливими до змін зволоження виявилися сорт К-6 та Чарівний. Характер лінійного приросту стебел у висоту в цих сортах майже не змінювався з коливаннями зволоження, тобто був сталим. Найсильніше на зміну цього показника реагували середньостиглі сорти. Так, при зниженні ступеня зволоженості у 2,2 разу приріст

стебел у ранньостиглого сорту Томський 16 зменшувався на 11 %, а у середньораннього Київський – на 15 %, середньостиглого сорту Псковський 85 – на 29 %.

Дослідження параметрів морфологічних ознак рослин показали, що в цілому, незалежно від типу посіву та сортів, технічна довжина рослин 2-го строку висіву і маса 1000 їх насінин перевищували аналогічні показники рослин 1-го строку, відповідно, на 10 та 11 %, а рослин 3-го строку – на 2 та 4 % (табл. 5.12, додаток Д11).

Таблиця 5.12 – Вплив строків сівби та типу посіву на морфологічні ознаки рослин льону-довгунця, в середньому по сортах та роках дослідження

Тип посіву	Строки висіву	Довжина рослин, см		Сформувалося на одній рослині коробочок, шт.	Маса 1000 насінин, г
		загальна	технічна		
Насінницький (12,5 млн.)	1-й	73,2	59,9	6,2	4,4
	2-й	79,7	68,2	4,7	4,9
	3-й	73,4	61,6	4,5	4,5
Товарний (25 млн.)	1-й	74,2	64,6	3,7	4,5
	2-й	78,6	69,4	3,6	5,1
	3-й	73,8	65,2	4,1	4,8

Про взаємозв'язок між морфологічними ознаками рослин, погодою та генотипом свідчать отримані коефіцієнти парної кореляції: кількість сформованих на одній рослині коробочок + сума опадів за міжфазний період цвітіння-визрівання – $r = -0,71$; кількість коробочок + величина середньодобових температур повітря за цей період – $r = -0,34$; кількість коробочок + генотип – $r = +0,21$. Тобто збільшення величини показника ГТК в 1,1 разу зменшувало кількість сформованих на одній рослині коробочок на 12 %, а в 1,3 разу – на 14 %. У 50 % випадків це пояснювалося виляганням рослин льону в зв'язку зі зростанням ступеня зволоженості в зазначений період та в 12 % випадків негативним впливом високих температур повітря на процес запилення та запліднення рослин. Вплив сортових

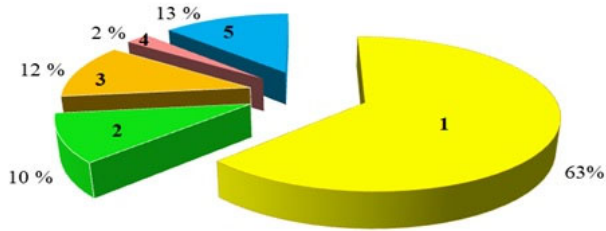
особливостей не перевищував 4 відсотків. Найменшу кількість коробочок на одній рослині формували сорти Томський 16 – 4 шт. У порівнянні з ним величина цього показника зростала в інших сортах таким чином: у сорту Київський – на 10 %, Псковський 85 – на 15 %, К-6 – на 20 %, Чарівний – на 28 %.

Дисперсійний аналіз даних продуктивності культури показав (рис. 5.1), що частка участі факторів у формуванні врожаю льону в усіх без винятку сортів у середньому за три роки становила: метеорологічні умови вегетаційного періоду (фактор – рік вирощування) – 62,8 %, ступінь впливу генотипових особливостей сортів – 11,7 %, строків сівби – 10,3 %, ефект взаємодії «генотип + строки сівби» – 2,4 %. Відповідно до конкретних видів продукції (рис. 5.1): «солома – метеоумови» – 70,5 % з коливаннями залежно від типу посіву – для широкорядних (насіницьких) – 75 %, вузькорядних (товарних) – 65,9 %; строки сівби – 13,7 % (15,1 та 12,3 %); сорти – 11,8 % (5,7 та 17,9 %); «сорт + строки сівби» – 1,8 % (1,8 та 1,8 %). Для насіння, відповідно: 55 % (53,6 і 56,3), 4,7 % (6,0 і 3,4), 4,7 % (5,3 і 4,0), 2,6 % (1,7 і 3,5 %). Для довгого волокна: 62,9 % (65,9 і 59,8), 12,5 % (12,3 і 12,7), 18,6 % (17,9 і 19,3), 2,8 % (1,8 і 3,8).

Таким чином, у процесі проведення досліджень встановлено, що строки сівби мали за ефектом майже однаковий вплив на насінневу та волокнисту продуктивність культури незалежно від типу посіву. Ефект взаємодії сорту зі строками сівби при цьому був дещо вищий при вузькорядному способі посіву.

В середньому за три роки найвища продуктивність льону-довгунця (незалежно від скоростиглості) отримана при сівбі у 2-й строк, тобто через 15 днів від початку сівби ранніх ярих зернових культур (табл. 5.13). Приріст урожаю, в порівнянні з контролем (1-й строк висіву) на фоні 2-го терміну висіву на насінницьких (12,5 млн шт./га) та товарних (25 млн шт./га) посівах становив, відповідно: по соломі – 10,7 ц/га або 24 % та 11,7 ц/га (22 %), по насінню – 1,9 та 1,6 ц/га (20 та 15 %), довгому волокну – 2,0 та 2,3 ц/га (24 та 23 %).

ЗАГАЛЬНА ПРОДУКТИВНІСТЬ

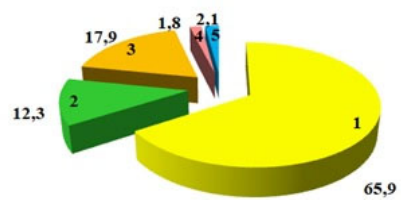
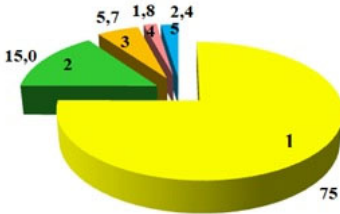


■ 1 - роки ■ 2 - строки сівби ■ 3 - сорти ■ 4 - сорт + строки ■ 5 - невраховані

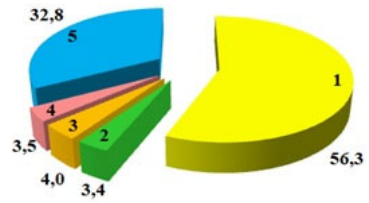
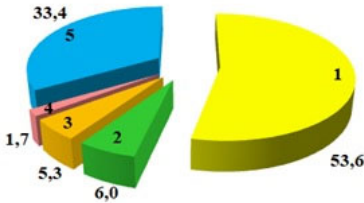
ШИРОКОРЯДНІ ПОСІВИ

ВУзьКОРЯДНІ ПОСІВИ

СОЛОМА



НАСІННЯ



ДОВГЕ ВОЛОКНО

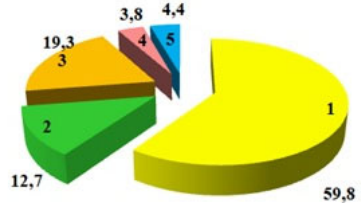
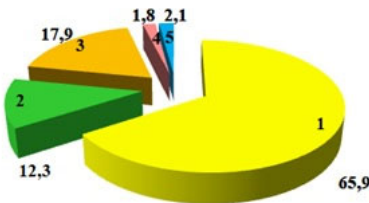


Рис. 5.1. Частка впливу факторів на продуктивність льону-довгуниця, середні значення за три роки, %

На фоні 3-го строку сівби приріст урожаю зменшувався і був, відповідно, по соломі 4,3 та 5,5 ц/га (10 і 11 %), довгому волокну – 0,8 та 1,1 ц/га (9 і 11 %). Насіннева продуктивність була на рівні контролю.

Дисперсійний аналіз показав, що приріст урожаю соломи та довгого волокна при 2-му терміні висіву був істотним, а приріст врожаю насіння перебував у межах похибки досліду. Приріст врожаю культури за видами продукції на фоні 3-го строку висіву теж був у межах похибки досліду.

Незалежно від строків сівби й типу посіву, сорти за продуктивністю в середньому за три роки розташувалися таким чином: по соломі – К-6 – 57,3 ц/га, Київський – 56,3, Чарівний – 52,9, Псковський 85 – 51,1, Томський 16 – 49,9 ц/га; по насінню – Київський – 11,6 ц/га, Чарівний – 11,3, Псковський 85 – 10,9, К-6 – 9,8, Томський 16 – 9,6 ц/га; по довгому волокну – Київський – 11,5 ц/га, Псковський 85 – 11,0, Чарівний – 10,3, Томський 16 – 9,4, К-6 – 8,9 ц/га (табл. 5.13, додаток Д10).

Дослідами доведено, що як у насінницьких, так і товарних посівах найбільш стабільно продуктивним був середньостиглий сорт Київський, який перевищував інші сорти за врожайністю довгого волокна в середньому на 5-29 %, насіння – 3-21 %. За цими показниками до нього наближався середньоранній сорт Чарівний, а також середньостиглий сорт Псковський 85. Найменш продуктивним виявився пізньостиглий сорт К-6, а ранній сорт Томський 16 займав проміжне становище.

Заслужують на увагу дані кліматологічної залежності врожайності льону, які свідчать, що найсильніший зв'язок спостерігався між продуктивністю культури, опадами та середньодобовою температурою повітря. Опади спричиняли найбільший вплив на врожайність льону. Величина врожаю соломи та довгого волокна перебувала в прямій залежності від кількості опадів, що випадали протягом вегетаційного періоду.

Таблиця 5.13 – Продуктивність льону-довгунця в залежності від строків сіви і туну посіву, середнє за три роки, ц/га

Тип посіву	Строки сіви	Урожайність: 1-насіння; 2-соломи; 3-довгого волокна																	
		Томський 16			Чарівний			Київський			Пековський 85			К-6					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Насінницький (12,5 млн шт./га)	1-й	9,1	42,7	8,0	8,9	38,8	7,6	10,9	46,8	9,5	9,3	43,8	9,4	9,3	48,4	7,5			
	2-й	9,7	48,1	9,0	12,1	52,9	10,3	12,9	60,3	12,3	12,3	53,3	11,4	9,9	59,6	9,2			
	3-й	9,2	44,1	8,3	10,3	55,0	10,7	10,1	46,9	9,6	9,3	46,7	10,0	8,6	48,7	7,5			
Товарний (25 млн шт./га)	1-й	9,3	50,1	9,4	10,2	41,7	8,1	12,3	55,3	11,3	10,6	53,3	11,4	10,7	60,8	9,4			
	2-й	10,2	59,8	11,2	14,8	67,4	13,1	12,9	67,8	13,8	13,0	59,6	12,8	10,0	64,7	10,0			
	3-й	10,3	54,4	10,2	11,4	61,7	12,0	10,4	60,5	12,3	10,6	50,0	10,7	10,3	61,8	9,6			
НП _{0,5} , ц/га:		<i>насіницькі посіви:</i>									<i>товарні посіви:</i>								
	солома	насіння			довге волокно			солома			насіння			довге волокно					
	для буль-яких середніх для строків сіви для сортів для взаємодії «сорт + строк»	20,1	4,18	3,87	8,98	1,87	1,72	11,6	2,42	2,23	11,6	2,42	2,23	3,61	4,28	1,91	2,09	2,47	2,47

Коефіцієнт кореляції для врожаю соломи дорівнював $r = +0,82$, довгого волокна: $r = +0,46$. Так, при збільшенні суми опадів за вегетацію з 139,5 мм до 156,1 мм (на 12 %) приріст врожаю соломи зростав на 9 ц/га (18 %), довгого волокна – на 1,8 ц/га (19 %).

Коефіцієнт генотипової чутливості рослин льону до величини суми опадів дорівнював: $r = +0,43$. Безпосередньо сорти на умови зволоження реагували таким чином: ранньостиглі підвищували врожайність соломи в середньому на 8,9 ц/га (19 %), довгого волокна – на 1,8 ц/га (20 %); середньостиглі, відповідно, на 10,4 ц/га (21 %) та 2,1 ц/га (20 %); пізньостиглий – на 7,4 ц/га (14 %) та 1,1 ц/га (13 %).

Між величинами врожайності соломи, довгого волокна та середньодобовими температурами повітря за вегетаційний період коефіцієнт кореляції становив, відповідно: $r = -0,45$ та $r = -0,57$. Зростання температурного режиму повітря вище оптимуму (в умовах зони 18,2 °C), навіть на 5 % (до 19,2 °C), негативно позначалося на продуктивності льону – врожайність соломи та довгого волокна зменшувалася, відповідно, на 12 та 10 %.

Коефіцієнт взаємозв'язку між урожайністю соломи, середньодобовою температурою повітря та сортом: $R = 0,62$. Тобто, варіації врожайності соломи на 39 % були пов'язані з дією температур та генотипу. По довгому волокну вплив цих двох факторів становив 21 %.

За показник, який враховує сумарний ефект впливу метеорологічних умов на продуктивність льону протягом вегетації, нами використано коефіцієнт ГТК. Розрахунки показали, що коефіцієнт кореляції для парних сполучень становив: «урожайність соломи + ГТК» – $r = +0,68$; «урожайність довгого волокна + ГТК» – $r = +0,53$; «ГТК + сорт», відповідно, $r = +0,18$ та $r = +0,17$. Коефіцієнт множинної детермінації для потрібного поєднання: «урожайність соломи + генотип + ГТК» дорівнював $R^2 = 0,83$, а для довгого волокна він був несуттєвим.

Коефіцієнт кореляції між урожайністю насіння та сумою опадів за міжфазний період «цвітіння – рання жовта стиглість» був

позитивним: $r = +0,52$. На наш погляд, це пояснюється незначною кількістю опадів (їхня сума була в межах 45-66 мм). Вплив інших факторів на насінневу продуктивність був значно меншим і становив: для ГТК – $r = +0,28$, генотипу – $r = +0,20$, для температурного режиму повітря – $r = -0,13$, тобто величина дії перебувала в межах 2-8 %.

Аналіз одержаних даних засвідчив, що у середньому за три роки досліджень за показниками господарсько-цінної продуктивності (сумарний врожай насіння + довге волокно в перерахунку на зернові одиниці), незалежно від строків та норм висіву, сорти розташувалися таким чином (табл. 5.14): Київський – 63,3 ц/га зерн. од. (100 %), Псковський 85 – 60,1 (95 %), Чарівний – 58,1 (92 %), Томський 16 – 51,9 (82 %), К-6 – 50,4 (80 %).

Одним із основних критеріїв реакції сорту на фактор строків висіву є так званий коефіцієнт чутливості генотипу (КЧ) – процентне співвідношення сумарної ваги корисної біомаси (насіння + довге волокно в ц/га зернових одиниць) дослідних варіантів до контролю – найбільш раннього строку висіву. В умовах експерименту при обох способах посіву найбільш чутливим до оптимального строку висіву (2-й строк) виявився сорт Чарівний, який підвищував сумарну продуктивність у середньому на 45 %, дещо слабше на це реагував сорт Київський – 21 %; далі цей ряд виглядав таким чином: Псковський 85 – 19 %, Томський 16 – 14 %, К-6 – 9 %. Характерною була реакція кожного окремого сорту на оптимальний строк висіву при різних способах посіву (табл. 5.14).

Так, сорт Томський 16 підвищував сумарну продуктивність в широкорядних посівах на 11 %, у вузькорядних – на 17 %; Чарівний, відповідно, на 35 та 54 %, тобто найбільший ефект спостерігався при більшій щільності стеблостою на одиниці площі. У сортів Київський, Псковський 85 та К-6 навпаки – найбільшою ефективністю визначалися широкорядні посіви. Пізній строк висіву (3-й) найбільше знижував продуктивність сортів Київський та К-6 у широкорядних посівах, а Псковського 85 – у вузькорядних.

Таблиця 5.14 – Продуктивність та коефіцієнт чутливості (КЧ) сортів льону-довгунця різної скоростиглості залежно від строків висіву та способів посіву, середнє за три роки

Способи посіву, норми висіву	Строки висіву	Тип скоростиглості				
		ранньостиглі		середньостиглі		пізньо- стиглі
		Томський 16	Чарівний	Київський	Псковський 85	К-6
Широкорядний, 12,5 млн. шт./га (фон 1)	1-й (контроль)	45,8*/ 100**	44,0/ 100	54,6/ 100	51,5/ 100	44,2/ 100
	2-й	50,7/ 111	59,6/ 135	68,7/ 126	64,2/ 125	51,8/ 117
	3-й	47,1/ 103	58,2/ 132	53,6/98	53,9/ 105	43,1/98
Середнє по фону 1		47,9	53,9	59,0	56,5	46,4
Вузькорядний, 25 млн. шт./га (фон 2)	1-й (контроль)	51,5/ 100	48,0/ 100	63,8/ 100	61,4/ 100	53,9/ 100
	2-й	60,0/ 117	74,0/ 154	74,4/ 117	70,7/ 115	55,0/ 102
	3-й	56,3/ 109	65,0/ 135	64,5/ 101	58,7/96	54,0/ 100
Середнє по фону 2		55,9	62,3	67,6	63,6	54,3
В середньому по сорту		51,9	58,1	63,3	60,1	50,4
КЧ – середній по фонах до контролю, %	2-й	114	145	121	119	109
	3-й	116	134	100	100	99

* Сумарний врожай (насіння + довге волокно), ц/га зернових одиниць.

**Коефіцієнт чутливості (КЧ) – сумарний урожай в % до контролю.

Згідно з вимогами текстильної промисловості, потрібне таке волокно, яке би після чесання мало наступні показники: міцність не менше 18 кгс, еластичність близько 60 мм, тонину (метричний номер) не менше 400.

Аналізуючи дані впливу різних строків сівби на якісні показники льонопродукції (табл. 5.15), перш за все слід підкреслити, що в середньому за роки досліджень оптимальним (незалежно від ступеня скоростиглості та способу посіву) виявився 2-й строк.

Таблиця 5.15 – Вплив строків сівби на якість льонопродукції за різних способів посіву, середнє за три роки

Спосіб посіву	Тип скоро-стиглості	Строки сівби	Показники						міцність, кгс	гнучкість, мм (еластичність),	метрчний номер (тонкість)	поразункова добротність пряжі, км
			вихід волокна, %		середній номер волокна		вихід з 1 га довгого волокна					
			всього	довгого	всього	довгого	центро-номерів	проценто-номерів				
Широкорядний 12,5 млн шт./га	середньо-стиглий П-85	1-й	23,1	20,6	11,9	12,9	121,3	193,6	22,3	46,0	263	14,5
		2-й	24,1	21,2	11,2	12,1	137,9	241,7	24,9	47,3	290	15,2
		3-й	25,4	19,7	9,1	10,9	109,0	197,0	19,8	49,1	262	14,4
	пізньо-стиглий К-6	1-й	21,9	19,8	12,0	13,0	97,5	148,5	22,9	51,1	250	15,1
		2-й	22,1	19,1	11,6	13,1	120,5	175,7	25,6	49,4	293	16,0
		3-й	22,4	18,9	11,1	12,5	93,8	141,7	22,6	56,4	281	15,9
	середньо-стиглий П-85	1-й	23,2	21,5	12,2	13,0	148,2	245,1	22,2	49,9	271	15,1
		2-й	24,0	21,1	11,0	12,3	157,4	270,1	24,0	49,1	261	15,2
		3-й	22,1	17,6	9,5	11,2	119,8	188,3	22,4	51,7	269	15,3
Вузькорядний 25 млн шт./га	пізньо-стиглий К-6	1-й	22,8	20,4	11,9	12,9	121,3	191,8	23,8	51,5	296	15,9
		2-й	21,8	19,7	11,7	12,5	125,0	197,0	24,0	51,9	306	16,1
		3-й	22,9	18,8	10,6	12,0	115,2	180,5	24,9	51,2	308	16,3

Проведені дослідження в цьому напрямку свідчать, що в порівнянні з контролем (1-й строк) вихід з одиниці площі центнеро-та процентономерів довгого волокна зростав, відповідно на 11 та 14 %, міцність збільшувалася на 8 %, метричний номер – на 7 %, розрахункова добротність пряжі – на 3 %. Показник гнучкості залишався на рівні контролю, дещо зменшувався вихід довгого волокна – з 20,6 до 20,3 %, знижувався його номер – з 12,9 до 12,5. Посів льону у 3-й строк призводив до певного зниження параметрів майже всіх показників якості.

Характеризуючи зміни показників якості при різних способах посіву слід відмітити тенденцію до поліпшення їхніх параметрів у вузькорядних посівах. При більш пізніх строках висіву вихід довгого волокна та його середній номер дещо менш інтенсивно знижувався в широкорядних посівах льону.

Отже, сівба льону в другий строк (через 15 днів після 9 квітня), коли ґрунт на глибині 10 см стійко прогрівається до 10 °С, сприяє підвищенню продуктивності льону-довгунця та покращенню прядивних властивостей чесаного волокна.

Економічний аналіз продуктивності льону-довгунця (табл. 5.16) показав, що незалежно від способу посіву найбільші прирости сухої речовини льонопродукції як у натуральних, так і у цінових показниках отримано при застосуванні 2-го строку висіву.

Щодо способів посіву, то збільшення норми висіву у вузькорядних посівах у 2 рази (з 12,5 млн шт./га до 25 млн шт./га) призводило до неадекватних змін у продуктивності культури. Так, насіннева продуктивність льону в середньому по сортах знижувалася з 10,1 до 9,7 ц/га або на 4 %. Винятком був сорт Томський 16, у якого вузькорядні посіви були продуктивніші за широкорядні залежно від строку висіву на 9-17 % (табл. 5.16). Цікаво, що волокниста продуктивність по сортах навпаки зростала в середньому з 10,8 до 11,0 ц/га або на 2 %.

Таблиця 5.16 – Економічна ефективність вирощування різних за скоростиглістю сортів льону-довезуця в залежності від строків висіву та способів висіву, середня за три роки

Показник	Строки висіву	Сорт														
		Томський 16			Чарівний			Кийський			Псковський 85			К-6		
		Ш*	В**	контроль	Ш	В	контроль	Ш	В	контроль	Ш	В	контроль	Ш	В	контроль
Збір сухої речовини льнопродукції (довге волокно + насіння), ц/га	1-й контроль	15,13	16,55	13,90	16,91	13,90	20,54	18,42	17,62	18,42	17,62	18,42	17,71	14,97		
	2-й контроль	16,55	18,94	23,82	20,72	22,83	23,11	22,39	21,42	17,61	17,00					
	3-й контроль	15,48	18,14	19,21	20,10	18,14	19,39	17,62	18,32	16,73	15,14					
Середнє по сорту		15,72	17,88	18,24	19,98	18,24	20,50	20,31	19,21	19,38	17,35	15,70				
Приріст урожаю сухої речовини до контролю, ± ц/га/%	1-й контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	2-й контроль	+1,42/109	+2,39/114	+6,91/141	+6,82/149	+2,29/111	+4,69/125	+4,77/127	+3,00/116	-0,10/99	+2,03/114					
	3-й контроль	+0,35/102	+1,59/110	+2,30/114	+6,20/145	-2,40/88	+0,97/105	-/100	-0,98/94	+0,17/101						
Вартість льнопродукції у порівняних цінах, грн/га	1-й контроль	2622,92	2833,16	2861,42	2367,41	3480,49	3105,73	2982,74	3100,32	2995,21	2511,59					
	2-й контроль	2854,76	3218,31	4006,49	3473,02	3912,58	3917,57	3817,85	3632,13	3015,14	2890,08					
	3-й контроль	2678,18	3111,53	3261,11	3407,36	3100,73	3248,24	2982,74	3120,26	2820,29	2536,52					
Середнє по сорту		2718,62	3054,33	3376,34	3082,60	3497,93	3423,85	3261,11	3284,24	2943,55	2646,06					
Вартість приросту врожаю льнопродукції, ± грн/га	1-й контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	2-й контроль	+231,84	+385,16	+1145,07	+1105,61	+432,09	+811,85	+835,11	+531,81	+19,93	+378,50					
	3-й контроль	+55,27	+278,37	+399,69	+1039,96	-379,76	+142,52	-	+19,93	-174,92	+24,93					

*широкорядний посів (12,5 млн шт./га); **вузькорядний посів (25 млн шт./га).

При цьому на фоні 1-го строку висіву зниження врожайності насіння у вузькорядних посівах (у порівнянні з широкорядними) становило 8 %, 2-го строку – 6 %, 3-го строку – на рівні контролю. Врожайність волокна у вузькорядних посівах на фоні 1-го строку висіву знижувалась у середньому на 5 відсотків, а 2-го та 3-го – мала тенденцію до підвищення, відповідно, на 2 та 8 відсотків.

Розрахунок умовного енергетичного балансу різних строків висіву показав, що вибір оптимальних параметрів метеорологічних умов для посіву льону-довгунця дозволяє значно підвищити приріст корисного ефекту – коефіцієнт біоенергетичної ефективності на вузькорядних та широкорядних посівах по відношенню до більш раннього строку висіву, відповідно, зростав у 3,2 та 2,1 разу, а до більш пізнього – 2,2 та 7,5 разу (табл. 5.17).

Щодо біоенергетичної ефективності вирощування окремих сортів, то в середньому за три роки, при посіві в оптимальні строки вони за величиною коефіцієнту K_{ee} розташувалися у такий зростаючий ряд (ступінь позитивного реагування): К-6 – 1,40, в тому числі у широкорядному посіві – 1,42, вузькорядному – 1,38; Томський 16 – 1,43 (1,36 та 1,50); Псковський 85 – 1,64 (1,66 та 1,62); Чарівний – 1,65 (1,73 та 1,57); Київський – 1,69 (1,67 та 1,70). Наведені дані свідчать про те, що енергетична ефективність вирощування при дотриманні оптимальних строків висіву в залежності від типу посіву зростала на 4-25 % (табл. 5.18).

Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки – адаптація елементів технології вирощування різних сортів льону-довгунця до конкретних ґрунтового-кліматичних, погодних та господарсько-економічних умов має важливе, а іноді й вирішальне значення в раціональному використанні зональних ресурсів, оскільки регулювання та поєднання комплексу агротехнічних заходів дають можливість створити найбільш сприятливі умови для формування високого рівня продуктивності рослин і якості льонопродукції.

Таблиця 5.17 – Біоенергетична ефективність вирощування різних за скоростиглістю сортів льону-довуниця в залежності від строків висіву та способу посіву, середнє за три роки

Показники	Строки висіву		Томський 16		Чарівний		Кітвський		Псковський 85		К-6	
	широко-рядний	вузько-рядний	широко-рядний	вузько-рядний	широко-рядний	вузько-рядний	широко-рядний	вузько-рядний	широко-рядний	вузько-рядний	широко-рядний	вузько-рядний
Сукупні енергетичні виграги на вирощування, МДж/га	1-й	25310	27213	26840	23955	28725	27760	27080	27760	27115	25401	
	2-й	26613	27695	30151	28870	29920	29706	29501	28990	27075	26902	
	3-й	25580	27430	27901	28595	27430	27964	27080	27480	26713	25315	
Валовий вміст енергії в урожаї льнопродукції (насіння + довге волокно), МДж/га	1-й	33089	36195	36982	30399	44921	40284	38535	40284	38732	32739	
	2-й	36195	41422	52094	45315	49929	50542	48967	46845	38513	37179	
	3-й	33845	39672	42012	43959	39672	42406	38535	40066	36588	33111	
Чистий енергетичний дохід, ± до контролю, МДж/га	1-й контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2-й	+3106	+5227	+15112	+19916	+5008	+10258	+10432	+6561	-219	+4440	
	3-й	+756	+3477	+5030	+13560	-5249	+2122	-	-218	-2144	+372	
Енергетична собівартість льнопродукції, МДж/ц	1-й	1673	1644	1587	1723	1398	1502	1537	1507	1531	1697	
	2-й	1608	1462	1266	1393	1311	1285	1318	1353	1537	1582	
	3-й	1652	1512	1452	1423	1512	1442	1537	1500	1597	1672	
Біоенергетичний коефіцієнт ефективності вирощування, К _{ее}	1-й	1,31	1,33	1,38	1,27	1,56	1,46	1,42	1,45	1,43	1,29	
	2-й	1,36	1,50	1,73	1,57	1,67	1,70	1,66	1,62	1,42	1,35	
	3-й	1,32	1,45	1,51	1,54	1,45	1,52	1,42	1,46	1,37	1,31	
Біоенергетичний коефіцієнт вирощування, % до контролю	1-й контроль	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	2-й	104	113	125	124	107	116	117	112	99	107	
	3-й	101	109	109	121	93	104	100	101	96	101	

Отримані результати свідчать, що чинниками мінливості параметрів біометричного стану посіву, морфологічних та основних господарсько-цінних ознак рослин різних сортів льону-довгунця були ефекти погодних умов вирощування, генотипові ефекти та взаємодія цих факторів. Реакції сортів на погодні умови мали як суто індивідуальний характер, так і загальний, незалежний від генетично зумовленого рівня кількісних ознак.

Таблиця 5.18 – Умовний енергетичний баланс різних строків висіву льону-довгунця, середнє за три роки

Способи посіву	Енергетична ціна висіяного насіння, МДж/га	Строки висіву	Приріст урожаю, ± ц/га		Прихід енергії з додатковою продукцією, ± МДж/га		Відношення приходу енергії до витрат, Кеє
			насіння	довгого волокна	насіння	довгого волокна	
Широко-рядний	1292,5	1-й контроль	-	-	-	-	-
		2-й	+1,9	+1,5	+3929,2	+2702,0	2,09
		3-й	-	-0,2	-	-360,3	0,28
Вузько-рядний	2585,0	1-й контроль	-	-	-	-	-
		2-й	+2,0	+2,3	+4136,0	+4143,1	3,20
		3-й	+0,9	+1,1	+1816,2	+1981,5	1,47

Впливу погодних умов вирощування підлягають повнота сходів, тривалість вегетаційного періоду, висота рослин (при цьому технічна довжина стебла перебувала у прямій залежності від загальної висоти й змінювалась пропорційно до неї), кількість сформованих на одній рослині коробочок, маса 1000 насінин. Вміст волокна у технічній частині стебла та міцність волокна залежать від генетичних особливостей сорту.

За ступенем впливу на продуктивність усіх досліджуваних сортів фактори розташувалися таким чином: частка дії метеорологічних умов вегетаційного періоду (фактор – рік вирощування) становила

62,8 %, вплив генотипових особливостей сортів – 11,7 %, строків сівби – 10,3 %, ефект взаємодії «генотип + строки сівби» – 2,4 %.

Встановлено індивідуальні реакції різних сортів льону-довгунця на погодні умови вирощування та строки висіву – найбільш чутливими виявилися середньостиглі сорти, більш екологічно пластичним був пізньостиглий сорт.

Найвища продуктивність льону-довгунця (незалежно від типу скоростиглості сортів) отримана при сівбі культури в термін не пізніше, ніж через 15 днів після початку сівби ранніх ярих зернових культур – наприкінці першої та початку другої декади квітня (зональна вірогідність сягає рівня 70-90 %). При цьому забезпечувалися наступні параметри гідротермічного режиму вегетаційного періоду: середньодобова температура ґрунту на глибині шару 0-10 см у період «посів – сходи» – 9-14 °С; кількість опадів, середньодобова температура повітря та величина коефіцієнту ГТК у період «сходи – цвітіння», відповідно, 90 мм, 17 °С та 1,3; а в період «цвітіння – рання жовта стиглість» – 70 мм, 19 °С та 1,1.

Висів льону-довгунця в даний строк на фоні 25 млн шт./га схожих насінин + N1,5:P3:K4 сприяли покращенню показників якісних параметрів льонопродукції: вихід з 1 га центнеро- та процентнономерів довгого волокна зростав на 11 і 14 %, міцність чесаного волокна – на 8 %, його метричний номер – на 7 %, розрахункова добротність пряжі – на 3 %.

РОЗДІЛ 6

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЕФЕКТИВНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ ПІД ЛЬОН В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ

6.1. Сучасний стан і тенденції використання добрив в Україні та ріст і розвиток рослин льону-довгунця і льону олійного в залежності від системи живлення

Ґрунтовий покрив – один із основних компонентів довкілля. Екологічно безпечне та економічно ефективно відтворення родючості ґрунтів є необхідною умовою сталого функціонування стійких агроландшафтів. У екологічному аспекті оптимального використання земель в умовах адаптивної системи землеробства виділяють три пріоритетні напрямки, які включають в себе забезпечення та відтворення родючості земель, запобігання забруднення довкілля і забезпечення відповідного рівня продуктивності та якості сільськогосподарської продукції [14]. Тому адаптивно-ландшафтна система землеробства передбачає розподіл земель на відповідні агроекологічні групи, спрямовані на виконання вищезгаданих завдань [372].

За даними Полупана М. І. та ін. (2005), у зоні Полісся переважно домінують дерново-підзолисті, опідзолені, оглеєні та ясно-сірі лісові, сірі лісові, темно-сірі опідзолені ґрунти, в складі яких рілля займає 75 % [6]. Дерново-підзолисті піщані ґрунти, які включають власне піщані, глинисто-піщані та оглеєні варіанти, займають понад 30 % території і становлять 25 % орних земель зони. Найбільші площі орних земель – у Волинській, Житомирській, Чернігівській та Київській областях (від 160 до 124 тис. га у кожній). За даними великомасштабного обстеження, загальна площа дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів становить 1,6 млн га, в тому числі 930 тис. га різної міри оглеєних. Розорані вони більш ніж на 80 % і разом із глинисто-піщаними становлять основний фон земель зони [83, 290].

Численні результати досліджень трансформації органічної речовини в дерново-підзолистих ґрунтах, що використовуються як орні землі, свідчать про те, що баланс гумусу в них складається з дефіцитом [83, 369]. За узагальненими даними, відносні втрати гумусу за 120-річний період після Докучаєва досягли в Поліській зоні України більше 19 % [373]. Динаміка балансу поживних речовин у землеробстві України (2006-2010 рр.) була наступною: азот – надходження 50,4 кг/га, винос 67,5 кг/га, баланс: -17 кг/га; фосфор (P_2O_5) – надходження 11,1 кг/га, винос 19,7 кг/га, баланс: -8,6 кг/га; калій (K_2O) – надходження 20,5 кг/га, винос 29,6 кг/га, баланс: -9,1 кг/га; разом NPK – надходження 82 кг/га, винос 116,8 кг/га, баланс: -34,7 кг/га, тобто показники були від’ємні [374]. Таким чином, в умовах фактичного екстенсивного землеробства (1990-2010 рр.) спостерігалось поступове зниження рівня родючості ґрунтів [14].

Розрахунок потреби в добривах з урахуванням Національних проектів і галузевих програм на 2015 – 2020 рр. показав, що загальна потреба в добривах становить 3,5 – 5,0 млн т., а в розрахунку на 1 га посівної площі – від 130 до 190 кг д.р. Завдання оптимізації вмісту в ґрунтах елементів живлення повинне вирішуватися за рахунок реалізації наступних напрямків у системах удобрення: внесення кращої форми добрив, в оптимальній дозі, в необхідні строки, найбільш придатним способом. Крім цього, дуже важливим аспектом системи удобрення культур є застосування регуляторів росту, мікробних препаратів тощо [14].

Про високу ефективність мінеральних та органічних добрив свідчать дані науково-дослідних установ – після застосування різних добрив приріст урожайності на підзолистих ґрунтах становить: від внесення азотних добрив – 80 %, фосфорних – 56 % та калійних – 28 % [14]. Загалом, інтенсивність росту є одним із визначальних факторів утворення загальної маси органічної речовини агрофітоценозів, яка залежить від родючості ґрунту, тісно пов’язаної із внесенням добрив [1, 91, 369-371, 375, 522].

Таким чином, сучасні агротехнології, в тому числі система живлення рослин, повинні бути, по можливості, диференційованими та адаптованими до ґрунтово-кліматичних умов, відповідати агробіологічним вимогам культур та враховувати зміни погодного фактору і клімату загалом.

Як бачимо, проблема раціонального використання добрив з метою максимальної віддачі та одержання екологічно чистої продукції в поєднанні з іншими агротехнічними заходами, які підвищують їхню ефективну дію, набуває особливої актуальності в сучасних умовах, оскільки значно зменшилось використання мінеральних та органічних добрив [370, 371].

У період інтенсивної хімізації (1986-1990 рр.) обсяги застосування добрив у Чернігівській області досягли в середньому 164 кг/га поживних речовин мінеральних туків (у т.ч. азотних – 62, фосфорних – 35 та калійних – 67 кг/га д.р.). Внесення органічних добрив сягало 10,7 т/га [95, 376].

Протягом 20 років у веденні землеробства області відбулась низка змін негативного характеру – різко знизилась обсяги застосування добрив. У 2011 році було внесено 73 кг/га д.р. (з них азотних – 52, фосфорних – 10, калійних – 11 кг/га д.р.). Внесення органічних добрив сягало лише 0,8 т/га, що пов'язане зі значним скороченням поголів'я худоби – майже у 6 разів (удобрено лише 18 тис. га, що становить 2 % від загальної посівної площі). При рекомендованому співвідношенні N:P:K = 1:0,8:1 фактично внесено 1:0,2:0,2, а калію в 4,8 разу менше, ніж вимагає рекомендоване наукове співвідношення. Загалом по області в 2011 році винос елементів живлення урожаєм був компенсований за рахунок мінеральних добрив на 48 %, органічних – на 6 %, з інших джерел – на 13 %, або в сумі на 67 % [95].

Різке зменшення обсягів застосування добрив призвело до від'ємного балансу гумусу і поживних речовин в землеробстві, що викликало зниження середньообласної оцінки якості ґрунту до 45 балів.

Останніми роками промисловість досить часто пропонує в якості добрив побічні продукти виробництва, обґрунтовуючи це певною кількістю елементів живлення. Дефіцит мінеральних добрив, особливо останніми роками, та невисока собівартість таких відходів сприяють їхньому активному використанню в аграрному виробництві [337]. Ця проблема потребує комплексного вирішення.

Одним із шляхів розв'язання зазначених питань є забезпечення сільського господарства України достатньою кількістю багатоконпонентних комплексних мінеральних добрив. На даний час провідна роль в асортименті належить добривам із вирівняним співвідношенням поживних елементів (1:1:1) [169]. Але ці добрива, які найчастіше постачаються промисловістю, дають віддачу на рівні 50-60 %, оскільки не враховуються індивідуальні вимоги не тільки кожної культури, але й кожного окремого поля [377-379]. Виготовлення сухих змішаних добрив, які отримують механічним змішуванням відповідних компонентів, що містять азот, фосфор та калій, є в цьому сенсі перспективним напрямком. Якісні сухі тукосуміші за економічною ефективністю не поступаються аналогічним маркам, де всі компоненти містяться в одній гранулі. А при застосуванні їх із урахуванням потреб конкретного поля та культури економічна ефективність може значно перевищувати стандартні складні добрива, в тому числі й у льонарстві [379, 523-526].

Дослідженнями встановлено, що оптимальне співвідношення між кількістю органічних і мінеральних добрив, внесення яких не спричиняє негативних змін ґрунтів, становить 15 кг д. р. мінеральних туків на одну тону органічних добрив. Ця величина дістала назву "Індекс екологізації землеробства". Таким чином, розмір реалізації потенційної родючості ґрунту в щорічній продуктивності агроценозу перебуває у прямій залежності від агрохімічного фактора та загальної культури землеробства [83, 377, 380]. При цьому фахівці вважають, що для реалізації біологічного потенціалу вирощуваної культури потрібні високі агрофони й надійний захист рослин від шкідливих

організмів. Як наслідок, зростають витрати ресурсів та енергії, виникає низка економічних і екологічних проблем [381, 382].

Нині, за нових форм господарювання, змінюються пріоритети й напрями використання засобів хімізації, у тому числі й погляди щодо переважного використання в системах удобрення підстилкового гною і мінеральних добрив. Отже, виникає необхідність як удосконалення традиційних систем удобрення, так і опрацювання її нових видів, які оперативно можуть враховувати зміни ринкової ситуації. Особливої уваги заслуговує максимальне використання в системах удобрення відновлюваних ресурсів аграрного виробництва (побічна продукція рослинництва, сидерати тощо) [547-557].

Відносно впливу окремих елементів живлення на ріст та розвиток льону-довгунця, добре відомо, що рівень азотного живлення визначає розміри та інтенсивність синтезу білка та інших азотистих органічних сполук у рослинах і, отже, ростові процеси. Нестача азоту особливо різко позначається на рості вегетативних органів. Надлишкове, особливо однобічне, постачання рослинам азоту може викликати уповільнення їхнього розвитку – дозрівання та погіршення структури врожаю. Адже надмірне азотне живлення сприяє інтенсивному розвитку рослин, особливо листя, що, як правило, має значну випаровуючу поверхню. Тому при нестачі вологи в ґрунті такі рослини швидко втрачають вологу, що викликає підсихання верхівки рослини та втрати листя. У роки з достатньою кількістю опадів або їхнім надлишком, зазвичай у період «цвітіння – утворення коробочок», рослини льону на фоні підвищеного азотного живлення вилягають. У рослин з полеглих посівів низька якість соломи, трести й волокна, на таких посівах ускладнюється механічне збирання та мають місце значні втрати врожаю. Надлишок азоту підвищує ступінь ушкодження рослин хворобами [176, 383-386].

Фосфор відіграє дуже важливу роль у процесах обміну енергії в рослинних організмах. Накопичена у АТФ при фотосинтетичному та окислювальному фосфорилуванні енергія використовується для всіх життєвих процесів росту й розвитку рослин, поглинання поживних

речовин з ґрунту, синтезу органічних сполук у рослинах. Особливо відчутно дефіцит фосфору позначається на утворенні репродуктивних органів у всіх рослин. Його нестача гальмує розвиток та затримує дозрівання, викликає зниження урожайності й погіршення якості продукції [387]. Фосфору в рослині льону надходить значно менше, ніж азоту та калію. Однак він стимулює розвиток лубу та деревини льону, покращує якість волокна й підвищує механічну міцність стебла, прискорює визрівання та позитивно впливає на урожайність і якість насіння. На достатньому фоні фосфорного живлення льон-довгунець краще використовує азот із добрив [388].

Калій бере участь у процесах синтезу та відтоку вуглеводів у рослинах, обумовлює водоутримуючу здатність клітин та тканин, впливає на стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища й ураженості культур хворобами. На відміну від азоту та фосфору, які входять до складу різноманітних органічних сполук, калій сприяє біосинтезу поліцукрів, підвищенню міцності стебла, стійкості до вилягання, підвищенню якості волокна [389].

Таким чином, фосфор і калій сприяють формуванню щільної анатомічної структури стебла, зокрема густо розміщених по його периметру великих за розмірами луб'яних пучків, які складаються із товстостінних елементарних волокон гранчастої форми. У архітектоніці стебла тяжі технічного волокна, що складаються з таких пучків, відіграють роль пружного каркаса у масі корової паренхіми у рослин льону і прилягаючої до неї деревини [300].

За численними даними, при вирощуванні льону-довгунця доцільно використовувати аміачні форми азотних добрив, які ефективніші, ніж нітратні й амідні. Вони сприяють поліпшенню якості волокна в стеблах льону. До того ж нітратний азот не піддається фізико-хімічному та фізичному поглинанню в ґрунтах, зберігає високу активність і за певних умов може вимиватися у ґрунтові води [390].

Слід сказати, що дерново-підзолисті ґрунти Лівобережного Полісся характеризуються високим коефіцієнтом фільтрації, тому

через переважання кількості опадів над їхнім випаровуванням тут спостерігається промивний режим і вимивання інфільтраційними водами поживних елементів добрив у дренажні води. Так, мінеральний азот у нітратній формі легко мігрує і вимивається з ґрунту. Тому азотні добрива, особливо їхні нітратні та нітратно-аміачні форми під ярі культури треба вносити під весняну культивуацію, а не під зяблеву оранку.

Фосфор та калій практично не вимиваються, хоча останнім часом дослідженнями встановлено, що відбувається як вертикальна, так і горизонтальна міграція названих елементів по профілю ґрунту з низхідними та висхідними токами вологи [377]. Тому фосфорні й калійні добрива слід вносити як під основний обробіток ґрунту, так і під передпосівну весняну культивуацію, урожайність сільськогосподарських культур при цьому суттєво не змінюється.

Таким чином, через ґрунт мінеральні добрива опосередковано впливають на фізіологічні процеси в рослинах льону-довгунця, що стає причиною змін рівня їхньої урожайності та якості.

Добрива – найдорожчі вкладення в рослинництво, на них припадає 30-40 % собівартості агрокультур. Але справа не тільки в собівартості врожаю, при розробці комплексу заходів щодо управління живленням рослин агровиробникам необхідно врахувати, які саме поживні елементи та в яких співвідношеннях потрібні культурі, при цьому брати до уваги погодні умови, не ігнорувати наявність елементів живлення в ґрунті, використовувати найбільш ефективні способи внесення добрив у конкретних умовах та в потрібну фазу розвитку рослин. Лише та система удобрення сільськогосподарської культури може бути виправданою, в якій усі операції спрямовано на максимальне врахування біологічних особливостей рослин. Саме в цьому разі від вирощуваної культури можна одержати максимальну продуктивність, покращити виробництво з точки зору економіки та скоротити негативний вплив на навколишнє середовище [375, 391-393].

Таким чином, одним із основних завдань системи удобрення культур є забезпечення фізіологічного оптимуму для рослин протягом вегетації з метою отримання запланованого врожаю відповідної якості. Отже, обґрунтування даної системи – це врахування всіх умов, які впливають на ефективність добрив.

Для формування врожаю льон використовує відносно меншу кількість елементів живлення порівняно з іншими польовими культурами. Однак він дуже вибагливий до наявності в ґрунті достатньої кількості елементів живлення в легкозасвоюваній формі. Це пояснюється тим, що коренева система культури розвинена слабо, вона має слабо розгалужений стрижневий корінь і перебуває у верхньому шарі ґрунту. Це один із факторів, який зумовлює підвищені вимоги льону до вмісту в ґрунті поживних речовин у легкозасвоюваній формі. Коренева система льону має досить слабку здатність засвоювати поживні речовини із важкодоступних сполук [91, 394]. За рахунок агрохімічного фактору льон-довгунець формує 34-43 % біомаси. На утворення 1 ц повітряно-сухої маси органічної речовини (солома і насіння) льон-довгунець витрачає в середньому 1,3-1,5 кг азоту, 0,37-0,52 фосфорної кислоти, 0,62-1,37 оксиду калію і 0,37-0,92 кг оксиду кальцію [395]. Льон олійний на формування 1 ц урожаю виносить з ґрунту 5,5-6,5 кг азоту, 1,0-2,5 кг фосфору і 4,0-5,5 кг калію [52].

У живленні рослин виділяють критичний період, за якого різка нестача, порушення співвідношення чи надлишок елементів живлення призводить до небажаних порушень у рості та розвитку. Навіть достатня кількість елементів живлення в наступні періоди життя рослини не може виправити становище. У живленні льону виділяють два найважливіші періоди: від появи сходів до фази “ялинки” та від фази “ялинки” до фази бутонізації. Так, у перший період льон росте слабо і використовує мало елементів живлення. У цей час тільки з’являються елементарні волокна та луб’яні джгутики, спостерігається інтенсивний розвиток кореневої системи, що супроводжується утворенням нуклеотидів. Тому перші три тижні

росту льону є критичними щодо фосфорного живлення. Нестача фосфору в цей період призводить до незворотних порушень біохімічних процесів у рослині, що позначається на розвитку льону та формуванні врожаю. Другий період характеризується інтенсивним ростом льону. Починаючи із фази “ялинки”, підсилюється ріст стебел, збільшується кількість листків, елементарних волокон та луб’яних джгутиків. У зв’язку з підсиленням ростом, який триває впродовж двох тижнів, льон інтенсивно використовує елементи живлення. За цей досить короткий період його рослини поглинають більше половини елементів живлення. Так, якщо до фази “ялинки” льон поглинає 36 % азоту, 15 % фосфору та 12 % калію, то до фази бутонізації – відповідно 84, 79 та 71 % максимальної кількості. У даний період найбільшу роль відіграє азот. Калій в цей час забезпечує підсилений синтез вуглеводів та переміщення їх із листків у стебла, де вони є джерелом утворення геміцелюлози та целюлози. Таким чином, калій сприяє формуванню міцності, гнучкості та номерності волокна льону [91].

Щодо льону олійного, то найбільшу кількість азоту він засвоює від початку фази сходів до цвітіння. Фосфор необхідний рослинам упродовж усього періоду вегетації. Потреба в калії збільшується під час бутонізації – цвітіння та утворення насіння [25].

Беручи до уваги тісну взаємопов’язаність факторів, які забезпечують нормальну життєдіяльність рослин льону, розглянемо їх більш докладно.

Погодні умови та ефективність добрив. Агрофізичні властивості ґрунтів і погодно-кліматичні фактори дуже часто є вирішальними щодо впливу добрив на врожайність – залежність може коливатись у межах 25-70 % [317, 362, 528-532]. Актуальним, насамперед, залишається питання циклічності сприятливих і екстремальних років, а також її кореляція з інтенсивністю впливу добрив у агроecosистемах [396].

Узагальнені дані 45 дослідів на Поліссі свідчать про чітку закономірність підвищення стабілізуючої дії добрив за екстремальних

погодно-кліматичних умов. Так, у даній зоні приріст урожайності від добрив у сприятливі роки незначний у порівнянні з варіантами без їхнього застосування, в посушливих умовах становить 8 %, у перезволожені та холодні роки – 48 % [170].

Більшість дослідників вважають, що між продуктивною вологою, ефективністю добрив та врожайністю льону існує тісний кореляційний зв'язок, тобто коефіцієнт біологічної продуктивності є функцією коефіцієнту зволоженості [397-402].

Погодні умови значною мірою впливають на ефективність азотних і фосфорних добрив та меншою – на ефективність калійних. Найбільша ефективність мінеральних добрив на Поліссі, де ступінь зволоженості ґрунту високий. Підвищення родючості ґрунтів, насамперед, зменшує негативний вплив погодних умов і сприяє стабілізації врожайності [170].

Агрохімічні властивості ґрунту та ефективність добрив. Питання значного взаємозв'язку між ростом та розвитком рослин в агроценозах, їхньою продуктивністю і параметрами родючості ґрунтів докладно висвітлено у ряді праць [167, 174, 403, 404].

У дослідженнях Т. Н. Кулаковської (1974) було виявлено прямий зв'язок між урожайністю льону-довгунця та агрохімічним станом вбирного ґрунтового комплексу ($r = 0,660$), дещо меншим цей зв'язок був зі ступенем кислотності ґрунтового розчину ($r = 0,420$), із вмістом у ґрунті P_2O_5 та K_2O він дорівнював – $r = 0,391$. Встановлено достовірний кореляційний зв'язок урожайності льону з індексом окультуреності дерново-підзолистого ґрунту – множинний коефіцієнт кореляції дорівнював 0,31 [405].

Для правильного застосування добрив необхідно не тільки враховувати потребу рослин в елементах живлення, а й знати хімічний склад, фізико-хімічні, хімічні, біологічні властивості ґрунту, які визначають рівень його родючості, умови живлення рослин і характер перетворення в ньому добрив. Це дає змогу цілеспрямовано керувати формуванням урожаю, ростом і розвитком рослин, а також

спрямовувати фізіолого-біохімічні процеси, що відбуваються в рослинному організмі, в бажаному напрямі.

Льон – це культура, яка витримує підвищену кислотність і позитивно реагує на вапнування тільки на сильно кислих ґрунтах. Оптимальна реакція ґрунтового розчину для льону становить $pH = 5,5-6,5$. За вищої кислотності він потерпає від токсичної дії йонів алюмінію. Вміст рухомого алюмінію в кількості понад 2 мг на 100 г ґрунту негативно впливає на вегетацію льону [91]. За умови високої кислотності зростає розчинність сполук алюмінію і марганцю, які спричиняють пригнічуючу дію на рослини, внаслідок чого уповільнюється розвиток кореневої системи [406].

На ґрунтах з високою кислотністю рослини використовують лише 30 % внесеного азоту, а на сильно кислих ґрунтах внесення азотних добрив призводить навіть до зниження врожаю. На сильно кислих ґрунтах ($pH < 4,6$) кислотність має комплексну пряму і опосередковану дію на ріст та розвиток рослин льону, внаслідок чого урожай його знижується на 32 % [182].

З огляду на природні й антропогенні чинники, кислі ґрунти найбільш поширені в зоні Полісся, де вони займають 68 % обстежених орних земель. Серед них частка сильно- і середньокислих ґрунтів становить 36 % [182].

При підвищенні кислотності погіршується азотне й фосфорне живлення рослин, на 20-40 % знижується ефективність мінеральних добрив, пригнічується життєдіяльність азотфіксуючих, вільноживучих і бульбочкових бактерій. У кислому ґрунті розвивається переважно грибна мікрофлора, що зумовлює поширення хвороб. На сьогодні відомо більше десяти мікозів льону, що спричиняють втрати врожаю різного ступеню. Серед найбільш шкодочинних виділяють: пасмо (септоріз), фузаріоз, антракноз, поліспороз, фомоз та іржу [182].

Вапнування кислих ґрунтів, за даними досліджень, підвищує ефективність повного мінерального добрива на 25-30 % [407] або навіть у 1,5-2,0 рази [408].

Аналіз експериментального матеріалу, отриманий науковими закладами в зоні дерново-підзолистих ґрунтів, показує, що льон-довгунець повсюдно добре реагує на внесення добрив. Значне підвищення врожайності, в більшості дослідів, забезпечує застосування повного мінерального добрива. Узагальнені дані 144 дослідів показали, що приріст урожаю льоноволокна, отриманий за рахунок оптимальних доз добрив, коливався від 0,8 до 3,8 ц/га в залежності від зони льоносіяння [172, 176, 388, 403-424, 433, 527].

У західному регіоні на дерново-підзолистих ґрунтах частка врожаю соломи від внесення добрив досягає 35-43 %, на дерново-карбонатних – 52-63 %. Окупність 1 кг NPK приростом урожаю соломи становить відповідно від 7,9 до 10,7 кг та від 14,7 до 19,1 кг. Добре реагує льон-довгунець на внесення добрив і в лівобережному регіоні – частка врожаю соломи на дерново-підзолистих ґрунтах сягає 37 %, на сірих лісових – 41 % при окупності відповідно від 6,1 до 6,9 кг та 3,4-5,2 кг [425].

Азотні добрива. Сильна нестача азоту призводить до пригнічення процесів росту та розмноження [426]. Дослідження показують, що на дерново-підзолистих ґрунтах у більшості випадків у першому мінімумі перебуває азот. Тому на цих ґрунтах при розташуванні льону після небобових попередників, особливо стерньових, унесення азотних добрив забезпечує високі прирости врожаю. Як правило, азотні добрива найефективніші на легких ґрунтах [427-430].

Рівень азотного живлення спричиняє суттєвий вплив на формування господарсько-цінних ознак льону-довгунця. Частина авторів вважають, що помірні дози азоту – 15-35 кг/га – впливають позитивно на рівень урожайності та якості культури [383, 386, 413, 431].

Однак не завжди підвищені дози азоту негативно впливають на врожайність і якість продукції, тому деякі дослідники рекомендують вносити під культуру дози, вищі за 30 кг/га. Особливо такі

рекомендації часто зустрічаються в країнах Західної Європи [432, 433].

Ряд дослідників вважає, що норма азоту добрив повинна змінюватися залежно від окультурення ґрунту: на високоокультурених ґрунтах під льон доцільно вносити N_{30} , на середньоокультурених – N_{40} , на слабоокультурених – N_{50} [91].

Ефективність добрив і якість урожаю льону значною мірою залежать від правильного вибору форм добрив. Із азотних добрив кращими є аміачні, амонійні та амідні форми, які сприяють більшому нагромадженню целюлози, ніж нітратні форми. Тому під льон, як правило, вносять сечовину, аміачну селітру, сульфат амонію, аміачну воду [434, 435].

Фосфорні добрива. Критичний період у споживанні фосфору в льону – від сходів до утворення 5-6 пар справжніх листочків. Культура досить слабо використовує рухомий фосфор з орного шару. За даними наукових досліджень, льон виносить із фосфорних добрив 10-25 % P_2O_5 , з ґрунту – 4-10 %. При цьому в роки з доброю вологозабезпеченістю рослини використовують із ґрунту 17,9 % P_2O_5 , а в посушливі – в 1,4 разу менше [436].

Дози фосфорних добрив під льон встановлюють з урахуванням вмісту в ґрунті рухомого фосфору та рівня врожаю, який планується [437, 438]. У країнах Західної Європи дози фосфору під льон коливаються від 30 до 70 кг д.р. [432]. За даними деяких авторів, урожайність соломки, волокна та насіння льону зростали з підвищенням доз фосфору [431, 439, 440].

Із фосфорних добрив, які вносять під льон на ґрунтах із підвищеною кислотністю, можна поєднувати суперфосфат та фосфоритне борошно. При цьому треба враховувати, що, незважаючи на здатність льону рости на кислих ґрунтах, він погано засвоює елементи живлення з важкодоступних форм. Тому схема застосування фосфорних добрив базується на рівні кислотності ґрунтового розчину: при $pH = 5-5,5$ вносять половину дози (основне удобрення) у формі фосфоритного борошна і половину дози у формі

суперфосфату; при $\text{pH} < 5$ – 25 % суперфосфату та 75 % фосфоритного борошна; при $\text{pH} > 5,5$ – 75 % суперфосфату та 25 % фосфоритного борошна. На початку свого розвитку рослини льону використовують фосфор із суперфосфату, а потім – із фосфоритного борошна [91].

На відміну від азоту, котрий викликає переважно утворення деревини, фосфор стимулює розвиток як лубу, так і деревини льону, збільшує накопичення в них поліцукрів, що поліпшує якість волокна та підвищує механічну міцність стебла [439, 441].

Однак дослідження, проведені за допомогою мічених атомів (Тихомирова В. Я., 1984), показали, що надходження фосфору в рослини льону не може бути безмежним. При дуже високій нормі фосфорних добрив частина фосфору може бути марно втраченою і можливе навіть зниження врожайності культури та якості волокна [442].

Калійні добрива. Льон-довгунець – рослина, вибаглива до калію. Залежно від вологозабезпеченості рослини використовують з ґрунту 25,7-37,8 %, з добрив – 34,8-42,0 % K_2O [300].

Період швидкого росту та бутонізації, коли в стеблах відбувається інтенсивне утворення волокна – критичні для живлення рослин льону калієм. Внесення калійних добрив позитивно впливає на продуктивність культури [424, 431].

Дози калійних добрив під льон-довгунець у різних умовах коливаються від 20 до 200 кг/га д. р. [443]. Однак надмірно високими нормами калію не треба зловживати, адже надлишок калійного живлення може посилити негативний вплив гербіцидів на формування врожаю. Надмірна доза калійних добрив не корисна, особливо в суху та жарку погоду на легких супіщаних ґрунтах [444].

Калійні добрива, на думку окремих дослідників, значно поліпшують якість волокна [174, 176, 420].

Найкращою формою калійного добрива під льон вважається сульфат калію. Можна використовувати й інші безхлорні добрива. Систематичне внесення хлорвмісних добрив призводить до

нагромадження в ґрунті хлору, який негативно впливає на врожай льону та його якість. Негативна дія йонів хлору на льон підсилюється дією йонів кальцію. Підвищена концентрація хлористого кальцію в ґрунтовому розчині помітно зменшує утворення волокна в стеблах та погіршує його якість [91].

Строки внесення. Дослідження багатьох авторів були присвячені вивченню строків та способів внесення добрив під льон. Центральне місце в них займає проблема – коли вносити фосфорно-калійні добрива. З приводу азотних добрив існує єдина думка – вносити їх тільки весною.

Частина дослідників віддавала перевагу внесенню фосфорно-калійних добрив під зяблеву оранку [388, 395, 442, 445]. Своє рішення вони мотивували тим, що фосфор та калій добре поглинаються ґрунтом і слабо мігрують у ньому. А добрива, що внесені навесні в поверхневий шар ґрунту, не використовуються достатньою мірою кореневою системою рослин.

Згодом ряд дослідників почали вважати внесення фосфорно-калійних добрив восени недостатньо обґрунтованим і підкреслювали переваги весняного внесення повного мінерального добрива під льон [446-452].

Співвідношення добрив. Особливості живлення рослин льону чітко проявляються не тільки у застосуванні доз азоту, фосфору і калію, а й правильному співвідношенні між елементами живлення, які мають набагато більше значення для формування врожаю льонопродукції та її якості.

Результати дослідів, проведених у західному регіоні Полісся (Гіліс М. Б., Глущенко Л. Т., 1963), свідчать про те, що дози мінеральних добрив під льон-довгунець, а також співвідношення елементів живлення необхідно встановлювати з урахуванням вмісту в ґрунті легкозасвоюваних поживних речовин, попередників та біологічних особливостей сортів [453].

У ряді праць вказується, що на фоні добрих попередників азот, фосфор та калій треба вносити під льон у співвідношенні 1:3:3 [454].

При сівбі на слабо окультурених ґрунтах та після задовільних попередників було рекомендоване більш вузьке співвідношення N:P:K – 1:2:2 [455].

Дослідження окремих авторів, проведені в умовах Передкарпатської зони України (Пархуць І. М., 1976), на відносно бідних дерново-підзолистих ґрунтах, показали, що найвищий врожай льонопродукції було отримано при співвідношенні N:P:K – 1:2:4 [533]. Подібні результати отримано при вирощуванні льону-довгунця на більш родючих ґрунтах [394].

Інститутом льону разом з Інститутом ґрунтознавства та агрохімії розроблені прийоми застосування нових добрив під льон. Так, для дерново-підзолистих ґрунтів різного рівня родючості, розроблені марки комплексних азотно-фосфорно-калійних добрив з додаванням мікроелементів (бору, цинку, заліза) та регуляторів росту рослин із різним співвідношенням елементів живлення (NPK = 6:21:32 та 5:16:35). Дози розраховуються за азотом в залежності від рівня запланованого врожаю волокна та вмісту в ґрунті рухомих сполук фосфору та калію. Наприклад, при вмісті P₂O₅ 101-250 та K₂O 200-400 мг/кг ґрунту і запланованій врожайності волокна 7-9 ц/га доза добрив дорівнює N₁₅P₅₃K₈₀, а при рівні врожайності понад 16 ц/га – N₃₀P₁₀₅K₁₆₀; при вказаних рівнях урожайності, але вмісті P₂O₅ 250-400 та K₂O 140-200 мг/кг ґрунту, відповідно N₁₅P₄₈K₁₀₅ та N₃₀P₉₆K₂₁₀. Тобто у першому випадку співвідношення N:P:K = 1:3,5:5,3, у другому – N:P:K = 1:3,2:7,0 [312].

Частина дослідників вважає, що для раціонального використання мінеральних добрив велике значення має сортова реакція рослин на умови живлення [457].

Способи живлення. Питанням раціональних способів внесення добрив завжди приділялося багато уваги з боку дослідників [378, 446-459]. Ще в 30-ті роки професор Є. В. Бобко (1934) писав: *“Когда непосредственным опытом, методом ключей, или в худшем случае суждением по аналогии, установлена эффективность удобрений на данной почве; когда, считаясь с особенностями отдельных культур,*

намечено распределение удобрений по полям севооборота, – тогда возникает вопрос о технике применения, понимая под последней время и способ внесения. Таким образом, техника применения занимает последнее место в плане работ по системе удобрения, но было бы ошибкой считать, что она занимает такое же место и по влиянию на эффективность удобрений, так как практика показывает, что эффективность удобрения сплошь и рядом определяется именно техникой внесения” [460].

За даними Європейської економічної комісії ООН [380], у структурі енергетичних витрат у рослинництві різних країн світу частка витрат на внесення добрив коливається від 37 % (країни Західної Європи) до 70 % (країни, що розвиваються). Тому з метою економії матеріальних та енергетичних витрат у всіх країнах проводяться широкі дослідження в напрямку визначення раціональних прийомів внесення добрив. Особливо зросла зацікавленість до нетрадиційних способів їхнього внесення як заходу підвищення ефективності малих доз добрив при значному їхньому дефіциті [382].

Існує цілий ряд вимог, які обумовлюють раціональне використання добрив. До їхнього числа належать такі:

- рівномірний розподіл добрив по площі поля;
- скорочення терміну від внесення добрив до початку їхнього використання рослинами;
- обмеження ступеня змішування добрив з ґрунтом;
- оптимальна глибина загортання відносно кореневої системи рослин.

Традиційне розкидне внесення добрив не відповідає багатьом із цих вимог.

Відомо, що при використанні мінеральних добрив відцентровими розкидачами нерівномірність внесення сягає 30 % навіть при найретельнішому регулюванні. При використанні розкидачів цього типу приблизно на 20 % площ, що обробляються, вноситься недостатня або надлишкова кількість добрив. Нерівномірність

внесення мінеральних добрив відцентровими розкидачами в умовах виробництва у 2-3 рази перевищує агротехнічні вимоги, знижує ефективність азотних добрив на 45-50%, фосфорних – на 15-20, калійних та складних на 36-40 % [415].

В Україні переважна кількість мінеральних добрив використовується у твердій формі. Понад 90 % сучасних машин для внесення добрив обладнані відцентровими розсіювальними робочими органами. В умовах постійного зростання цін на мінеральні добрива економічно доцільним стає внесення у ґрунт одночасно не тільки стартових (припосівних) доз добрив, а й основних їхніх доз на глибину 8-15 см, причому на певній відстані від насіння [378]. За узагальненими даними дослідів географічної мережі (Б. С. Носко, 2002), мінеральні добрива, внесені під провідні культури, забезпечують максимальну їхню окупність приростом урожаю при локальному застосуванні. Локальне внесення добрив підвищує коефіцієнт використання рослинами поживних речовин, що дає змогу зменшити на 35 % їхню норму без зниження рівня врожаїв і якісних показників. Найвища ефективність добрив на ґрунтах з низьким і середнім вмістом поживних речовин забезпечується при локальному дворазовому внесенні: під час основного обробітку і при сівбі безпосередньо в рядки (стартові дози). Перевага такої технології порівняно з розсіюванням основного добрива по поверхні поля перед обробітком ґрунту полягає у підвищенні коефіцієнта використання поживних речовин. Зазначена перевага особливо проявляється в умовах недостатнього забезпечення вологою [170].

Локалізація внесення добрив значно обмежує об'єм ґрунту, з яким перемішуються мінеральні добрива, за рахунок цього рослини забезпечуються елементами живлення в доступних формах протягом усього вегетаційного періоду. Крім цього, локальне внесення добрив характеризується, в порівнянні з розкидним способом, більш високою якістю розподілу елементів живлення у ґрунті – нерівномірність внесення при локальному способі не перевищує 8-10 %, а загальні енерговитрати при локалізації добрив знижуються на 20-25 %, також

знижується водоспоживання рослин на одиницю продукції [448, 450, 458, 461-463].

Таким чином, локальне внесення добрив є суттєвим елементом ресурсозберігаючих, екологічно збалансованих систем удобрення, і застосувати їх треба перш за все на ґрунтах із низьким та середнім ступенем окультуреності.

Досліджень щодо впливу локального способу внесення добрив на продуктивність льону було проведено небагато. Дані експериментів свідчать про позитивний вплив заходу на врожайність та якість продукції [464, 534, 535]. Так, досліді Білоруської сільськогосподарської академії (Горбильова А. І., Горелько Н. М., 1990) на дерново-підзолистих ґрунтах показали, що при локальному внесенні туків під льон ступінь використання азоту вище, ніж при розкидному, на 10-13 %, фосфору – на 8-18 % та калію – на 6-14 % [459]. Крім цього, локальне внесення добрив – один із прийомів природоохоронної агротехніки, який дозволяє без шкоди для врожаю та якості продукції зменшити до 50 % дози туків і скоротити втрати поживних речовин у ґрунті [462]. За даними учених (Каликинський А. А. та ін., 1993), біоенергетичний коефіцієнт при локальному внесенні добрив під льон зростає в порівнянні з розкидним способом на 6-28 % [465].

У дослідях ВНДЛ (Ходянкова С. Ф., 1991) локалізація внесення складних добрив позитивно впливала на збільшення маси коренів льону-довгунця та їхній розвиток у нижньому шарі орного горизонту (частка коренів у шарі 10-20 см становила 26-30 % проти 20 % при розкидному внесенні), що дозволяло краще використовувати поживні речовини та запаси ґрунтової вологи орного шару.

Ступінь використання елементів живлення з добрив у порівнянні з розкидним способом зростав по азоту – на 30 %, фосфору – на 5 % та калію – на 18 %. При цьому врожайність валового волокна підвищувалась на 0,5-1,0 ц/га, оплата добрив додатковим урожаєм волокна зростала на 0,6-1,4 кг/кг. Загальні енерговитрати в розрахунку на 1 тону продукції знижувалися на 32%, а біоенергетичний ККД зростав з 1,7 до 2,6 одиниці. Вихід усього волокна був

вищим на 0,5-3,9 %, довгого – на 1,4-1,9 %, номер соломи – на 0,25-0,5 одиниці, міцність волокна – на 4 кгс [452].

За даними Центрального інституту механізації льонарства, при локальному внесенні добрив одночасно з посівом льону модернізованою сівалкою СЗ-3,6А продуктивність праці підвищується в 1,5 разу, при зниженні експлуатаційних витрат на 45 % та економії дизельного палива близько 20-22 кг/га [446].

Враховуючи, що вартість добрив зростає з року в рік та активно впливає на собівартість вирощування льону-довгунця, саме тому ефективність їхнього використання – один із ключових елементів раціонального ведення льонарства взагалі. Отже, одним із важливих резервів підвищення продуктивності рослин льону-довгунця є застосування позакореневого підживлення, яке має ряд переваг серед способів внесення. Воно дозволяє регулювати процес живлення рослин льону в критичні фази розвитку на більш пізніх фазах вегетації і одночасно уникнути дефіциту окремих елементів. У більшості випадків позакореневе підживлення здійснюється баковими сумішами з хімічними засобами захисту рослин, виступаючи в ролі антистресового препарату, допомагаючи легше перенести хімічну обробку [466, 536].

Форми добрив та їхня ефективність. У світовій практиці землеробства все більшої питомої ваги набувають комплексні добрива, які містять у своєму складі не менше двох поживних речовин. Відомо, що складні добрива мають ряд переваг у порівнянні з простими туками. Затрати праці, за даними ВІДА, при внесенні 1 т добрив у ґрунт становлять у середньому приблизно 9 люд.-год. Якщо замінити прості туки на складні, то затрати праці на 1 т добрив скорочуються до 6-7 люд.-годин [169].

За даними ВНДІЛу (38 дослідів), середня врожайність льону при внесенні нітроамофоски була вищою по соломці на 0,8 та по насінню – на 0,3 ц/га, ніж при внесенні еквівалентної суміші НРК, яка складалася з простих туків. При основному внесенні двокомпонентного складного добрива (амофосу) на фоні калію у зоні дерново-

підзолистих та сірих лісових ґрунтів (дані 12 дослідів Географічної мережі ВНДІЛу) врожайність соломки льону зростала на 1,3 ц/га порівняно з простими туками [169].

Узагальнення результатів дослідів Географічної мережі науково-дослідного інституту добрив та фунгіцидів за 1962-1980 рр. з рядковим внесенням нітроамфоски при сівбі льону порівняно з суперфосфатом показало, що приріст урожайності соломки та насіння був відповідно вищим на 4,6 та 0,2 ц/га, ніж по суперфосфату [169].

Показники економічної ефективності від комплексних добрив при основному їхньому внесенні під льон у зоні дерново-підзолистих та сірих лісових ґрунтів були дуже високими. Так, у 25 дослідях чистий прибуток по соломці від застосування нітрофоски був на 11 % вищим, ніж від внесення еквівалентної за NPK суміші простих добрив, окупність витрат від внесення при цьому зростала на 2 %. Ще кращі результати отримані по насінню (13 дослідів) – чистий прибуток підвищувався відповідно на 47 %, а окупність зростала на 24 % [169].

Таким чином, узагальнення наявних даних показує, що дія усіх форм твердих складних добрив на врожайність та якість продукції була рівною або дещо вищою від дії суміші простих добрив. У залежності від доз та співвідношень поживних елементів, строків та способів внесення складних добрив показники якості льону можуть суттєво змінюватись, що потребує подальшого вивчення.

Дослідження та розробки останніх років свідчать про те, що застосування традиційних азотних добрив (серед яких домінує аміачно-нітратна форма азоту), поряд із позитивними результатами, все більшою мірою починає викликати негативні наслідки, які впливають на загальну оцінку аграрного виробництва. Основним із таких наслідків є погіршення властивостей ґрунтів та забруднення навколишнього середовища. Реальним рішенням цієї проблеми є застосування амонійно-карбонатних препаратів – вуглеамонійних солей (ВАС).

На думку ряду дослідників, заміна виробництва аміачної селітри на ВАС дозволила би позбавити поля України від приблизно 2 млн т нітратів і, крім цього, зекономити 4,5 млрд МДж (або 1,23 млрд кВт·год) енергії щорічно [467, 468].

У 90-х роках дослідження з ВАС у галузі льонарства проводились тільки з питань їхнього застосування як консерванту льоносировини з підвищеною вологістю. Лише на початку 2000 року в умовах Центрального Полісся було встановлено, що продуктивний потенціал льону при удобренні ВАС використовується на 16-20 % краще, ніж при використанні інших традиційних азотних добрив [469-472].

Встановлена на основі балансових розрахунків перспективна потреба в азотних добривах під льон-довгунець за рахунок ВАС у 2005 році в Україні становила 87,2 тис. т д. р., у т. ч. для Полісся – 78,8 тис. т д. р., для Лісостепу – 5,2 та Карпат – 8,2 тис. т д. р. [468].

Отже, будучи менш ресурсо- і енергомістким агрохімікатом та зменшуючи питомі енерговитрати на 1 га площі й одиницю урожаю, ВАС зумовлюють істотне зниження загальних витрат енергії на виробництво льонопродукції, створюють важливі передумови для забезпечення високої продуктивності, екологічної рівноваги та абсолютної економії ресурсів. Це викликає потребу в подальших дослідженнях у цьому напрямі в галузі льонарства [473, 537-539].

Густина посіву та ефективність добрив. Вибір оптимальної площі живлення рослин впливає на використання ними з ґрунту поживних речовин та вологи. Так, при додержанні оптимальної густоти стеблостою льону на одиниці площі ефективність добрив може зростати на 15-30, а при внесенні під високопродуктивні сорти – на 25-30 % [19, 457, 474].

Виходячи з того, що зменшилися обсяги внесення у ґрунт органічних і мінеральних добрив у полях сівозміни, доцільно вивчати вплив доз мінеральних добрив та способів сівби на продуктивність льону. Так, у дослідях ННЦ «ІЗ НААН» на дерново-середньопідзолистому ґрунті найвищу висоту рослин льону-довгунця перед збиранням забезпечував широкорядний спосіб сівби (45 см) на

фоні $N_{45}P_{60}K_{90}$, відповідно 84,8 см. Найвищу урожайність соломи – 55,1 ц/га отримали при внесенні $N_{45}P_{60}K_{90}$ та вузькорядному способі сівби (7,5 см), а насіння – 11 ц/га при широкорядному посіві та дозі азоту N_{15} . Доза добрив $N_{15}P_{60}K_{90}$ при вузькорядному способі сівби забезпечувала якість трести льону-довгунця на рівні 2,25 номера. Без внесення добрив (контроль) треста мала номер 1,97 [475].

У зв'язку з цим важливим і актуальним залишається визначення тієї межі зниження густоти стеблостою та підбору доз добрив, при яких не зменшувалась би урожайність і не погіршувалася б якість продукції за рахунок засміченості та інших факторів [333, 476].

Ефективність застосування органічних добрив під льон. Ріст цін на мінеральні добрива у зв'язку з подорожчанням сировинних та енергетичних ресурсів повинен спонукати виробників аграрного сектору посилити увагу до органічних добрив. Слід відмітити, що роль органічних добрив як основного елементу раціональної наукової системи удобрення не знижується й тоді, коли вносяться порівняно великі дози мінеральних добрив. Прикладом цього є розвинені країни Європи, які поряд із внесенням значної кількості мінеральних добрив (350-800 кг/га д. р.) вносять на гектар орної землі й високі норми органічних добрив – 25-75 тонн [381].

Органічні добрива задовольняють від 30 до 50 % потреб рослин у живленні. Для покриття дефіциту гумусу в ґрунтах, що перебувають у сільськогосподарському використанні, потрібно вносити по Україні 360-370 млн тонн органічних добрив. При цьому мінімальна норма цих добрив для підтримання бездефіцитного балансу гумусу повинна становити в зоні Полісся 15,1 т/га посівної площі. Проте розрахунки показують, що навіть при максимальному використанні традиційних органічних добрив – гною, торфогноевих компостів, баланс гумусу в цілому по країні буде мінус 0,19 ц/га. І все ж таки, на думку фахівців, в Україні при оптимальному співвідношенні галузей рослинництва і тваринництва можна виробляти 100-140 млн тонн гною собівартістю до 6,3 млрд грн, що рівнозначно еквіваленту мінеральних добрив у кількості 1,8 млн тонн NPK, вартістю 16,6 млрд грн [381].

Щодо льону, то раніше (60-і – 70-і роки) коли не вистачало мінеральних добрив, агротехніка була спрямована на максимальне використання післядії органічних добрив і їхнього внесення безпосередньо під льон. Останній розміщували після угноєної картоплі, а безпосередньо під льон вносили компости, попіл, пташиний послід. Все це сприяло одержанню добре розвиненого стеблостою, високих урожаїв культури. Однак посіви були дуже забур'янені, бо органічні добрива містили велику кількість насіння бур'янів. Що в свою чергу викликало значні затрати праці й часу на прополовання посівів та ручне видалення бур'янів із трести [417].

Наприкінці 80-х років при внесенні в ґрунт гною на рівні 7-9 т/га (фактично насиченість сільськогосподарськими тваринами становила 1 умовну голову на 1 гектар ріллі) питання застосування відходів рослинництва на добриво взагалі не існувало, оскільки майже вся нетоварна біомаса використовувалася на потреби тваринництва, в тому числі корм і підстилку [477]. На сучасному етапі проблема нетоварної частини урожаю й особливо соломи в умовах різкого скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин набула значної актуальності. Згідно з експертними оцінками, у сівозмінах щорічно на мінералізацію для створення врожаю сільськогосподарських культур втрачається близько 1 т/га гумусу на суглинкових ґрунтах і близько 1,5 т/га на легких супіщаних. Дефіцит балансу органічної речовини ґрунту при вирощуванні культур можна ліквідувати за рахунок інтенсивного біологічного кругообігу речовин у системі “ґрунт – рослина”. Основою такого регулювання є агротехнічні засоби, які сприяють більшому надходженню до ґрунту органічної речовини у вигляді кореневих, післяжнивних решток і органічних добрив, а також створюють сприятливі умови для їхньої гуміфікації [19, 162, 478-480].

За даними Ю. О. Тараріко зі співавторами (2008), у випадку, якщо основний урожай реалізується, а його побічна частина використовується на добриво, в ґрунт повертається від загального виносу близько 20 % азоту, 30 % фосфору і 40 % калію. При цьому

надходження $C_{орг}$ до орного шару становить у середньому 50 % зв'язаного за вегетаційний період у всій рослинній біомасі. При відчуженні товарної частини врожаю із системи та використання відходів на потреби тваринництва з органічними добривами у ґрунт може надходити в середньому азоту 15 %, фосфору, калію й $C_{орг}$ по 30 % від загального нагромадження в біомасі. Таким чином, як уже зазначалося, при реалізації сценарію з безповоротним відчуженням продукції за межі сівозміни площею 1000 га, з урожаєм щорічно виноситься близько 75 т азоту, 25 т фосфору, 80 т калію. У фізичній масі це буде відповідати близько 220 т аміачної селітри, 75 т суперфосфату та 135 т калію хлористого, що в грошовому еквіваленті становить близько 1 млн грн [163]. У зв'язку з цим необхідно включати в сільськогосподарський кругообіг інші органічні джерела.

Солома. Аналіз літератури показав, що на окреме застосування соломи як добрива звертала увагу значна кількість дослідників [19, 166, 224, 481-485]. У Західній Європі перші публікації про можливість заорювання соломи з удобрювальною метою датуються 1808 р. [486], а в Росії – 1901 р. [481].

Дослідження свідчать, що шляхом безпосереднього використання соломи на добриво можуть бути значно зменшені трудові та матеріальні затрати підприємств, оскільки забезпечується не просте вилучення з технології окремого робочого процесу, а скорочення цілого шлейфу операцій в ланцюгу “солома – гній – ґрунт”, знижується переущільнення ґрунту за рахунок скорочення кількості проходів агрегатів, витрати пального по збиранню соломи зменшується на 15-30 %, а загальна енергоємність агротехнологій скорочується на 15 % [163].

Останнім часом значно розширились площі під зерновими культурами, але при цьому в багатьох випадках не використовується 55-65 % соломи. Водночас дослідження свідчать, що за умов наявності в соломі злакових культур у середньому 0,5 % N, 0,2 % P_2O_5 , 1 % K_2O , 0,30 % CaO та 0,15 % MgO і SO_3 , у ґрунт із 4-6 т/га соломи повертається орієнтовно N_{20-30} , P_{8-12} , K_{40-60} , Ca_{12-18} , Mg_{6-9} , S_{6-9} .

Розрахунок стосується тільки соломи, а ще частина органічної речовини залишається у вигляді стерні та кореневої системи рослин. При цьому покращується також відсоток використання рослинами поживних речовин, унаслідок чого зростає ефективність застосування мінеральних добрив – азотних – на 55-60 %, фосфорних і калійних – на 15-20 % [487-489].

На ґрунтах легкого гранулометричного складу внесення соломи в ґрунт запобігає втратам поживних речовин і особливо азоту на вимивання, а отже, і забруднення ґрунтових вод нітратами. Окрім цього, використання соломи сприяє також оптимізації умов існування ґрунтової мезофауни, що додатково поліпшує агрофізичні властивості ґрунтів [163]. Літературні дані свідчать, що загортання соломи стимулює несимбіотичну азотфіксацію [490]. Це підтверджується результатами досліджень, проведених у Франції та Бельгії (А. Р. Стейнфорт, 1983), де у лабораторних дослідженнях доведено, що 1 т загорнутої соломи сприяє фіксації від 8 до 16 кг азоту [491].

Встановлено також, що при застосуванні соломи як органічного добрива, окрім переваг існують і певні ризики. Використання соломи на добриво, за даними Інституту сільського господарства Полісся УААН, призвело до збільшення на 7,2-17,6 % насіння бур'янів у ґрунті порівняно з неудобреними варіантами [84]. При цьому неправильне загортання соломи у ґрунт може викликати погіршення азотного живлення рослин і пересушування ґрунту. Тому однією з основних умов при внесенні соломи є дотримання оптимального співвідношення C:N \approx 30, за якого гуміфікація свіжої органічної речовини перебуває на максимальному рівні, а втрати вуглецю у вигляді емісії CO₂ у повітря мінімізуються. На хід і швидкість розкладання соломи впливають умови середовища проживання мікроорганізмів, що визначаються типом ґрунту і кліматом, а також складом речовини, що розкладається. Так, наприклад, солома вівса і ячменю розкладається значно інтенсивніше від соломи пшениці та жита [163, 484, 492].

Відносно термінів внесення компенсуючого азоту існують різні погляди. Ряд дослідників вважає, що на усіх ґрунтах бажано додаткову дозу азоту вносити відразу ж після збирання урожаю по соломі, щоб таким чином досягнути прискорення розкладу протягом літа. Пропонується також, особливо на легких ґрунтах, вносити додатковий азот лише навесні з метою скорочення втрат цього елемента за осінньо-зимовий період. Таким чином, термін внесення азоту залежить від забезпечення ґрунту поживними речовинами і його біологічної активності, а також від того, наскільки швидко необхідно розкласти солому. Прискорення розкладу соломи за допомогою азоту залишається сумнівним, якщо інші фактори, які також впливають на розклад, – у мінімумі. На думку ряду дослідників, звуження відношення C:N в соломі не обов'язково пов'язано з унесенням мінеральних азотних добрив. З цією самою метою можуть успішно використовувати також інші органічні добрива. Кращі результати отримують при об'єднанні двох способів альтернативного удобрення – солома + сидерат, солома + підстилковий або безпідстилковий гній та солома + сидерат + гній. Так, за даними Чернігівського інституту АПВ УААН, кращим способом використання соломи на добриво було поєднання її внесення (1,25 т/га) з гноєм (5 т/га) і сидеральними добривами, що за своєю ефективністю наближалось до внесення 10 т/га гною [493]. Близькі результати були отримані і в інших дослідженнях [494, 540, 541].

Таким чином, термін внесення, кількість і форма зрівноважувальних мінеральних і органічних добрив визначаються різними міркуваннями, які вимагають щоразу різних підходів відповідно до конкретних зональних умов.

Останнім часом набуло поширення таке явище, як спалювання соломи та стерні в полі. Відтак завдається значний шкідливий вплив на довкілля і, перш за все, на родючість ґрунту. При цьому з одного гектара безповоротно втрачається приблизно 1,5-2 тонни органічної речовини та 10-15 кг азоту. Крім того, спалювання соломи погіршує водно-фізичні властивості ґрунту (знижує умови накопичення вологи

та призводить до ущільнення ґрунту); знижує інтенсивність процесів амоніфікації та нітрифікації, що спричинює погіршення азотного живлення рослин; погіршуються фітосанітарні властивості, гине частина фауни та флори [476].

Дослідних даних щодо використання нетрадиційних видів удобрювальних сировинних ресурсів, переважно місцевих, доступних, дешевих і ефективних на льоні-довгунці є обмежена кількість [495]. Проведені в умовах Прикарпаття дослідження показали, що загортання у ґрунт під льон-довгунець соломи сумісно із зеленою біомасою сидеральної культури збільшувало густоту сходів рослин та польову схожість насіння. А застосування на фоні соломи та сидерату повного мінерального добрива (NPK) забезпечувало приріст урожайності соломи 5,4 ц/га, насіння – 2,4 ц/га [496].

У дослідженнях, проведених у зоні Західного Полісся (М. Д. Науменко та ін., 2007), було встановлено, що за 7 років ротації зерно-льоно-картопляної сівозміни на фоні 14 т/га гною у поєднанні із сидератами підвищувалась родючість ґрунту. У сівозміні льон більше реагував на систему захисту рослин, але навіть мінімальні дози мінеральних добрив на фоні післядії гною і сидератів забезпечували високу продуктивність льону-довгунця [497].

Рослинні рештки. Проблемам взаємозв'язку між урожаєм основної продукції сільськогосподарських культур і кількістю рослинних решток, їхнім використанням у напрямку поліпшення родючості ґрунтів дослідники приділяли певну увагу [54, 164, 322, 478, 498-501]. На сучасному етапі проблема нетоварної частини врожаю й окремо рослинних решток в умовах високої вартості ресурсів та необхідності скорочення затрат викликає значну зацікавленість науковців і виробників. Оскільки, по-перше, не викликає сумніву те, що використання рослинних решток, як і відходів рослинництва взагалі, прискорює малий біологічний кругообіг і дає можливість частково компенсувати дефіцит основних біогенних елементів. По-друге, як елемент ґрунтозахисного землеробства. Тому нині це питання обґрунтовується низкою

міркувань як екологічного, агрономічного, так і організаційно-економічного характеру.

Таким чином, рослинні рештки забезпечують значні переваги, а саме – поліпшення структури ґрунту, а також збільшення органічної речовини, водоутримуючу здатність ґрунту. Кругообіг азоту в рослинних рештках зменшує нітратне вилуговування у ґрунтового профілі в період, коли культурні рослини відсутні на полі, це покращує нітратне живлення наступної культури. Наявність рослинних решток також активізує діяльність мікробного ценозу ґрунту. Позитивна користь від рослинних решток позначається на тому, що вони можуть пригнічувати проростання насіння бур'янів у посівах наступної культури. Так, у дослідженнях американських вчених (Р. Андерсон, 2005) було з'ясовано, що поживні рештки формують несприятливе оточення для розвитку проростків бур'янів як у фізичному, так і алелопатичному сенсі. Кожні додаткові 1000 кг поживних решток озимої пшениці в перерахунку на гектар площі зменшують інтенсивність проростання бур'янових паростків на 14 % [502-504].

Розкладання рослинних решток культури та наступні зміни вмісту поживних речовин у ґрунті залежать від багатьох факторів. У зв'язку з цим у сучасних умовах активно розробляються альтернативні методи утилізації поживних решток, які передбачають найбільш повне їхнє використання в біологічному кругообігу. Розробляється широкий спектр мікробних препаратів, які дозволяють прискорити процес деструкції поживних решток.

До недавнього часу в практиці льонівництва мало приділялося уваги рослинним решткам – як складової частини удобрення культури [405].

Узагальнюючи, можна констатувати, що, незважаючи на важливе агрономічне і ресурсоощадливе значення цих решток, облік та правильне використання їх у виробництві не відпрацьовані, особливо щодо культури льону-довгунця.

Зелені добрива (сидерати). Не менш важливим джерелом накопичення органічної речовини та азоту є зелені добрива, використання яких екологічно й економічно вигідне. Вітчизняний і зарубіжний досвід показує, що використання на зелене добриво культур, вирощених у проміжних посівах, дає можливість розв'язати такі завдання:

- поповнити джерела органічних добрив та азоту в ґрунті;
- зменшити непродуктивні витрати вологи і поживних речовин за рахунок зниження процесів інфільтрації з верхнього шару ґрунту й тим самим підвищити коефіцієнт використання опадів, добрив та хімічних меліорантів;
- уповільнити процеси ерозії;
- зменшити забур'яненість посівів, а в ряді випадків – знизити ступінь грибкових захворювань культурних рослин;
- посилити біологічну активність ґрунту;
- покращити агрофізичні властивості ґрунту а, отже, знизити негативну дію важких машин і механізмів;
- скоротити витрати на обробіток ґрунту через активне розпушення орного й підорного шарів біологічним шляхом – за рахунок кореневих систем сидератів [342, 505-517, 542-546].

У теперішніх кризових умовах сидерація повинна розглядатись як важлива ланка енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Наприклад, у ЄС висівання сидератів дотується на рівні 50 євро/га. В Україні це також реалія з червня 2008 року. Постановою Кабінету Міністрів України № 579 від 25.06.2008 р. затверджено порядок використання з 2008 року коштів, передбачених у Державному бюджеті для фінансування заходів захисту, відтворення та підвищення родючості ґрунтів. З цих коштів 30 % спрямовані саме на культивування сидеральних культур з компенсацією у розмірі 400 гривень на 1 га посіву [518]. Наприклад, у Чернігівському регіоні була запланована на 2009 р. для сидерації сума 30 млн грн, якої вистачає лише на 75 тис. га, що є мінімальною потребою для регіону [376].

У цілому, завдяки застосуванню зелених добрив, більш ефективно можна використовувати агрокліматичні умови зони. Основна теоретична передумова успішного вирощування проміжних культур на зелене добриво – це наявність теплого періоду після збирання озимих та ярих культур протягом 60-80 днів із сумою температур 700-800 °С і кількістю опадів понад 100 мм. У Поліссі після збирання зернових культур залишається проміжок 80-95 днів з температурою повітря вище + 5 °С, сумою активних температур 800-1100 °С та кількістю опадів 170-230 мм [494-521].

В умовах Лівобережного Полісся за період з 20 липня по 20 жовтня випадає 170-210 мм опадів, сума активних температур становить 850-960 °С. За цей час, із урахуванням звільнення поля від соломи, підготовки ґрунту до посіву і самого посіву, сходи гіркого однорічного люпину, пажитниці, редьки олійної можна одержати стабільно до 10 серпня, тобто через 20-25 днів після початку збиральної кампанії. До 20 жовтня (час настання стійкого похолодання) проміжні культури в умовах Полісся здатні наростити досить високу біомасу (корені + наземна частина) – 200-300 ц/га, або 35-45 ц/га сухої речовини [520].

Результати дослідів показують, що найбільш придатні для вирощування у проміжних посівах в умовах Лівобережного Полісся з бобових – багаторічний люпин і конюшина червона, із злаків – багаторічне і зеленоукісне жито, пажитниця, із хрестоцвітих – редька олійна [520].

За даними Чернігівського інституту АПВ УААН (Бердніков О. М., 1989), вплив зеленого добрива у проміжних посівах у середньому еквівалентний дії 30-40 т гною. Післядія сидерації на 3-й і 4-й рік поступається гною на 15-20 %, але в перший рік переважає його вплив орієнтовно на таку саму величину. За кількістю органічної речовини, азоту й інших поживних речовин сидеральні культури еквівалентні відповідній кількості гною, %: люпин однорічний – 54, люпин багаторічний – 57, редька олійна – 31, пажитниця однорічна – 23, пажитниця пасовищна – 32 [520].

В умовах Прикарпаття у стаціонарному досліді Коломийської дослідної станції Івано-Франківського інституту АПВ на дерново-середньопідзолистому ґрунті загортання соломи попередника та зеленої маси сидерату під льон-довгунець сприяло збільшенню густоти сходів рослин на 14 шт./м², польової схожості насіння – на 2 %, що забезпечувало густоту рослин перед збиранням та виживання рослин відповідно 1716 шт./м² та 94,6 % [496].

Дослідження, проведені в умовах зони Західного Полісся у стаціонарному досліді Волинського інституту АПВ на дерново-підзолистих глинисто-піщаних ґрунтах у зерно-льоно-картопляній сівозміні свідчать, що загортання у ґрунт сидеральної маси редьки олійної (100 ц/га) забезпечувало в середньому за 4 роки врожай лляної соломи 47,4 ц/га, тобто на рівні фонів з мінеральними добривами [497].

Про позитивний вплив сидерації на врожайність та якість продукції льону-довгунця свідчать дослідження ВНДІ льону (Н. П. Аврова, 1994), де зелене добриво (люпин), приоране під льон на середньопідзолистих ґрунтах, підвищувало врожайність соломи на 22 %, насіння – на 37,6 %, а вихід довгого волокна – на 46 %. Не менш ефективно впливала на врожай льону і зелена маса серадели посівної [521].

Узагальнення літературних даних свідчать, що, незважаючи на значну ефективність сидерації, питанням застосування зелених добрив у льонарстві приділено недостатньо уваги.

6.2. Ефективність впливу доз та співвідношень мінеральних добрив на урожайність і якість льону-довгунця

З урахуванням досить суттєвих розбіжностей у ресурсному забезпеченні діяльності різних агроформувань, будь-яка система удобрення повинна передбачати гнучке маневрування з дозами та періодичністю внесення добрив. Таким чином, треба передбачати різні варіанти технологій застосування добрив, що дозволить адаптувати їх до конкретних зональних умов вирощування, рівнів

ресурсного забезпечення і, головне, потреб рослин льону в цих умовах.

Проблема прийняття оптимального рішення, коли результати повинні бути отримані за найменших витрат ресурсів визначеного виду, або коли за даних обмежених можливостей повинно бути вироблено найбільшу кількість певного продукту – одне із завдань, що повсякчасно виникає перед рослинництвом, у тому числі галуззю льонарства. Завдяки сучасній математизації різних галузей науки з'явилася можливість розв'язувати подібні задачі за допомогою створених оптимізаційних моделей.

З метою вивчення ефективності доз та співвідношень мінеральних добрив при вирощуванні льону-довгунця була використана схема багатофакторного дослідження, запропонована В. Н. Перегудовим, яка дозволяє проводити математичну обробку даних за допомогою рівнянь регресії (**дослід 6, стор. 43-45**) [78].

Важливе практичне значення рівнянь регресії полягає в тому, що їхнє використання дозволяє застосовувати інтерполяцію. Це дає можливість отримати дані про величину результативного показника для нездійснених у досліді проміжних варіантів, що значно поглиблює традиційний аналіз експериментальних даних. Використовуючи рівняння регресії, можна збільшити кількість даних, які характеризують дію різних доз та комбінацій добрив.

Виробнича функція дає можливість побудувати нормативно-довідкові таблиці для автоматизованого (за допомогою комп'ютера) пошуку оптимальних доз та комбінацій добрив, які забезпечать максимальний агроекономічний ефект від наявних ресурсів добрив.

Залежність динаміки рухомих сполук азоту, фосфору та калію у ґрунті протягом вегетації рослин льону-довгунця від рівня мінерального живлення. Результати довготривалих досліджень вказують на те, що поживний режим ґрунту потребує направленою регулювання, оскільки удобрення ґрунту засновано на корекції родючості ґрунтів і підтримці рівня поживних речовин. Таким чином, найважливішою умовою високої ефективності добрив є стан

поживного режиму й трансформаційні можливості ґрунту в відношенні доступності добрив, що вносяться.

Вміст азоту у ґрунті. У процесі росту й розвитку рослини використовують безпосередньо з ґрунту мінеральний азот, що перебуває у складі нітратних і амонійних солей, які легко розчиняються у воді, тому вміст мінеральних сполук азоту, особливо нітратного, дуже динамічний [83].

Азотні добрива є одним із основних засобів, що дозволяє регулювати азотний режим ґрунтів та впливати на ступінь інтенсивності росту й розвитку рослин льону-довгунця. Для цього необхідна інформація про динаміку вмісту азоту в ґрунті при різному рівні застосування азотних добрив у конкретних агрокліматичних умовах.

Виходячи з того, що основне значення у живленні рослин азотом має його нітратна форма та питома вага ґрунтового амонійного азоту у живленні значно нижча (хоча, на кислих ґрунтах в умовах перезволоження значна частина мінерального азоту може бути у вигляді амонію, котрий майже не переміщується з током води), для характеристики азотного режиму ґрунту ми досліджували динаміку нітратного азоту на варіантах досліді протягом весняно-літнього періоду вегетації льону-довгунця (додаток Ж1).

Вивчення динаміки вмісту нітратного азоту в ґрунті у посівах льону показало, що в усі роки на всіх варіантах досліді вміст нітратів у ґрунті був дуже низьким. Проведені дослідження доводять, що кількість нітратного азоту в ґрунті перебуває у прямій залежності від доз азотних добрив. З підвищенням рівня мінерального живлення з N_0 до N_{75} на фоні фосфорно-калійних добрив вміст нітратів у фазі “ялинки” зростав у шарі ґрунту 0-20 см з 2,47 до 8,50 мг/кг ґрунту, а у шарі – 20-40 см – з 1,65 до 7,23 мг/кг ґрунту. Враховуючи те, що критичним періодом у відношенні рослин льону до азоту є проміжок від фази “ялинки” до цвітіння, його кількість у орному (0-20 см) шарі ґрунту на момент цвітіння рослин льону знижувалася навіть на фоні максимальної дози азоту – N_{75} (табл. 6.1).

У наших дослідженнях незначне підвищення вмісту NO_3^- у шарі ґрунту 0-20 см відбулося в період визрівання льону на фоні внесення азотних добрив у дозі N_{75} . Фосфорно-калійні добрива на накопичення мінеральних форм азоту в ґрунті суттєвого впливу не спричинили.

Таблиця 6.1 – Динаміка вмісту N-NO₃ у ґрунті в основні фази розвитку рослин льону-довгунця в залежності від доз мінеральних добрив, N мг/кг ґрунту, середнє за чотири роки

Варіанти мінеральних добрив	Фенологічні фази розвитку					
	“Ялинка”		Цвітіння*		Рання жовта стиглість	
	Шар ґрунту, см					
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
$\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$	2,47	1,65	2,70	2,30	5,25	5,27
$\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_{120}$	1,50	2,60	1,00	3,27	5,72	1,37
$\text{N}_0\text{P}_{120}\text{K}_0$	2,42	2,95	1,57	2,67	3,10	1,63
$\text{N}_0\text{P}_{120}\text{K}_{120}$	3,65	3,35	3,37	2,60	3,15	1,52
$\text{N}_{60}\text{P}_0\text{K}_0$	6,37	7,35	4,10	2,50	4,77	7,33
$\text{N}_{60}\text{P}_0\text{K}_{120}$	7,67	8,02	1,60	3,77	6,85	5,95
$\text{N}_{60}\text{P}_{120}\text{K}_0$	6,55	8,35	6,33	2,37	6,25	2,40
$\text{N}_{15}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$	3,75	3,17	2,07	3,23	3,22	2,43
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	4,77	2,37	3,53	1,10	4,70	8,02
$\text{N}_{45}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	5,40	3,73	4,27	2,17	2,83	2,60
$\text{N}_{60}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$	6,17	6,40	2,83	4,17	5,87	4,15
$\text{N}_{75}\text{P}_{150}\text{K}_{150}$	8,50	7,23	5,40	2,65	9,63	3,27

* середнє за три роки

На наш погляд, треба звертати увагу на те, що показник вмісту в ґрунті мінерального азоту є дуже динамічним, а тому нестійким індексом окультуреності полів, а критичний період у відношенні азоту може не завжди збігатися з максимальним поглинанням рослинами азоту. Зменшення нітратів у ґрунті полів, зайнятих рослинами суцільного посіву протягом усього періоду їхньої

інтенсивної вегетації, відмічено багатьма дослідниками, які констатували, що зникнення нітратів пов'язане із сукупністю процесів, а саме: ущільнення ґрунту, споживання нітратів рослинами, специфічний розклад нітратів мікроорганізмами кореневої системи, міграція нітратів з вологою у більш глибокі шари ґрунту [125, 171, 403-405, 427, 480, 500].

Тому висновок про забезпеченість ґрунту цим елементом на основі визначення нітратної форми не може бути досить об'єктивним. Таким чином, визначення доз азотних добрив під льон-довгунець доволі важливе та складне завдання, вирішення якого залежить від багатьох чинників – попередників та ступеня їхнього удобрення, параметрів родючості ґрунтів тощо. Одним із основних та найбільш стійких агрохімічних параметрів ступеня окультурення ґрунтів є рівень забезпеченості їх доступними для рослин формами фосфору (P_2O_5).

Вміст фосфору у ґрунті. Досить висока реакція більшості польових культур на фосфорні добрива спостерігається у всіх типах ґрунтів. Тому раціональне застосування фосфорних добрив з метою оптимізації вмісту фосфору в ґрунті та підвищення ефективності їхньої дії на польові культури є досить актуальним. Вважається, що для дерново-підзолистих ґрунтів оптимальним рівнем є 10-15 мг P_2O_5 на 100 г ґрунту (за Кірсановим). За низького вмісту в ґрунті фосфору досить важко підтримувати високу продуктивність рослин і не можна отримати відповідної ефективності від азотних і калійних добрив [83]. Тому дослідження змін вмісту фосфору в ґрунті під впливом удобрення та інших факторів має значний науковий і практичний інтерес.

Для оцінки фосфатного стану ґрунту найбільш широко застосовують два показники: запас рухомого фосфору – фактор ємності та ступінь рухомості фосфору – фактор інтенсивності. Деякі дослідники підкреслюють важливе значення фактору швидкості, тобто швидкості переходу фосфатів у ґрунтовий розчин у зоні кореневої системи. Слабоокультурені дерново-підзолисті ґрунти

поряд із низькими запасами фосфору характеризуються низьким ступенем його рухомості та доступності рослинам. Основним засобом поліпшення фосфатного режиму цих ґрунтів є застосування добрив. У результаті систематичного застосування фосфорних добрив у ґрунті накопичуються невикористані рослинами залишкові фосфати й у зв'язку з цим зростає кількість рухомого фосфору. Підвищення запасів рухомого фосфору у ґрунті супроводжується підвищенням ступеня його рухомості. Зростає інтенсивність вивільнення фосфат-іонів із твердої фази у розчин, а також швидкість відновлення концентрації фосфору біля поверхні коренів та швидкість дифузії фосфат-іонів [83].

Інтенсивність накопичення рухомих фосфатів у ґрунті залежить від властивостей ґрунту, доз фосфорних добрив і тривалості їхнього застосування у сівозміні. При тривалій взаємодії залишкових фосфатів із ґрунтом вміст рухомого фосфору та ступінь доступності його рослинам знижується. Обумовлено це зменшенням кількості залишкового фосфору внаслідок виносу його врожаєм, а також переходом поглинених ґрунтом фосфатів у більш стійкі, менш розчинні сполуки.

За характером розподілу запасів фосфору по профілю дерново-підзолисті ґрунти суттєво не відрізняються. Для цих ґрунтів характерне постійне зменшення кількості рухомого фосфору в підзолистому горизонті та збільшення його вмісту з глибиною, пов'язане з наявністю ілювіальних процесів. За даними деяких експериментів, фосфор добрив накопичувався в орному шарі й переміщення його вниз по профілю ґрунту зазвичай не відбувалося. Але у спостереженнях ряду вчених було помічено, що при систематичному застосуванні фосфорних добрив, особливо на легких ґрунтах, частина фосфору може переміщуватися з мулистою фракцією у підорний або, навіть, і більш глибокі горизонти. Таким чином, цей процес вивчено недостатньо, а це ускладнює прогнозування темпів накопичення рухомих фосфатів у залежності від доз фосфорних добрив [83].

Сільськогосподарські культури значно розрізняються за своїми потребами до вмісту в ґрунті рухомого фосфору. Щодо льону-довгунця, то максимальну кількість його він споживає у період першої половини швидкого росту та бутонізацію. Але особливо важлива його роль у момент появи сходів та у фазі “ялинки”.

У зв'язку з тим, що оптимум вмісту фосфору для рослин льону на дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу в різні фази може бути не однозначним, ми вивчали дію зростаючих у широкому діапазоні доз фосфорних, а також азотних та калійних добрив на фосфатний стан даного ґрунту та досліджували вміст рухомих форм фосфору в орному та підорному шарах в основні фази розвитку рослин льону.

Нашими дослідженнями встановлено, що вплив на вміст рухомих форм фосфору в ґрунті чинили в основному фосфорні добрива (табл. 6.2).

При внесенні зростаючих доз фосфору, починаючи з P_{60} до P_{150} , вміст цього елемента в орному шарі ґрунту у фазі “ялинки” зростає порівняно з контролем ($N_0P_0K_0$) з 16,8 до 21,7 мг/100 г ґрунту P_2O_5 або на 1-5,9 мг (+6,3-37,3 %) при показнику на контролі 15,8 мг/100 г ґрунту P_2O_5 . Аналогічна спрямованість дії фосфорних добрив відмічалася також у підорному шарі ґрунту, але, починаючи з дози P_{90} . Схожа тенденція зберігалася по фазах росту та розвитку протягом вегетації з певними коливаннями вмісту рухомого фосфору в обох шарах ґрунту (табл. 6.2).

Слід відмітити, що, незважаючи на чітку динаміку вмісту рухомих сполук фосфору у ґрунті, забезпеченість рослин цим елементом протягом усього періоду їхньої вегетації залишалася високою. У цілому, чим більшою була доза фосфорних добрив, тим більший вміст рухомого фосфору відмічався у ґрунті. За висновками Г. А. Мазура (2008), це пов'язано з особливостями поглинальної здатності дерново-підзолистого супіщаного ґрунту відносно фосфору. Ємність вбирання супіщаного ґрунту стосовно фосфору становить

близько 1 мг-екв. P_2O_5 на 100 г ґрунту. Вчений вважає, що вміст рухомих фосфатів у дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах у межах 20-22 мг на 100 г ґрунту, мабуть, і є оптимальним рівнем. Але, беручи до уваги легкий гранулометричний склад, який сприяє вилугуванню сполук фосфору за межі кореневмісного шару, що має місце при досягненні вмісту P_2O_5 на рівні 15 мг на 100 г ґрунту та більшого, оптимальний рівень, до якого необхідно наближатися у процесі розширеного відтворення, повинен становити дещо меншу величину, ніж повна ємність поглинання, а саме: 18-15 мг на 100 г ґрунту [83].

Таблиця 6.2 – Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору у ґрунті в основні фази росту та розвитку льону-довгуця залежно від доз мінеральних добрив, P_2O_5 мг/100 г ґрунту, середнє за 4 роки

Варіанти мінеральних добрив	Фенологічні фази розвитку					
	“Ялинка”		Цвітіння*		Рання жовта стиглість	
	Шар ґрунту, см					
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
$N_0P_0K_0$	15,8	15,7	20,6	17,2	15,7	16,2
$N_0P_0K_{120}$	15,2	15,1	19,9	18,4	18,7	15,3
$N_0P_{120}K_0$	19,1	24,8	26,6	19,9	16,6	20,9
$N_0P_{120}K_{120}$	22,9	17,6	25,2	19,8	20,9	23,0
$N_{15}P_{30}K_{30}$	15,5	14,0	19,6	18,5	18,4	16,6
$N_{30}P_{60}K_{60}$	16,8	15,7	25,8	24,2	18,9	19,3
$N_{45}P_{90}K_{90}$	18,5	19,3	27,5	16,8	19,3	17,9
$N_{60}P_0K_0$	16,9	18,4	17,5	18,1	21,4	22,0
$N_{60}P_0K_{120}$	18,1	16,8	16,2	15,3	18,0	16,1
$N_{60}P_{120}K_0$	20,3	18,1	28,7	20,5	22,8	14,9
$N_{60}P_{120}K_{120}$	20,1	18,4	27,2	20,7	20,0	21,9
$N_{75}P_{150}K_{150}$	21,7	18,7	22,9	26,7	19,6	19,1

* середнє за три роки

Слід відзначити, що за тривалий період проведення стаціонарного досліду навіть на контролі без добрив за наявності в сівозміні конюшини, яка внаслідок розвиненої кореневої системи здатна використовувати та переміщувати фосфор із більш глибоких шарів ґрунту в верхні, відзначається вміст рухомого фосфору в ґрунті, близький до оптимального рівня (табл. 6.2).

Одержані результати дають підставу стверджувати, що в дерново-підзолистому супіщаному ґрунті ступінь рухомості фосфатів перебуває майже в лінійній залежності від їхнього вмісту.

Вміст калію у ґрунті. Відомо, що понад 90-95 % загального вмісту калію перебуває в хімічному зв'язку із первинними та вторинними мінералами і не бере участі в живленні рослин. На Поліссі калій виступає частіше як елемент живлення у другому мінімумі, при цьому для дерново-підзолистих ґрунтів достатня забезпеченість обмінним калієм за Масловою починається з рівня 150 мг/кг ґрунту [83]. Аналіз матеріалів тривалих дослідів Географічної мережі дослідів з добривами свідчить про складний характер залежності запасів різних форм калію у ґрунті від доз добрив. Темпи накопичення різних форм калію багато в чому залежать від генетичних особливостей ґрунтів, доз та тривалості застосування калійних добрив, рівня азотно-фосфорного фону, біологічних особливостей вирощуваних культур. У більшості експериментів вивчалася ефективність низьких та середніх доз калійних добрив, які не в змозі забезпечити одночасного підвищення продуктивності та суттєвого поліпшення калійного стану дерново-підзолистих ґрунтів. Це ускладнювало прогнозування темпів накопичення доступного рослинам калію у ґрунті залежно від доз та тривалості застосування калійних добрив у сівозмінах [171].

Таким чином, питання оптимізації вмісту обмінного калію, як і інших елементів живлення, можна вважати досить важливим, особливо з точки зору визначення темпів та меж розширеного відтворення його запасів у дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах.

Льон-довгунець інтенсивно споживає калій від сходів до цвітіння. Споживання калію льоном може значно зростати при застосуванні високих доз калійних добрив та високій забезпеченості ґрунту обмінним калієм. Але при цьому може не відбуватися зростання врожайності. Тому внесення високих доз калійних добрив – досить проблематичне питання з точки зору агробіологічної, екологічної та економічної доцільності.

У зв'язку з цим метою наших досліджень було вивчення динаміки вмісту обмінного калію у ґрунті в процесі росту та розвитку льону-довгунця залежно від застосування зростаючих у широкому діапазоні доз калійних, а також азотних і фосфорних добрив (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Динаміка вмісту обмінного калію у ґрунті в основні фази росту та розвитку льону-довгунця в залежності від доз мінеральних добрив, K₂O мг/100 г ґрунту, середнє за 4 роки

Варіанти мінеральних добрив	Фенологічні фази розвитку					
	“Ялинка”		Цвітіння*		Рання жовта стиглість	
	Шар ґрунту, см					
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
N ₀ P ₀ K ₀	7,7	6,6	7,8	6,7	7,0	6,9
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	10,2	11,3	11,7	12,1	10,0	8,3
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	8,1	7,6	8,8	6,0	6,9	6,1
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	12,2	8,9	9,8	8,7	9,5	9,9
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	8,4	6,6	7,0	7,9	9,8	7,2
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	7,7	7,0	9,4	8,7	9,9	11,2
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	9,0	7,3	13,1	10,6	8,5	8,1
N ₆₀ P ₀ K ₀	7,1	7,6	7,5	6,6	7,8	7,0
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	11,0	8,8	10,0	9,6	16,6	10,3
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	6,8	5,1	5,4	6,1	7,7	7,6
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	10,7	11,2	8,8	8,7	9,0	9,2
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	11,2	9,3	10,1	16,9	9,4	10,7

* середнє за три роки

Як показали результати досліджень (таблиця 6.3), щорічне внесення калійних добрив, незалежно від рівня азотно-фосфорного фону, підвищувало вміст обмінного калію в орному та підорному шарах ґрунту в порівнянні з контрольним варіантом. Інтервал вмісту обмінного калію в орному та підорному шарах ґрунту на контрольному варіанті ($N_0P_0K_0$) в середньому за чотири роки по фазах росту був низьким і коливався відповідно у межах 7,3 та 6,7 мг на 100 г ґрунту, а на фоні $K_{120-150}$ – 10,4 і 11,8 мг, що збігається з порогом середнього вмісту, відповідно до групування ґрунтів за вмістом обмінного калію при аналізі агрохімічного обстеження ґрунтів. Що стосується впливу азотних та азотно-фосфорних добрив на вміст обмінного калію, то на їхніх фонах у фазах “ялинки” й цвітіння відмічено тенденцію до його зниження. Порівняно з контролем, на фоні внесення азоту вміст обмінного калію в орному шарі ґрунту в середньому в зазначених фазах зменшувався з 7,8 до 7,3 мг, а на фоні азотно-фосфорних добрив, відповідно по обох шарах ґрунту, – з 7,8 та 6,7 до 6,1 та 5,6 мг.

Таким чином, процес збагачення ґрунту рухомими формами сполук калію може відбуватися за рахунок раціонального розподілу добрив під культури сівозміни, внесення обґрунтованих доз і залежно від вмісту їх у ґрунті. При цьому варто пам’ятати, що вплив мінеральних добрив на рівень урожаю культур і його якість майже завжди позитивний, а на ґрунт – не завжди однозначний.

Вплив мінеральних добрив на хімічний склад рослин льону-довгунця по фазах росту та розвитку. Хімічний склад рослин досить різноманітний і до певної міри ще не повністю вивчений. Вміст азоту та зольних елементів у рослинах залежить від їхніх біологічних особливостей – темпів наростання і тривалості різних періодів вегетації, ґрунтово-кліматичних умов та внесення добрив. До того ж із загального запасу доступних поживних елементів рослини засвоюють лише певну їхню частину й різні рослини з одного і того самого ґрунту споживають поживні речовини в різних кількостях,

тобто мають неоднакові коефіцієнти їхнього використання. Тому забезпеченість рослин елементами живлення необхідно контролювати за їхнім хімічним складом із урахуванням конкретних зональних умов [171, 405]

Таким чином, наукове та практичне значення має питання залежності врожайності льону-довгунця від хімічного складу рослин у період вегетації. При цьому дуже важлива рання рослинна діагностика за вмістом загального азоту, фосфору та калію, яка дозволяє корегувати умови живлення культури.

У зв'язку з цим ми досліджували вплив різних доз та співвідношень основних видів мінеральних добрив на вміст загального азоту, фосфору та калію в рослинах льону-довгунця в основні фази їхнього розвитку.

Онтогенетичний перебіг кожного із основних елементів живлення в рослини льону значно змінюється залежно від погодних умов та ступеня забезпеченості ґрунту поживними речовинами. Аналіз дослідних даних (табл. 6.4, додатки Ж2-Ж7) показав, що вміст загального азоту, фосфору та калію в рослинах льону в період їхньої вегетації у всі роки проведення експерименту головним чином визначався дозами відповідних добрив. Так, наприклад, з підвищенням доз азоту від 0 до 60 кг/га вміст цього елемента в рослинах зростав у порівнянні з контролем у середньому за 4 роки у фазі “ялинка” – з 3,03 до 3,53 %, у фазі цвітіння – з 1,73 до 1,81 %, ранньої жовтої стиглості – з 1,40 до 1,60 %. З ростом доз фосфорних та калійних добрив від 0 до 120 кг/га при роздільному їхньому внесенні вміст P_2O_5 в рослинах, відповідно до фаз розвитку, підвищувався з 0,85 до 0,86 %, з 0,57 до 0,65 та з 0,50 до 0,62 %; K_2O – з 2,19 до 3,23, з 1,38 до 2,02 та з 1,27 до 1,63 % (табл. 6.4).

Високий процентний вміст усіх трьох елементів живлення у рослинах на одиницю сухої речовини спостерігався в ранній період їхнього розвитку – фазі “ялинка”. В подальшому концентрація знижувалася в міру росту та накопичення наземної біомаси.

Таблиця 6.4 – Залежність вмісту загального азоту, фосфору та калію в рослинах льону-довгуця в основні фази їхнього розвитку в залежності від доз та видів мінеральних добрив (середнє за чотири роки), % до абсолютно сухої речовини

Варіанти мінеральних добрив	Фенологічні фази розвитку					
	“Ялинка”		Цвітіння*		Рання жовта стиглість	
	Шар ґрунту, см					
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
N ₀ P ₀ K ₀	3,03	0,85	2,19	1,73	0,57	1,38
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	2,63	0,76	3,23	1,27	0,52	2,02
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	3,04	0,86	2,28	1,74	0,65	1,50
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	2,43	0,81	2,95	1,49	0,57	1,96
N ₆₀ P ₀ K ₀	3,53	0,76	1,80	1,81	0,52	1,60
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	3,41	0,75	3,08	1,80	0,59	1,92
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	3,29	0,82	1,97	1,86	0,55	1,57
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	3,17	0,77	2,94	1,69	0,53	1,50
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	3,03	0,74	2,89	1,58	0,54	1,98
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	2,79	0,79	3,03	1,93	0,61	2,03
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	3,14	0,86	3,41	1,69	0,62	2,15
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	3,14	0,76	2,90	1,88	0,59	2,03

* середнє за три роки

Суттєвий вплив на вміст загального азоту в рослинах льону, особливо у варіанті без внесення добрив, спричиняли погодні умови (додаток Ж8). В екстремальних умовах рослини льону містили більше азоту, ніж у сприятливих. Наприклад, у 1979 та 1981 роках, при середньодобовій температурі повітря 17,4 та 15,4 °С і сумі опадів у травні 6,8 та 24 мм, вміст загального азоту в рослинах льону у фазі “ялинка” на варіанті без добрив становив 3,55 і 3,06 %, а у 1980 та 1978 роках, при температурі повітря 10,8 і 13 °С та кількості опадів за цей період 52-122,8 мм, – відповідно, 2,86 та 2,63 %.

При роздільному внесенні азотних добрив у дозі 60 кг/га ця закономірність зберігалася – вміст азоту в рослинах у 1979 р. сягав 4,38 %, а у 1978 р. – лише 3,81 %. Різниця за вмістом загального азоту в рослинах льону на початку вегетації за роками, яка обумовлена погодними умовами, зберігалася в наступні фази росту та розвитку. Найбільш високий вміст азоту в рослинах льону при екстремальних умовах можна пояснити нижчими темпами приросту наземної біомаси й, у зв'язку з цим, – збільшенням концентрації в ній азоту.

В умовах експерименту спостерігалася позитивна дія азоту на фосфорне та калійне живлення рослин льону. Згідно з опублікованими у науковій літературі даними, ефект синергізму азоту та фосфору має багато причин:

- підвищення розчинності фосфору під впливом азотних добрив;
- дія амонійного азоту на перенесення фосфору через кореневий симпласт;
- спільна участь елементів у біосинтезі нуклеїнових кислот та білка;
- пряма залежність активності процесів мінералізації ґрунтового азоту від кількості в орному шарі рухомої кислоти тощо.

Отже, взаємозв'язок між калійним та азотним живленням досить складний [405].

Протягом вегетаційного періоду змінювалася не тільки кількість азоту, фосфору та калію в рослинній масі, але й їхнє співвідношення (табл. 6.5). Так, у фазі “ялинки” співвідношення N:P:K у рослинах на неудобреному варіанті становило 3,6:1:2,6, а у фазі ранньої жовтої стиглості воно знижувалося і було 2,8:1:2,5; на варіанті з максимальною дозою повного мінерального добрива – $N_{75}P_{150}K_{150}$ це співвідношення, відповідно до фаз розвитку, становило 4,1:1:3,8 та 2,8:1:3,3 (табл. 6.5).

Безумовно, що ріст та розвиток рослин льону значною мірою залежать від умов мінерального живлення, що регулюється шляхом внесення добрив. Але далеко не завжди дози добрив забезпечують належний ефект, і при цьому може проявлятися невідповідність між

вимогами культури, властивостями ґрунтів і дозами добрив. У літературі відомі результати досліджень, які свідчать про деякі негативні нюанси застосування значної кількості добрив, перш за все, це зниження окупності добрив за рахунок значного виносу елементів живлення на одиницю врожаю [423].

Таблиця 6.5 – Вплив умов мінерального живлення на динаміку співвідношення N:P:K у рослинах льону-довгунця за фазами розвитку, середнє за 4 роки

Варіанти	Фази розвитку льону-довгунця		
	“Ялінка”	Цвітіння*	Рання жовта стиглість
N ₀ P ₀ K ₀	3,6:1:2,6	3,0:1:2,4	2,8:1:2,5
N ₆₀ P ₀ K ₀	4,6:1:2,4	3,5:1:3,1	3,0:1:1,9
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	3,5:1:2,6	2,7:1:2,3	2,4:1:2,3
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	3,5:1:4,2	2,4:1:3,9	2,8:1:3,4
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	4,0:1:2,4	3,4:1:2,8	2,7:1:2,5
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	4,5:1:4,1	3,0:1:3,2	3,1:1:3,5
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	3,0:1:3,6	2,6:1:3,4	2,3:1:2,9
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	4,1:1:3,8	3,2:1:2,8	3,0:1:2,3
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	4,1:1:3,9	2,9:1:3,7	2,7:1:2,9
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	3,5:1:3,8	3,2:1:3,3	3,0:1:3,3
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	3,6:1:4,0	2,7:1:3,5	2,6:1:2,9
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	4,1:1:3,8	3,2:1:3,4	2,8:1:3,3

* середнє за три роки

На наш погляд, відхилення основних метеорологічних показників – суми опадів та температури повітря від певних параметрів – викликає небажані зміни ритму росту й розвитку льону-довгунця, а саме: тривалості міжфазних періодів і довжини вегетаційного періоду в цілому, а також надходження й виносу елементів живлення рослинами. Так, у середньому по варіантах дослідіу максимальний вміст азоту в рослинах льону – 3,61 % на повітряно-суху речовину

спостерігався при величині ГТК у травні-червні – 0,41 (1979 р.), а фосфору та калію, відповідно – 0,95 і 3,15 % при ГТК – 2,06 (1980 р.). При цьому цікавим є той факт, що виключення калійного добрива зі складу NPK або однобічне внесення азоту супроводжувалося виникненням досить широкого співвідношення між азотом та калієм у ґрунтовому розчині, особливо за різних погодних умов у період інтенсивного росту льону (табл. 6.6).

Таблиця 6.6 – Залежність співвідношення азоту до калію в рослинах льону-довгунця від погодних умов та доз мінеральних добрив

Варіанти мінеральних добрив	Фази росту та розвитку									
	“Ялинка”					Цвітіння				
	1978	1979	1980	1981	Середнє	1978	1979	1980	1981	Середнє
	ГТК	ГТК	ГТК	ГТК		ГТК	ГТК	ГТК	ГТК	
	1,99	0,41	2,06	0,85		1,99	0,41	2,06	0,85	
N ₀ P ₀ K ₀	1,21	1,79	1,07	1,61	1,42	1,18	1,74	0,80	1,42	1,28
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	0,83	1,07	0,58	0,81	0,82	0,92	0,63	0,45	0,61	0,65
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	1,32	1,79	0,79	1,72	1,40	1,07	2,02	0,57	1,34	1,25
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0,58	1,55	0,64	0,65	0,85	0,80	0,96	0,63	0,68	0,77
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	1,19	0,98	0,77	1,56	1,12	1,13	1,21	0,66	1,71	1,18
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	1,25	1,00	0,91	1,08	1,06	0,98	0,80	0,68	0,78	0,81
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	1,20	0,93	0,81	1,07	1,00	0,99	2,30	0,55	0,78	1,15
N ₆₀ P ₀ K ₀	2,54	3,65	1,00	1,90	2,27	0,72	1,01	0,84	1,15	0,93
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	1,20	1,66	0,92	0,85	0,71	1,06	1,82	0,62	0,78	1,07
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	1,96	2,65	1,18	1,40	1,80	1,05	1,31	1,44	1,03	1,21
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,11	0,99	0,87	0,72	0,92	0,99	0,68	0,60	0,89	0,79
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	1,13	1,25	0,83	0,81	1,00	0,85	1,22	0,61	1,21	0,97
Середнє по фону добрив	1,29	1,61	0,86	1,18	1,23	0,98	1,31	0,70	1,03	1,00

Аналізуючи приведені в таблиці 6.6 дані, можна бачити, що відношення азоту до калію (N:K₂O) в рослинах льону з підвищенням умов зволоження у травні-червні зривалося в середньому по варіантах досліду наступним чином: у фазі “ялинки” воно становило при ГТК 0,41 (1979 р.) – 1,61; ГТК 0,85 (1981 р.) – 1,18; ГТК 1,99 (1978 р.) – 1,29; ГТК 2,06 (1980 р.) – 0,86, а у фазі цвітіння воно було відповідно: 1,31; 1,03; 0,98 і 0,70.

Щодо варіантів з однобічним внесенням окремих видів добрив, то за зазначеними фазами росту й розвитку рослин льону в середньому за 4 роки це співвідношення становило: на абсолютному контролі (N₀P₀K₀) – 1,42 і 1,28; на варіанті N₆₀ – 2,27 і 0,93; P₁₂₀ – 1,40 і 1,25; K₁₂₀ – 0,82 і 0,65 (табл. 6.6).

Таким чином, оптимізація складових потенційної родючості дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів у зоні Лівобережного Полісся за допомогою систематичного застосування добрив у сівозміні й під льон-довгунець сприяє змінам хімічного складу рослин. А відтак з’являється можливість за допомогою такого фактору, як добрива, спрямовано змінювати хімічний склад рослин і впливати на формування господарсько-цінних ознак льону-довгунця.

Вплив мінеральних добрив при тривалому їхньому застосуванні у сівозміні на урожайність та якість продукції льону-довгунця. Встановлено, що з підвищенням доз добрив до певної межі у рослин льону зростає всмоктувальна сила коренів, а потім – різко знижується. Вважають, що при цьому пригнічується активний синтез амінокислот, а корені втрачають здатність регулювати надходження солей. Вони спрямовуються у надземні органи, обмін речовин рослин пригнічується, ріст затримується, а врожай не підвищується і навіть може знижуватися у зв’язку з негативною реакцією рослин льону на високу концентрацію солей [423].

Крім цього, величина коефіцієнтів використання азоту, фосфору та калію залежить від багатьох чинників: гранулометричного складу ґрунту, вмісту гумусу, забезпеченості елементами живлення, реакції ґрунтового розчину та величини насиченості основами, погодних

умов тощо. В окремі роки для різних культур коефіцієнти використання фосфору з ґрунту можуть відрізнятися в 10-15 разів, а калію – до 10 разів. За даними Л. І. Петрової зі співавторами (1984), при обмеженій вологості льон використовував з дерново-підзолистого ґрунту 11,2 % P_2O_5 та 29,6 % K_2O ; а з внесених добрив – 35,3 % N, 7,3 % P_2O_5 та 23,3 % K_2O . У вологу погоду, відповідно: з ґрунту 17,7 % P_2O_5 та 37,8 % K_2O ; з добрив – 61,5 % N, 13,3 P_2O_5 та 61,5 % K_2O [297]. Отже, під час розрахунків норм добрив треба брати до уваги конкретні, типові для зони вирощування умови.

Таким чином, у відповідності з вірогідністю погоднокліматичних умов важливо переглянути межі ефективної адаптації системи живлення льону в зоні Лівобережного Полісся, оскільки підвищення стійкості галузі льонарства до нерегульованих факторів природного середовища саме і полягає в найбільш повному використанні зональних ресурсів.

Результати проведених досліджень показали, що льон-довгунець, який вирощувався на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті у сівозміні після конюшини одного року використання, позитивно реагував на внесення мінеральних добрив. Регресійний аналіз експериментальних даних дозволив отримати рівняння, що характеризують залежність урожайності льону від доз окремих видів мінеральних добрив у різні роки (табл. 6.7).

З наведених рівнянь видно, що на урожайність льону істотно впливали азотні, фосфорні та калійні добрива. Ступінь впливу окремих видів мінеральних добрив був різним. У зв'язку з низькими запасами обмінного калію у ґрунті, вмістом рухомого фосфору, близьким до середнього, та посівом льону після конюшини, яка поліпшує азотний режим ґрунту, в першому мінімумі в досліді був калій. Застосування калійних добрив у дозах від 30 до 150 кг/га підвищувало врожайність соломи в середньому за 4 роки на 2,6-5,7 ц/га або на 4-9 %. Однак істотного впливу однобічного внесення калійних добрив на насіннєву продуктивність льону довести не вдалося (табл. 6.8, 6.9, додатки Ж9-Ж13).

Таблиця 6.7 – Рівняння регресії, які характеризують закономірності дії мінеральних добрив на продуктивність льону-довгуця

Роки досліджень	Рівняння регресії	Коефіцієнт регресії R
<i>Солома</i>		
1978	$Y=74,33+4,87N^{0,5}$	0,504
1979	$Y=50,76-0,795N+1,599(NP)^{0,5}+1,139(NK)^{0,5}+0,891(PK)^{0,5}$	0,948
1980	$Y=74,90+1,87N+2,02P+10,07K^{0,5}-2,80(PK)^{0,5}$	0,730
1981	$Y=43,80+11,81N^{0,5}-5,243N$	0,466
Середнє	$Y=60,95+1,67N^{0,5}-1,98N+0,51P+2,52K^{0,5}+0,40(NP)^{0,5}+0,28(NK)^{0,5}+0,92(PK)^{0,5}$	0,660
<i>Насіння</i>		
1978	$Y=5,395+0,416N$	0,559
1979	$Y=6,187+0,365N^{0,5}-0,211N+0,170(NP)^{0,5}+0,102(NK)^{0,5}+0,121(PK)^{0,5}$	0,950
1980	$Y=4,56+0,76N^{0,5}-0,076P+0,199(PK)^{0,5}$	0,938
1981	$Y=8,36+0,38P^{0,5}+0,13(NK)^{0,5}$	0,581
Середнє	$Y=6,13+0,28N^{0,5}-0,16N+0,1P^{0,5}-0,02P+0,04(NP)^{0,5}+0,06(NK)^{0,5}+0,08(PK)^{0,5}$	0,760

Ефективність фосфорних добрив також зростала з підвищенням доз. У середньому за 4 роки приріст урожаю соломи від внесення фосфору в дозах від 30 до 150 кг/га зростав від 0,5 до 2,6 ц/га (1-4 %), насіння – від 0,1 до 0,2 ц/га (1-3 %). При удобренні льону одним лише фосфором ефективними були помірні його дози: для соломи – P_{60} , для насіння – P_{30} . Вони забезпечували приріст урожаю до контролю у середньому за 4 роки, відповідно, на 1,1 та 0,1 ц/га. Урожайність без добрив становила, відповідно, 60,9 та 6,1 ц/га. Подальше збільшення доз фосфору супроводжувалося незначним приростом урожаю (табл. 6.8, 6.9).

Таблиця 6.8 – Урожайність соломи льону-довгуця при внесенні різних доз та сполучень N, P, K; ц/га, в середньому за 4 роки

Дози, кг/га		Дози калію, кг/га					
азоту	фосфору	0	30	60	90	120	150
0	0	60,9	63,5	64,5	65,3	66,0	66,6
	30	61,5	64,9	66,3	67,4	68,3	69,2
	60	62,0	65,8	67,3	68,6	69,6	70,5
	90	62,5	66,6	68,3	69,6	70,7	71,7
	120	63,0	67,3	69,1	70,5	71,7	72,7
	150	63,5	68,1	70,0	71,4	72,7	73,8
15	0	60,6	63,4	64,6	65,5	66,2	66,9
	30	61,5	65,3	66,8	68,0	69,0	69,9
	60	62,2	66,3	68,0	69,3	70,4	71,4
	90	62,9	67,2	69,0	70,4	71,6	72,7
	120	63,5	68,1	70,0	71,5	72,8	73,9
	150	64,1	68,9	70,9	72,5	73,8	75,0
30	0	59,3	62,2	63,4	64,4	65,2	65,9
	30	60,2	64,2	65,8	67,0	68,1	69,0
	60	61,2	65,4	67,1	68,4	69,6	70,6
	90	61,8	66,3	68,2	69,6	70,9	71,9
	120	62,5	67,5	69,2	70,7	72,0	73,1
	150	63,1	68,10	70,2	71,8	73,1	74,3
45	0	57,9	60,9	62,1	63,1	63,9	64,6
	30	59,1	63,0	64,6	65,9	66,9	67,9
	60	59,9	64,2	66,0	67,3	68,5	69,5
	90	60,6	65,2	67,1	68,6	69,8	70,9
	120	61,3	66,2	68,1	69,7	71,0	72,2
	150	62,0	67,1	69,1	70,8	72,1	73,3
60	0	56,4	59,4	60,7	61,7	62,5	63,3
	30	57,7	61,7	63,3	64,6	65,7	66,6
	60	58,5	62,9	64,7	66,1	67,3	68,3
	90	59,3	63,9	65,9	67,4	68,6	69,7
	120	60,0	64,9	66,9	68,5	69,8	71,0
	150	60,7	65,8	67,9	69,6	71,0	72,2
75	0	54,8	57,9	59,2	60,2	61,1	61,8
	30	56,2	60,3	61,9	63,2	64,3	65,3
	60	57,1	61,5	63,3	64,8	66,0	67,0
	90	57,9	62,6	64,5	66,1	67,3	68,5
	120	58,6	63,6	65,6	67,2	68,6	69,8
	150	59,4	64,6	66,7	68,4	69,8	71,0

Таблиця 6.9 – Урожайність насіння льону-довгуця при внесенні різних доз та сполучень N, P, K; ц/га, в середньому за 4 роки

Дози, кг/га		Дози калію, кг/га					
азоту	фосфору	0	30	60	90	120	150
0	0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
	30	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4
	60	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5
	90	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5
	120	6,3	6,4	6,5	6,5	6,6	6,5
	150	6,3	6,4	6,5	6,6	6,6	6,6
15	0	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4
	30	6,4	6,5	6,6	6,6	6,7	6,7
	60	6,5	6,6	6,6	6,7	6,8	6,8
	90	6,5	6,6	6,7	6,8	6,8	6,9
	120	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,9
	150	6,7	6,7	6,8	6,9	6,9	7,0
30	0	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4
	30	6,3	6,5	6,6	6,6	6,7	6,7
	60	6,4	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8
	90	6,4	6,6	6,7	6,8	6,9	6,9
	120	6,4	6,7	6,8	6,9	6,9	7,0
	150	6,4	6,7	6,8	6,9	7,0	7,0
45	0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4
	30	6,3	6,5	6,5	6,6	6,6	6,7
	60	6,3	6,5	6,6	6,7	6,8	6,8
	90	6,4	6,6	6,7	6,8	6,8	6,9
	120	6,4	6,6	6,8	6,8	6,9	7,0
	150	6,4	6,7	6,8	6,9	7,0	7,0
60	0	6,0	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3
	30	6,2	6,4	6,5	6,6	6,6	6,7
	60	6,3	6,5	6,6	6,7	6,7	6,8
	90	6,3	6,6	6,7	6,7	6,8	6,9
	120	6,3	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0
	150	6,3	6,6	6,8	6,9	6,9	7,0
75	0	6,0	6,1	6,1	6,2	6,2	6,3
	30	6,1	6,3	6,4	6,5	6,6	6,6
	60	6,2	6,4	6,5	6,6	6,7	6,7
	90	6,2	6,5	6,6	6,7	6,8	6,8
	120	6,3	6,5	6,7	6,8	6,8	6,8
	150	6,3	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0

Ефективність фосфорних та калійних добрив залежала не тільки від вихідного вмісту рухомих фосфатів та обмінного калію у ґрунті, але й від умов зволоження в період інтенсивного росту льону-довгунця у травні-червні. Так, збільшення доз фосфору та калію від 0 до 150 кг/га у 1980 р., за найвищого показника ГТК за цей період, – 2,06, забезпечувало приріст урожаю соломи, відповідно, – 10,1 ц/га (13 %) та 22,6 ц/га (30 %) при урожаї на контролі 74,9 ц/га. Пояснюється це тим, що збільшення кількості вологи в ґрунті сприяє розчинності фосфатів, підвищенню рухомості калію та ефективності дифузії їхніх іонів.

Азотні добрива внаслідок того, що льон-довгунець висівали після конюшини, були менш ефективними. У цілому за 4 роки при роздільному внесенні зростаючих доз азоту спостерігалось зниження врожайності в порівнянні з контролем: соломи – на 6,1 ц/га (10 %); насіння – на 0,1 ц/га (2 %). Урожайність на контролі була, відповідно, 60,9 та 6,1 ц/га (табл. 6.8, 6.9).

Ефективність азотних добрив сильно відрізнялася за роками. Аналіз гідротермічних даних за період інтенсивного росту та розвитку льону-довгунця показав, що максимальні прирости врожаю від азоту: соломи – 10,9-9,3 ц/га (15-12 %) та насіння – 2,1-1,7 ц/га (39-37 %) – були в дуже вологі роки (1978 та 1980), з ГТК за період травень-червень – 1,99 та 2,06. У 1979 році, коли величина ГТК за зазначений період не перевищувала 0,41, збільшення доз азоту від 0 до 75 кг/га знижувало врожайність соломи та насіння в порівнянні з контролем, відповідно, на 4,0 та 0,3 ц/га або на 8 та 5 % (на контролі 50,8 та 6,2 ц/га).

В умовах помірного зволоження (ГТК 0,85) приріст урожайності від внесення зростаючих доз азотних добрив мав загасаючий характер. Максимальний приріст урожайності соломи отримано при внесенні мінімальної дози азоту (N_{15}) – 6,6 ц/га (15 %) при урожайності на контролі – 43,8 ц/га. Істотність дії азоту на

врожайність насіння при даних погодних умовах довести не вдалося (табл. 6.10).

Повне мінеральне добриво здійснювало найбільш сильний позитивний вплив на урожайність льону-довгунця при застосуванні невеликих доз – $N_{15}P_{30}K_{30}$: урожайність соломи в середньому за 4 роки при цьому підвищувалася з 60,9 до 65,3 (на 4,4 ц/га або 7 %), а насіння – з 6,1 до 6,5 ц/га (на 0,4 ц/га або 6 %). При внесенні максимальної дози повного мінерального добрива – $N_{75}P_{150}K_{150}$, у порівнянні зі стартовою дозою ($N_{15}P_{30}K_{30}$) врожайність соломи зростала на 5,7 ц/га або на 9 %, насіння – на 0,5 ц/га або на 8 % (табл. 6.10).

*Таблиця 6.10 – Урожайність льону-довгунця в залежності від доз азотних добрив та гідротермічних умов у період інтенсивного росту та розвитку рослин, ц/га**

Роки досліджень	Умови зволоження у травні-червні		Дози N, кг/га					
			0	15	30	45	60	75
	опади, мм	ГТК						
1978	178,3	1,99	74,3*	79,2	81,2	82,8	84,1	85,2
			5,4	5,8	6,2	6,6	7,1	7,5
1979	48,9	0,41	50,8	50,0	49,2	48,4	47,6	46,8
			6,2	6,3	6,3	6,2	6,1	5,9
1980	179,5	2,06	74,9	76,8	78,6	80,5	82,4	84,2
			4,6	5,3	5,6	5,9	6,1	6,3
1981	80,0	0,85	43,8	50,4	50,0	48,5	46,4	44,0
			8,3	Дія добрив не доведена				

* У чисельнику – врожайність соломи, у знаменнику – насіння.

В умовах розглянутого експерименту проявилася досить висока позитивна взаємодія між основними видами добрив, що статистично підтверджується наведеними вище рівняннями регресії. У середньому

за 4 роки значною була взаємодія фосфорних та калійних добрив, меншим був ефект від взаємодії азоту з фосфором та калієм.

З підвищенням доз фосфорно-калійних добрив приріст урожайності за рахунок взаємодії між цими елементами живлення зростає. Середній за 4 роки додатковий приріст урожайності за рахунок сумісного застосування високих доз фосфору та калію (P₁₅₀K₁₅₀) сягав: соломи – 12,9 ц/га, насіння – 0,5 ц/га (табл. 6.11).

Таблиця 6.11 – Приріст урожайності льону-довгуця від взаємодії фосфорних та калійних добрив, середнє за 4 роки, ц/га*

Дози фосфору, кг/га	Дози калію, кг/га				
	30	60	90	120	150
30	4,0*	5,4	6,5	7,4	8,3
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
60	4,9	6,4	7,7	8,7	9,6
	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
90	5,7	7,4	8,7	9,8	10,8
	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
120	6,4	8,2	9,6	10,8	11,8
	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
150	7,2	9,1	10,5	11,8	12,9
	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5

* У чисельнику – приріст урожайності соломи, у знаменнику – насіння.

Внесення зростаючих доз азотних добрив на фоні фосфору знижувало рівень продуктивності культури (табл. 6.12). У середньому за 4 роки максимальний приріст урожайності соломи та насіння льону отримано при парному внесенні N₁₅P₁₅₀, відповідно, 3,2 та 0,6 ц/га.

Аналогічна закономірність спостерігалася при парному внесенні азотних та калійних добрив (табл. 6.13). У середньому за 4 роки

досліджень максимальний приріст врожайності соломи – 6,0 ц/га та насіння – 0,3 ц/га було отримано на фоні N₁₅K₁₅₀.

*Таблиця 6.12 – Приріст урожайності льону-довгунця від взаємодії азотних та фосфорних добрив, середнє за 4 роки, ц/га**

Дози азоту, кг/га	Дози фосфору, кг/га				
	30	60	90	120	150
15	+0,6*	+1,3	+2,0	+2,6	+3,2
	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5	+0,6
30	-0,7	+0,3	+0,9	+1,6	+2,2
	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3
45	-1,8	-1,0	-0,3	+0,4	+1,1
	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3
60	-3,2	-2,4	-1,6	-0,9	-0,2
	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2
75	-4,7	-3,8	-3,0	-2,3	-1,5
	0	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2

* У чисельнику – приріст урожайності соломи, у знаменнику – насіння.

Пошук оптимального варіанту добрив на основі регресійної моделі врожайності показав, що в розглянутій сівозміні за даного рівня родючості ґрунту оптимальними є дози N₁₅P₁₅₀K₁₅₀, при їх внесенні урожайність льону-довгунця в середньому за 4 роки підвищувалася: по соломі – від 60,9 до 75,0 ц/га або на 14,1 ц/га (на 23 %), по насінню – від 6,1 до 7,0 ц/га або на 0,9 ц/га (на 15 %).

Волокниста продуктивність льону-довгунця та якість волокна в залежності від мінеральних добрив змінювалися майже в тій самій послідовності, що й урожайність соломи. Врожайність волокна та його технологічні показники підвищувалися при застосуванні фосфорних і, особливо, калійних добрив. Азотні добрива дещо погіршували ці показники.

Таблиця 6.13 – Приріст урожайності льону-довгунця від взаємодії азотних та калійних добрив, середнє за 4 роки, ц/га*

Дози азоту, кг/га	Дози калію, кг/га				
	30	60	90	120	150
15	+2,5*	+3,7	+4,6	+5,3	+6,0
	+0,2	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3
30	+1,3	+2,5	+3,5	+4,3	+5,0
	+0,2	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3
45	0	+1,2	+2,2	+3,0	+3,7
	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2	+0,3
60	-1,5	-0,2	+0,8	+1,6	+2,4
	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2
75	-3,0	-1,7	-0,7	+0,2	+0,9
	0	0	+0,1	+0,1	+0,2

* У чисельнику – приріст урожайності соломи, у знаменнику – насіння.

Однобічне внесення азотних добрив у максимальній дозі – N₇₅ знижувало врожайність усього волокна порівняно до варіанту без добрив у середньому за 4 роки на 1,5 ц/га (-10,6 %), у тому числі довгого волокна – на 2,4 ц/га (-19,7 %). Це відбувалося за рахунок зниження виходу всього волокна на 0,9 % та довгого – на 2,7 %. При цьому знижувалася якість довгого волокна на 0,6 номеру (табл. 6.14). Загалом, надмірне азотне живлення льону-довгунця збіднює стебло геміцелюлозою і клітковиною, що знижує стійкість рослин до вилягання. У надлишку азоту криється і причина погіршення якості волокна, воно характеризується погіршеним якісним складом целюлози – збільшується кількість аморфної Б і Л-целюлози і зменшується вміст упорядкованої кристалічної целюлози та знижується ступінь її полімеризації [384].

На відміну від азоту, однобічне внесення фосфору сприяло підвищенню врожайності всього волокна на 1,6 ц/га (+11,3%); довгого – на 0,2 ц/га (+1,6%). Збільшення врожайності відбувалося в

основному за рахунок зростання виходу валового волокна на 1,9 % (табл. 6.14). Відомо, що фосфор стимулює утворення поліцукрів, виконує важливу роль в обміні білків та жирів, у процесах дихання та фотосинтезу, що підвищує механічну міцність стебла і покращує якість волокна [388]. Окрім цього, дефіцит фосфору посилює низхідний потік пластичних азотовмісних речовин із надземних органів рослин у коріння, що затримує ріст рослини [416, 427].

З окремих елементів живлення, при однобічному внесенні, при застосуванні калію в дозі K_{120} було одержано в середньому за 4 роки найвищий урожай волокна. Так, приріст порівняно до контролю всього волокна становив 1,9 ц/га (+13,5 %), а довгого – 1,6 ц/га (+13,1 %). При цьому отримана найвища міцність пряжі – 21,3 кгс та метричний номер чесаного волокна – 312. Внаслідок цього розрахункова добротність пряжі досягала 15,2 км, що вище за контрольний показник на 2,2 км або на 16,9 % (табл. 6.14). Це відбувалося завдяки тому, що калій визначає вуглеводний обмін, активізує або гальмує роботу ферментів, сприяє водопроникності клітинних мембран, впливає на зміну вмісту хлорофілу, анатомічних і морфологічних особливостей рослин льону. При цьому калієне голодування затримує диференціацію точки росту, а замість білкових з'єднань нагромаджується токсична речовина – амідцутростін, яка викликає патологічні зміни в рослинному організмі [361].

Фосфорно-калійні добрива підвищували врожайність валового і довгого волокна порівняно з контролем, відповідно, на 2,2 ц/га (+15,6 %) та 1,8 ц/га (+14,7 %) і покращували технологічні параметри волокна. При їхньому сумісному внесенні з азотом, дещо нівелювалася негативна дія підвищених доз азоту на вміст і якість довгого волокна (табл. 6.14).

Порівняльна оцінка доз повного мінерального добрива свідчить про доцільність, з точки зору волокнистої продуктивності та технологічної якості, застосування під льон-довгунець у даних умовах дози, що не перевищує $N_{15-30}P_{30-60}K_{30-60}$.

Таблиця 6.14 – Урожайність та якість продукції льону-довгуниці в залежності від мінеральних добрив, середнє за чотири роки

Варіанти досліду	Урожайність волокна, ц/га		Вихід волокна, %		Середній номер довгого волокна	Вихід з 1 га довгого волокна		Міцність, кгс	Гнучкість, мм	Метричний номер	Розрахункова добротність пражки, км
	всього	довгого	всього	довгого		процентономів	центрономів				
N ₀ P ₀ K ₀	14,1	12,2	23,1	20,1	9,9	199	121	17,5	44,5	231	13,0
N ₇₅	12,6	9,8	22,2	17,4	9,3	162	91	16,0	52,0	297	14,3
P ₁₂₀	15,7	12,4	25,0	19,7	9,7	191	120	18,5	46,0	295	14,2
K ₁₂₀	16,0	13,8	24,2	20,9	10,6	221	146	21,3	48,0	312	15,2
N ₇₅ P ₁₂₀	13,0	10,2	21,7	17,0	9,2	156	94	15,1	48,0	250	13,2
N ₇₅ K ₁₂₀	14,2	10,9	22,7	17,4	10,0	174	109	18,4	49,0	271	14,2
P ₁₂₀ K ₁₂₀	16,3	14,0	22,7	19,5	9,8	191	137	20,9	53,0	279	15,2
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	15,3	12,5	23,5	19,2	10,0	192	125	15,5	50,2	237	13,3
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	15,7	12,7	23,4	18,9	10,0	189	127	16,3	49,7	228	13,3
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	15,8	11,5	23,0	16,8	9,8	165	113	14,9	52,5	241	13,4
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	14,5	11,3	20,8	16,2	9,5	154	107	15,4	47,7	216	12,7
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	14,9	12,1	21,0	17,1	9,9	169	120	16,0	53,2	226	13,5

На нашу думку, це пояснюється певним негативним впливом на рослини льону-довгунця підвищеної концентрації ґрунтового розчину, що створюється при використанні високих доз добрив. Отримані нами в довготривалому стаціонарному досліді агрохімічні дані свідчили, що на дерново-підзолистому ґрунті легкого гранулометричного складу в зоні Лівобережного Полісся ступінь кислотності може суттєво підвищуватися в орному та підорному шарах ґрунту під впливом зростаючих доз фосфорних та калійних добрив, а також їхніх комбінацій з азотними в обох шарах ґрунту, хоча і менш інтенсивно. Можливо, підвищення кислотності ґрунту при сумісному внесенні азотних добрив з фосфорними та калійними обумовлене посиленням їхньої фізіологічної кислотності. Підкислюючу дію мінеральних добрив на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Українського Полісся висвітлено також у ряді опублікованих праць на основі результатів, отриманих у стаціонарних дослідях [558, 559].

Економіко-енергетична оцінка ефективності застосування мінеральних добрив під льон-довгунець. Основними показниками оцінки економічної ефективності добрив є: величина чистого доходу (грн/га), окупність затрат чистим доходом (грн/грн) та оплата добрив приростом урожаю (кг/кг). Економічна ефективність добрив багато в чому залежить від їхніх форм, доз, строків і технології внесення, ступеня окультуреності ґрунту, рівня агротехніки, біологічних особливостей сортів.

Проведені нами та іншими авторами досліді показали, що при поступовому збільшенні доз добрив урожайність польових культур підвищується до певного рівня, потім крива, що відображає ріст продуктивності, виходить на “плато” або має форму параболи. Нелінійна залежність урожайності від доз добрив суттєво впливає на економічні показники їхньої ефективності. При оптимізації доз добрив за рівнем урожайності слід враховувати, що максимальний приріст не завжди є показником найбільш раціонального застосування мінеральних добрив [79, 80].

Метою нашої роботи було дослідити характер та межі зміни основних показників економічної ефективності добрив при їхньому систематичному застосуванні у сівозміні та при широкому діапазоні доз.

Оцінка економічної ефективності добрив проведена на основі порівняння вартості додаткового врожаю, отриманого в результаті застосування добрив, та затрат, пов'язаних з їхнім транспортуванням, зберіганням, внесенням, а також із збиранням додаткового врожаю, загальногосподарськими та загальновиробничими витратами.

При визначенні чистого доходу від внесення добрив застосовували наступну систему розрахунків (6.1):

$$D = C \cdot \Delta Y - (d_y \cdot \Delta Y + d_N \cdot N + d_P \cdot P + d_K \cdot K) \cdot 1,0207, \quad (6.1)$$

де D – чистий дохід, грн/га;

C – порівняльні ціни 2000 року на відповідні види продукції, грн;

ΔY – приріст урожаю, ц/га;

d_y – затрати на збирання додаткового врожаю, грн;

d_N, d_P, d_K – вартість і витрати на транспортування, зберігання та внесення добрив, грн;

N, P, K – дози добрив;

1,0207 – коефіцієнт переходу від прямих витрат до загальних витрат (із урахуванням загальновиробничих та загальногосподарських витрат).

Приріст – це головний показник усіх економічних розрахунків. Але однаковий приріст урожаю може бути одержаним за різних витрат праці та коштів, що особливо важливо в умовах ринкових відносин. Визначивши величину приросту врожаю від використання добрив, розраховують показники їхньої економічної ефективності. Дані приросту врожаю льонопродукції від застосування різних видів та доз добрив наведено в таблиці 6.15.

Ці дані свідчать про те, що в середньому за 4 роки при роздільному внесенні найбільший приріст волокна забезпечили зростаючі дози калію. Внесення фосфорних добрив було дещо менш ефективним. Азотні добрива знижували врожайність льонопродукції.

З парних поєднань – найкращі показники приросту спостерігалися при внесенні фосфорно-калійних добрив.

Таблиця 6.15 – Залежність величини приросту урожайності валового волокна та насіння від видів та доз мінеральних добрив, ц/га, середнє за чотири роки

Вид льонопродукції	Приріст до контролю (без добрив)				
	Варіанти мінеральних добрив				
Урожай на контролі: волокно – 14,1, насіння – 6,1					
Азотні добрива	N ₁₅	N ₃₀	N ₄₅	N ₆₀	N ₇₅
волокно	-0,7	-0,9	-1,3	-1,6	-1,9
насіння	+0,1	+0,1	0	-0,1	-0,1
Фосфорні добрива	P ₃₀	P ₆₀	P ₉₀	P ₁₂₀	P ₁₅₀
волокно	+1,3	+1,4	+1,5	+1,6	+1,8
насіння	+0,1	0,2	+0,2	+0,2	+0,2
Калійні добрива	K ₃₀	K ₆₀	K ₉₀	K ₁₂₀	K ₁₅₀
волокно	+1,3	+1,5	+1,7	+1,9	+2,0
насіння	0	0	0	0	0
Азотно-фосфорні добрива	N ₁₅ P ₃₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₄₅ P ₉₀	N ₆₀ P ₁₂₀	N ₇₅ P ₁₅₀
волокно	-0,8	-0,6	-0,5	-0,3	-0,2
насіння	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5	+0,6
Азотно-калійні добрива	N ₁₅ K ₃₀	N ₃₀ K ₆₀	N ₄₅ K ₉₀	N ₆₀ K ₁₂₀	N ₇₅ K ₁₅₀
волокно	+0,3	+0,6	+0,8	+0,9	+1,1
насіння	+0,2	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3
Фосфорно-калійні добрива	P ₃₀ K ₃₀	P ₆₀ K ₆₀	P ₉₀ K ₉₀	P ₁₂₀ K ₁₂₀	P ₁₅₀ K ₁₅₀
волокно	+0,6	+1,2	+1,7	+2,2	+2,4
насіння	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5	+0,5
Повне добриво NPK	N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀
волокно	+1,2	+1,6	+1,7	+0,4	+0,8
насіння	+0,4	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9

При внесенні максимальної дози калію K₁₅₀ приріст валового волокна становив 2,0 ц/га (+14,2 %). При цьому при внесенні калію

достовірною приросту урожаю насіння не відмічалось. Однобічне внесення у зростаючих від 30 до 150 кг/га д.р. дозах фосфору забезпечувало приріст урожаю волокна від 1,3 до 1,8 ц/га (+ 9,2-12,8 %). Приріст урожайності насіння був значно меншим – 0,1-0,2 ц/га (+1,6-3,3 %). Внесення азоту в зростаючих від N_{15} до N_{75} дозах знижувало врожайність усього волокна на 0,7-1,9 ц/га (– 5-13,9 %). Незначний приріст урожайності насіння 0,1 ц/га (+1,6%) був на фоні N_{15-30} . На фоні внесення повного мінерального добрива в середньому за 4 роки найбільші прирости врожайності льонопродукції спостерігалися при помірних дозах, а саме: $N_{30-45}P_{60-90}K_{60-90}$ – усього волокна – 1,6-1,7 ц/га (+ 11,3-12,1 %) та насіння – 0,6-0,7 ц/га (+ 11,3-12,1 %).

При встановленні економічної ефективності й окупності добрив ми виходили із розмірів урожаїв як усього, так і довгого волокна, а також його якості (номерності) та насіння в розрізі окремих варіантів досліду. Загальна вартість урожаю, а також вартість додаткової продукції, одержаної з 1 га при внесенні тих чи інших доз, співвідношень або видів добрив, вираховувались згідно з закупівельними цінами по видах льонопродукції (табл. 6.16).

Аналіз даних таблиці 6.16 показав, що з трьох видів мінеральних добрив, які вивчалися в експерименті, максимум умовно-чистого доходу з 1 га було отримано при внесенні калійних добрив.

Так, при внесенні калію в дозі K_{30} умовно-чистий дохід з одиниці площі в середньому за 4 роки становив 1373,35 грн/га. Подальше збільшення доз калію до 150 кг/га приводило до зниження величини зазначеного показника до 1277,41 грн/га або на 98,94 грн (7 %).

Внесення невеликої дози фосфору – P_{30} забезпечило максимальний умовно-чистий дохід з 1 га для даного виду туків – 1285,25 грн. Збільшення дози фосфорних добрив до 150 кг/га знижувало величину даного показника на 489,54 грн/га або на 38 %. Застосування азотних добрив у даних конкретних умовах виявилось збитковим. Навіть при внесенні мінімальної дози азоту – N_{15} збитки становили 94,25 грн/га в порівнянні з абсолютним контролем (без внесення добрив). Застосування максимальної дози азоту (N_{75}) призводило до зростання

величини збитків у 4 рази. На наш погляд, саме розміщення льону в сівозміні після конюшини викликало економічну недоцільність роздільного внесення зазначеного виду добрив. Оптимальними за критерієм величини умовно-чистого доходу в умовах експерименту були невеликі дози мінеральних добрив – 15-30 кг/га д. р.

Таблиця 6.16 – Вплив доз та співвідношень мінеральних добрив на величину умовно-чистого доходу, грн/га, середнє за чотири роки

Варіанти мінеральних добрив				
Умовно-чистий дохід, грн/га				
N₁₅	N₃₀	N₄₅	N₆₀	N₇₅
-94,25	-144,04	-236,00	-316,73	-378,98
P₃₀	P₆₀	P₉₀	P₁₂₀	P₁₅₀
1285,25	1169,43	1043,18	916,94	795,71
K₃₀	K₆₀	K₉₀	K₁₂₀	K₁₅₀
1373,85	1350,61	1327,88	1305,15	1277,41
N₁₅P₃₀	N₃₀P₆₀	N₄₅P₉₀	N₆₀P₁₂₀	N₇₅P₁₅₀
1116,40	1020,49	901,70	805,78	697,42
N₁₅K₃₀	N₃₀K₆₀	N₄₅K₉₀	N₆₀K₁₂₀	N₇₅K₁₅₀
1301,36	1301,51	1278,78	1261,44	1238,70
P₃₀K₃₀	P₆₀K₆₀	P₉₀K₉₀	P₁₂₀K₁₂₀	P₁₅₀K₁₅₀
1227,86	1104,31	975,76	847,21	703,24
N₁₅P₃₀K₃₀	N₃₀P₆₀K₆₀	N₄₅P₉₀K₉₀	N₆₀P₁₂₀K₁₂₀	N₇₅P₁₅₀K₁₅₀
1253,88	1105,87	932,42	688,88	530,46

Окупність витрат на внесення добрив умовно-чистим доходом із підвищенням доз добрив значно знижувалася. Так, наприклад, при внесенні калію це зменшення для максимальної дози (150 кг/га) дорівнювало 1,2 разу, фосфору – 1,6 разу, повного мінерального добрива – 3,3 разу (табл. 6.17).

Таблиця 6.17 – Вплив доз та видів мінеральних добрив на ступінь окупності витрат умовно-чистим доходом, середнє за чотири роки, грн/грн

Варіанти мінеральних добрив				
Окупність витрат умовно-чистим доходом, грн/грн				
N₁₅	N₃₀	N₄₅	N₆₀	N₇₅
-0,72	-0,76	-0,82	-0,89	-0,93
P₃₀	P₆₀	P₉₀	P₁₂₀	P₁₅₀
0,42	0,38	0,34	0,30	0,26
K₃₀	K₆₀	K₉₀	K₁₂₀	K₁₅₀
0,84	0,80	0,77	0,73	0,70
N₁₅P₃₀	N₃₀P₆₀	N₄₅P₉₀	N₆₀P₁₂₀	N₇₅P₁₅₀
0,66	0,56	0,46	0,38	0,31
N₁₅K₃₀	N₃₀K₆₀	N₄₅K₉₀	N₆₀K₁₂₀	N₇₅K₁₅₀
0,81	0,79	0,75	0,72	0,69
P₃₀K₃₀	P₆₀K₆₀	P₉₀K₉₀	P₁₂₀K₁₂₀	P₁₅₀K₁₅₀
0,71	0,57	0,45	0,36	0,27
N₁₅P₃₀K₃₀	N₃₀P₆₀K₆₀	N₄₅P₉₀K₉₀	N₆₀P₁₂₀K₁₂₀	N₇₅P₁₅₀K₁₅₀
0,69	0,54	0,41	0,29	0,21

Одним із важливих показників економічної ефективності добрив є оплата внесених поживних речовин приростом урожаю. Наші дослідження показали, що оплата 1 кг поживних речовин кожного виду добрив перш за все визначалася їхніми дозами та рівнем забезпеченості рослин двома іншими елементами живлення (табл. 6.18). З підвищенням доз азотних добрив від 15 до 75 кг/га оплата 1 кг азоту приростом урожайності змінювалася таким чином: при роздільному внесенні добрив кожний кілограм азоту знижував урожайність валового волокна з -0,21 кг до -0,39 кг; зниження врожайності насіння починалося з дози N₆₀. З підвищенням

фосфорного та калійного фону негативна дія азоту поступово зменшувалася.

Таблиця 6.18 – Оплата 1 кг різних видів мінеральних добрив приростом льонопродукції, середнє за чотири роки, кг

Вид льонопродукції	Варіанти мінеральних добрив				
азотні	N ₁₅	N ₃₀	N ₄₅	N ₆₀	N ₇₅
волокно	-0,21	-0,33	-0,35	-0,38	-0,39
насіння	+0,67	+0,33	0	-0,17	-0,13
фосфорні	P ₃₀	P ₆₀	P ₉₀	P ₁₂₀	P ₁₅₀
волокно	4,33	2,33	1,67	1,33	1,20
насіння	0,33	0,33	0,22	0,17	0,13
калійні	K ₃₀	K ₆₀	K ₉₀	K ₁₂₀	K ₁₅₀
волокно	4,33	2,50	1,89	1,58	1,33
насіння	0	0	0	0	0
азотно-фосфорні	N ₁₅ P ₃₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₄₅ P ₉₀	N ₆₀ P ₁₂₀	N ₇₅ P ₁₅₀
волокно	-1,78	-0,80	-0,48	-0,22	-0,12
насіння	+0,67	+0,53	+0,38	+0,37	+0,36
азотно-калійні	N ₁₅ K ₃₀	N ₃₀ K ₆₀	N ₄₅ K ₉₀	N ₆₀ K ₁₂₀	N ₇₅ K ₁₅₀
волокно	0,67	0,80	0,76	0,67	0,67
насіння	0,44	0,27	0,19	0,22	0,18
фосфорно-калійні	P ₃₀ K ₃₀	P ₆₀ K ₆₀	P ₉₀ K ₉₀	P ₁₂₀ K ₁₂₀	P ₁₅₀ K ₁₅₀
волокно	1,00	1,00	0,94	0,92	0,87
насіння	0,33	0,25	0,22	0,21	0,17
повне мінеральне добриво	N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀
волокно	1,60	1,07	0,76	0,13	0,21
насіння	0,53	0,40	0,31	0,27	0,24

Оплата 1 кг фосфору приростом урожайності з підвищенням доз добрив від 30 до 150 кг/га при їхньому роздільному внесенні зменшувалася: по волокну з 4,33 кг до 1,20 кг, насінню – з 0,33 до 0,13 кг. У калійних добрив у цьому діапазоні доз зменшення оплати по волокну становило з 4,33 до 1,33 кг/кг. По насіннєвій продуктивності однобічної позитивної дії калію встановити не вдалося.

При внесенні повного мінерального добрива у діапазоні доз $N_{15}P_{30}K_{30} - N_{75}P_{150}K_{150}$ оплата 1 кг поживних речовин додатковою продукцією у середньому за 4 роки перебувала в межах: всього волокна – 1,60-0,21 кг/кг, насіння – 0,53-0,24 кг/кг.

Процес трансформації аграрного виробництва потребує подальшого вдосконалення аналізу будь-якого технологічного процесу для того, щоб мінімізувати витрати на вирощування культур та розробити заходи щодо зниження кількості використання живої та упредметненої праці на одиницю продукції й підвищити ефективність використання матеріально-технічних ресурсів. Одним із важливих методів оцінки витрат виробництва є енергетичний підхід.

Енергетичну ефективність використання добрив визначають, виходячи із витрат енергії на їх використання та вмісту енергії в прирості врожайності від добрив. Загалом, добрива збільшують енерговитрати, особливо за високих доз. Але одночасно посилюючи фотосинтетичні процеси в рослинах, вони підвищують енерговіддачу. За повідомленням І. У. Марчука та ін. (2012 р.), енергетична ефективність, розрахована за результатами дослідів агрохімічної служби, досить висока, кількість нагромадженої енергії додатковим урожаєм основної продукції перевищує енергетичні витрати в 1,27-3,78 разу, в перерахунку на всю біомасу – в 2,08-9,14 разу. Дуже низька енергетична ефективність характерна для азотних добрив, що пов'язано з більшими затратами енергії на їхнє виробництво. У фосфорних та калійних добрив енергетична ефективність децю вища [91].

Не завжди енергетична ефективність використання добрив відповідає економічній, тому для більш достовірної оцінки дії добрив треба визначати ці два показники.

Вміст енергії в льонопродукції розраховували, виходячи з фактичної врожайності, досягнутої при різних системах мінерального живлення, а також енергоємності продукції. Об'єктивність порівняльної оцінки забезпечується використанням сукупності показників, які відображають різні аспекти ефективності споживання енергоресурсів (табл. 6.19-6.25).

Таблиця 6.19 – Біоенергетична ефективність азотних добрив при вирощуванні льону-довгуця, середнє за чотири роки

Показники	Дози азоту, кг/га д.р.					
	0 (контроль)	15	30	45	60	75
Сукупні енерговитрати на вирощування, МДж/га	29419,0	30929,6	32231,6	33533,6	34835,6	36137,6
Вміст енергії у валовій льонопродукції, МДж/га	37747,6	36967,9	36599,5	35672,2	34925,0	33384,6
Енергоємність льонопродукції, МДж/ц	1456,4	1578,0	1661,4	1774,3	1883,0	1985,6
Загальний біоенергетичний коефіцієнт (К _{еє})	1,28	1,20	1,14	1,06	1,00	0,92
К _{еє} , % до контролю	100	94	89	83	78	72
Сукупні витрати енергії на азотні добрива, МДж/га	-	1510,6	2812,6	4114,6	5416,6	6718,6
Отримано енергії з приростом врожаю, МДж/га	-	-1054,1	-1414,4	-2341,8	-3089,0	-3629,4
Чистий енергетичний дохід від азотних добрив, МДж/га	-	-456,5	-1398,2	-1772,8	-2327,6	-3089,2
Частка витрат енергії на добрива до загальних витрат, %	-	4,9	8,7	12,3	15,5	18,6
Біоенергетичний коефіцієнт азотних добрив (К _{еєн})	-	0,70	0,50	0,57	0,57	0,54

Проведений енергетичний аналіз ефективності застосування різних видів та доз мінеральних туків показав, що роздільне застосування азоту під льон-довгунець на фоні бобового попередника (конюшини) виявилось енергетично недоцільним. Внесення зростаючих доз азоту (від 15 до 75 кг/га) підвищувало енергетичні збитки з 456,5 до 3089,2 МДж/га (табл. 6.19). Загальний біоенергетичний коефіцієнт ефективності вирощування льону (в порівнянні з абсолютним контролем) при цьому знижувався в міру зростання доз азоту на 6-28 %.

Енергетично збитковим було також внесення азоту на фоні фосфору та калію (табл. 6.20, 6.21).

Таблиця 6.20 – Біоенергетична ефективність різних доз азотно-фосфорних добрив при вирощуванні льону-довгунця, середнє за чотири роки

Показники	Варіанти досліду					
	N ₀ P ₀	N ₁₅ P ₃₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₄₅ P ₉₀	N ₆₀ P ₁₂₀	N ₇₅ P ₁₅₀
1	2	3	4	5	6	7
Сукупні витрати енергії на вирощування, МДж/га	29419,0	31307,6	32990,6	34667,6	36347,6	38027,6
Вміст енергії у валовій льонопродукції, МДж/га	37747,6	37193,3	37760,4	37940,5	38507,6	38894,5
Енергоємність льонопродукції, МДж/ц	1456,4	1589,2	1649,5	1724,8	1781,7	1846,0
Загальний біоенергетичний коефіцієнт (К _{еє})	1,28	1,19	1,14	1,09	1,06	1,02
К _{еє} , % до контролю	100	93	89	85	83	80
Сукупні витрати енергії на NP добрива, МДж/га	-	1888,6	3571,6	5248,6	6928,6	8608,6
Частка енерговитрат на добрива до загальних, %	-	6,0	10,8	15,1	19,1	22,6
Отримано енергії з приростом врожаю, МДж/га	-	-820,7	-253,6	-73,5	+493,9	+880,5

Продовження табл. 6.20

1	2	3	4	5	6	7
Чистий енергетичний дохід від добрив, МДж/га	-	-1067,9	-3318,0	-5175,1	-6434,7	-7728,1
Біоенергетичний коефіцієнт NP добрив (K_{eNP})	-	0,43	0,07	0,01	0,07	0,10

Таблиця 6.21 – Біоенергетична ефективність різних доз азотно-калійних добрив при вирощуванні льону-довгуця, середнє за чотири роки

Показники	Варіанти досліду					
	N ₀ K ₀	N ₁₅ K ₃₀	N ₃₀ K ₆₀	N ₄₅ K ₉₀	N ₆₀ K ₁₂₀	N ₇₅ K ₁₅₀
Сукупні витрати енергії на вирощування, МДж/га	29419,0	31178,6	32729,6	34280,6	35831,6	37382,6
Вміст енергії у валовій льонопродукції, МДж/га	37747,6	38968,0	39508,4	39868,7	40255,6	40615,9
Енергоємність льонопродукції, МДж/ц	1456,4	1506,2	1558,5	1617,0	1674,4	1730,7
Загальний біоенергетичний коефіцієнт (K_{ee})	1,28	1,25	1,21	1,16	1,12	1,09
K_{ee} , % до контролю	100	98	94	91	87	85
Сукупні витрати енергії на НК добрива, МДж/га	-	1759,6	3310,6	4861,6	6412,6	7963,6
Частка витрат енергії на НК добрива, %	-	5,6	10,1	14,2	17,9	21,3
Отримано енергії з приростом врожаю, МДж/га	-	945,0	1494,4	1854,7	2241,6	2601,6
Чистий енергетичний дохід від добрив, МДж/га	-	-814,6	-1816,2	-3006,9	-4171,0	-5362,0
Біоенергетичний коефіцієнт НК добрив ($K_{eНК}$)	-	0,54	0,45	0,38	0,35	0,33

При роздільному застосуванні фосфорних та калійних добрив оптимальною в енергетичному аспекті виявилася доза 30 кг/га д.р., яка забезпечила найвищий рівень біоенергетичного коефіцієнту (табл. 6.22, 6.23).

Таблиця 6.22 – Біоенергетична ефективність різних доз фосфорних добрив при вирощуванні льону-довгуця, середнє за чотири роки

Показники	Дози фосфору, кг/га д.р.					
	0	30	60	90	120	150
Сукупні витрати енергії на вирощування, МДж/га	29419,0	30005,6	30383,6	30761,6	31139,6	31517,6
Вміст енергії у валовій льонопродукції, МДж/га	37747,6	40562,5	40949,5	41129,6	41309,7	41670,0
Енергоємність льонопродукції, МДж/ц	1456,4	1389,1	1393,7	1404,6	1415,4	1419,7
Загальний біоенергетичний коефіцієнт (К _{еє})	1,28	1,35	1,35	1,34	1,33	1,32
К _{еє} , % до контролю	100	105	105	105	104	103
Сукупні витрати на Р добрива, МДж/га	-	586,6	964,6	1342,6	1720,6	2098,6
Частка енерговитрат на добрива до загальних, %	-	1,9	3,2	4,4	5,5	6,7
Отримано енергії з приростом врожаю, МДж/га	-	2548,6	2935,5	3115,6	3295,8	3656,0
Чистий енергетичний дохід від добрив, МДж/га	-	1962,0	1970,9	1773,0	1575,2	1557,4
Біоенергетичний коефіцієнт Р добрив (К _{еєр})	-	4,34	3,04	2,32	1,92	1,74

Таблиця 6.23 – Біоенергетична ефективність різних доз калійних добрив при вирощуванні льону-довгунца, середнє за чотири роки

Показники	Дози калію, кг/га д.р.					
	0	30	60	90	120	150
Сукупні витрати енергії на вирощування, МДж/га	29419,0	29876,6	30125,6	30374,6	30623,6	30872,6
Вміст енергії у валовій льонопродукції, МДж/га	37747,6	40087,3	40447,6	40807,9	41168,2	41348,3
Енергоємність льонопродукції, МДж/ц	1456,4	1389,6	1388,3	1387,0	1385,7	1390,7
Загальний біоенергетичний коефіцієнт (К _{еє})	1,28	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
К _{еє} , % до контролю	100	105	105	105	105	105
Сукупні витрати на К добрива, МДж/га	-	457,6	706,6	955,6	1204,6	1453,6
Частка енерговитрат на К добрива до загальних, %	-	1,5	2,3	3,1	3,9	4,7
Отримано енергії з приростом врожаю, МДж/га	-	2341,8	2702,0	3062,3	3422,6	3602,7
Чистий енергетичний дохід від К добрив, МДж/га	-	1884,2	1995,4	2106,7	2218,0	2149,1
Біоенергетичний коефіцієнт К добрив (К _{еєк})	-	5,12	3,82	3,20	2,84	2,48

При парному внесенні фосфорно-калійних туків оптимум показника біоенергетичної ефективності перебував у діапазоні доз P₆₀₋₁₂₀K₆₀₋₁₂₀ (табл. 6.24).

Таблиця 6.24 – Біоенергетична ефективність різних доз фосфорно-калійних добрив при вирощуванні льону-довгунця, середнє за чотири роки

Показники	Варіанти досліду					
	P ₀ K ₀	P ₃₀ K ₃₀	P ₆₀ K ₆₀	P ₉₀ K ₉₀	P ₁₂₀ K ₁₂₀	P ₁₅₀ K ₁₅₀
Сукупні витрати енергії на вирощування, МДж/га	29419,0	30254,6	30881,6	31508,6	32135,6	32762,6
Вміст енергії у валовій льонопродукції, МДж/га	37747,6	39508,4	40796,0	41903,5	43011,0	43731,5
Енергоємність льонопродукції, МДж/ц	1456,4	1440,7	1423,1	1412,9	1403,3	1406,1
Загальний біоенергетичний коефіцієнт (К _{еє})	1,28	1,31	1,32	1,33	1,34	1,33
К _{еє} , % до контролю	100	102	103	104	105	103
Сукупні витрати на РК добрива, МДж/га	-	835,6	1462,6	2089,6	2716,6	3343,6
Частка енерговитрат на РК добрива до загальних, %	-	2,8	4,7	6,6	8,4	10,2
Отримано енергії з приростом врожаю, МДж/га	-	1494,4	2782,0	3889,5	4997,0	5357,3
Чистий енергетичний дохід від РК добрив, МДж/га	-	658,8	1319,4	1799,9	2280,4	2013,7
Біоенергетичний коефіцієнт РК добрив (К _{еєРК})	-	1,79	1,90	1,86	1,84	1,60

На фоні повного мінерального добрива доцільною була мінімальна доза туків – N₁₅P₃₀K₃₀ (табл. 6.25).

Таблиця 6.25 – Біоенергетична ефективність різних доз повного мінерального добрива при вирощуванні льону-довгунця, середнє за чотири роки

Показники	Варіанти досліду					
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀
Сукупні витрати енергії на вирощування, МДж/га	29419,0	31556,6	33485,6	35414,6	37343,6	39272,6
Вміст енергії у валовій льонопродукції, МДж/га	37747,6	41002,8	42136,9	42523,9	40388,9	41316,3
Енергоємність льонопродукції, МДж/ц	1456,4	1447,5	1494,9	1567,0	1745,0	1793,3
Загальний біоенергетичний коефіцієнт (К _{еє})	1,28	1,30	1,26	1,20	1,08	1,05
К _{еє} , % до контролю	100	102	98	94	84	82
Сукупні витрати на NPK добрива, МДж/га	-	2137,6	4066,6	5995,6	7924,6	9853,6
Частка витрат на NPK добрива до загальних, %	-	6,8	12,1	16,9	21,2	25,1
Отримано енергії з приростом врожаю, МДж/га	-	2988,8	4123,0	4509,9	2374,9	3302,3
Чистий енергетичний дохід від NPK добрив, МДж/га	-	851,2	56,4	-1485,7	-5549,7	-6551,3
Біоенергетичний коефіцієнт добрив (К _{еєNPK})	-	1,40	1,01	0,75	0,30	0,34

Таким чином, з вищенаведеного впливає, що енергоємність системи мінерального удобрення льону-довгунця визначається, головним чином, дозами мінеральних добрив та ступенем зростання продуктивності посівів. Однак треба зазначити, що система

мінерального удобрення може бути енергетично вигідною, але при цьому малопродуктивною. Тому необхідно досягти такого положення, коли поєднується як висока енергетична ефективність, так і висока продуктивність у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. У даному випадку найбільш зонально енергетично доцільною на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті при вирощуванні льону-довгунця на фоні бобового попередника можна вважати дозу повного мінерального добрива $N_{15}P_{30}K_{30}$.

6.3. Продуктивність рослин льону-довгунця за різних строків внесення мінеральних добрив

Споживання рослинами льону елементів мінерального живлення є складним фізіологічним процесом, що залежить від біологічних особливостей самої культури та умов навколишнього середовища, у яких розвивається рослинний організм.

Для отримання стеблостою льону з відповідною висотою, зі значним вмістом волокна та неполеглого, надзвичайно важливо рівномірно розподілити мінеральні добрива під час їхнього внесення. Нерівномірність внесення безпосередньо під льон викликає значну строкатість посівів за переліченими параметрами.

У сучасних технологіях мінеральні добрива під льон найчастіше вносять за допомогою відцентрових розкидачів. Ці машини розподіляють їх на площі поля нерівномірно. Потім добрива загортаються у ґрунт плугами, культиваторами та іншими сільськогосподарськими знаряддями. Агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту й загортання добрив, як правило, не збігаються. При цьому нерівномірність загортання добрив спонукає рослину в пошуках поживних речовин вимушено витратити енергію на формування сильно розгалуженої кореневої системи у верхньому шарі ґрунту. Це призводить до скорочення приросту наземних органів та зменшення кількості коренів у більш глибоких і вологих ґрунтових шарах. У сухому удобреному шарі ґрунту припиняється ріст головного та додаткових коренів, відмирають кореневі волоски.

У той же час значна кількість частинок добрив, розташованих у ґрунті, не входить у контакт з поглинальною поверхнею коренів і залишається невикористаною. Так, у дослідженнях В. Я. Тихомирової (1984), при внесенні добрив під оранку 79 % їхньої кількості було в шарі 10-20 см і тільки 21 % у верхньому 10-сантиметровому шарі, а при внесенні під культивуацію весною – 96 % у шарі 0-10 см, у тому числі 56 % у верхньому 5-сантиметровому шарі. У цих дослідженнях також встановлено, що розподіл коренів льону в орному шарі значною мірою залежить від режиму зволоження ґрунту, а також глибини загортання добрив. У надлишково зволоженому ґрунті при вологості 27,1-31,8 % до абсолютно сухого ґрунту у нижньому 10-сантиметровому горизонті орного шару містилося тільки 18-24 % коренів льону від їхнього обсягу в усьому орному шарі. В той же час у нормально зволоженому ґрунті (вологість 20-22 %) у цьому горизонті їх було до 52 %. При цьому, як правило, при глибокому загортанні мінеральних добрив збільшувалася частка коренів у нижньому 10-сантиметровому горизонті орного шару. Так, частка коренів у шарі 10-20 см у фазі швидкого росту льону становила 37 % при внесенні добрив восени під оранку та 25 % при внесенні весною під культивуацію [442].

Зрозуміло, що добрива використовуються краще тоді, коли вони перебувають у всьому орному шарі ґрунту, де розміщується основна маса коренів льону. Тобто, добрива повинні розміщуватися у верхньому, середньому і нижньому орних шарах ґрунту. Крім того, властивості самих добрив можуть впливати на строки їхнього внесення. Відомо, що погодні умови можуть спричинити зміни в урожайності на 50 і навіть 100 % порівняно з середньостатистичними даними. Зараз усе частіше проявляються екстремальні погодні явища, запобігти шкодочинності яких на формування врожаю льонопродукції передбаченими заходами зональних систем удобрення через їхню недостатню диференціацію досить проблематично. Оскільки рекомендована раніше система удобрення, яка передбачала внесення фосфорно-калійних добрив восени, а

азотних – навесні, була виправданою до певної межі. Нині в зоні Лівобережного Полісся спостерігаються певні зміни погодних умов, і основне внесення добрив не може абсолютно зменшити залежність урожаю від гідротермічного фактору. Таким чином, окупність мінеральних добрив приростом урожаю значною мірою може залежати від строків і способів їхнього внесення.

Як показали наші попередні дослідження, ефективність мінеральних добрив у зоні Лівобережного Полісся при їхньому застосуванні під льон може залежати від багатьох чинників. Наприклад, якщо взяти до уваги той факт, що ячмінь, як попередник льону-довгунця, вирощений на фоні помірних доз добрив – $N_{60}P_{60}K_{60}$ при рівні урожайності 32,5 ц/га може виносити з ґрунту 86 кг/га азоту, 41,7 P_2O_5 та 70,8 кг/га K_2O , залишаючи після себе незначну кількість поживно-коренових решток – 3,85 т/га. А це еквівалентно 13,2 кг/га д.р. мінерального азоту, 24,4 кг/га P_2O_5 та 41,2 кг/га K_2O , що в сумі не перевищує 78,8 кг/га д.р. Але при цьому сумарний винос НРК ячменем становить 198,5 кг/га у співвідношенні N:P:K = 1:0,48:0,82. Після ячменю вміст гідролізованого азоту в шарі ґрунту 0-40 см перед посівом льону в середньому не перевищував 1,55 мг/100 г ґрунту, тобто був дуже низьким. Безумовно, що після такого попередника виникає необхідність застосування підвищених доз елементів живлення.

Цікавим є той факт, що підвищення доз повного мінерального добрива з $N_{15}P_{30}K_{30}$ (розділ 6.2) до $N_{45}P_{90}K_{90}$ сприяло зростанню приросту волокна в 1,4 та насіння в 1,7 разу. Подальше зростання доз до $N_{60}P_{120}K_{120}$ підвищувало тільки приріст насіння в 2 рази, а приріст волокна знижувався в 3 рази. Окрім цього підвищення доз НРК у зазначеному діапазоні порівняно до вихідної ($N_{15}P_{30}K_{30}$) обумовило зниження величини умовно-чистого доходу, відповідно, в 1,3 та 1,8 разу, окупності витрат умовно-чистим доходом – у 1,7 та 2,4 разу, зниження коефіцієнта енергетичної ефективності застосування добрив – у 1,9 і 4,7 разу, а також викликало певне зниження якості льонопродукції. Це спонукало нас на пошук більш ефективних

строків внесення підвищених доз мінеральних добрив під льон, особливо після найбільш поширених зернових попередників.

У досліді було застосовано дві дози мінеральних добрив – $N_{45}P_{90}K_{90}$ та $N_{60}P_{120}K_{120}$ (дослід 7, стор. 45). Добрива вносили в наступні строки:

одноразове внесення всієї дози фосфорно-калійних добрив восени під оранку на глибину 20-22 см (загальноприйняте);

дворазове роздрібне внесення РК-добрив восени в системі зяблевого обробітку – 50 % дози під оранку + 50 % під культивуацію (10-12 см);

дворазове роздрібне внесення РК-добрив – 70 % дози під оранку зябу + 30 % дози весною під культивуацію перед посівом (5-6 см).

При цьому азот на всіх цих варіантах вноситься весною під передпосівну культивуацію. А також варіанти з одноразовим внесенням усієї дози повного мінерального добрива (NPK) весною під передпосівний обробіток ґрунту.

Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту мала наступні параметри: низький вміст гумусу, дуже низький гідролізованого азоту, високий рухомого фосфору, близький до середнього обмінного калію та середньокислу реакцію ґрунтового розчину.

На першому етапі аналізу отриманих дослідних даних ми узагальнили вплив мінеральних добрив на динаміку та інтенсивність продукційного процесу у льону-довгунця порівняно з його ростом на варіанті без добрив (абсолютний контроль – вар. 1). Дані аналізу параметрів біометричного стану посіву і морфологічних ознак рослин дають підставу стверджувати, що внесення добрив незалежно від доз і строків суттєво вплинуло на ці показники (табл. 6.26). Так, у середньому за три роки (усереднено за варіантами) при внесенні добрив, відповідно до контролю, повнота сходів зростала з 67 до 68,9 % (+1,9 %), щільність стеблостою після повних сходів – з 1675 до 1725 шт./м² (+3 %), перед збиранням культури вона була більшою за кількістю всіх рослин на одиниці площі й у тому числі продуктивних, відповідно, на 4,9 та 5,7 %. Це відбувалося за рахунок

того, що на удобреному фоні за вегетацію гинуло 8,3 % рослин при показнику на контролі 10 %. У той же час при внесенні добрив ступінь стійкості рослин до вилягання знижувався з 4,7 до 2,7 балу (-42,6 %).

Щодо впливу добрив на морфологічні ознаки рослин льону, то, незалежно від строків їхнього внесення, в середньому за три роки на удобрених варіантах спостерігалось підвищення загальної та технічної висоти рослин відповідно на 6,2 см (+8,1 %) та 5,9 см (+8,8 %). Але при цьому також зростала товщина стебел з 1,30 до 1,49 мм (+14,6 %) та кількість сформованих на одній рослині коробочок з 2,5 до 2,8 шт. (+10,4 %). У той же час спостерігалось зниження під їхнім впливом маси 1000 насінин з 4,80 до 4,68 г або -2,5 % (табл. 6.26).

Відповідно до специфіки впливу на вище означені показники стану посівів і морфологічних ознак рослин льону рівня мінерального живлення можна стверджувати, що підвищення дози повного мінерального добрива з 225 (N₄₅P₉₀K₉₀) до 300 (N₆₀P₁₂₀K₁₂₀) кг/га д.р. НРК (+33,3 %) незначною мірою сприяло зростанню повноти сходів у середньому за три роки з 68,7 % на фоні N₄₅P₉₀K₉₀ до 69,2 (+0,5 %) на фоні N₆₀P₁₂₀K₁₂₀. При цьому також зростала щільність стеблостою перед збиранням на 1,4 % (+22 шт./м²) за рахунок зниження кількості загиблих за вегетацію рослин (-0,7 %). Підвищувалась також загальна і технічна висота рослин на 2 і 1,5 см (+2,5-2,1 %) та кількість насінневих коробочок на 6,7 %. Але в той же час, за рахунок підвищення дози азоту на 15 кг д.р. (з N₄₅ до N₆₀), навіть на зростаючому фоні РК відмічались негативні тенденції щодо підвищення ступеня вилягання стеблостою на 10,4 %, збільшення діаметра стебел з 1,47 до 1,52 мм (+3,4 %), зниження маси 1000 насінин з 4,72 до 4,65 г або на 1,5 % (табл. 6.26).

Цікавим, на наш погляд, є порівняння варіантів внесення добрив до варіанту з традиційними строками внесення – еталонний контроль (вар. 4). Так, одноразове внесення добрив у дозі N₄₅P₉₀K₉₀ (вар. 2) весною під передпосівну культивуацію в середньому за три роки,

порівняно з еталонним контролем, знижувало повноту сходів на 5,1 %, щільність загального та продуктивного стеблостою перед збиранням – на 7,8 і 7,9 %, загибель рослин за вегетаційний період зростала на 0,5 %. Ступінь вилягання рослин був на рівні еталонного контролю, але при цьому відмічалася позитивна спрямованість до зростання: загальної та технічної довжини стебел на 3,7 і 5,6 %, маси насінин (1000 шт.) – на 6,7 %, але на таку ж величину зростала товщина стебел. При підвищенні дози добрив до $N_{60}P_{120}K_{120}$ при одноразовому внесенні весною (вар. 3) наступна спрямованість дії добрив зберігалася, навіть відмічено певне покращення показників біометричного стану посіву (табл. 6.26).

Прояви деяких негативних тенденцій впливу NPK при застосуванні їхньої повної дози одноразово весною під передпосівний обробіток ґрунту, на нашу думку, викликало підвищення концентрації ґрунтового розчину та зростання його осмотичного тиску у верхньому шарі ґрунту, де знаходиться насіння. У дослідженнях по вивченню впливу осмотичного фактору на поглинання та утилізацію елементів живлення було встановлено, що підвищення осмотичного тиску поживних розчинів суттєво знижує сумарне поглинання іонів рослинами. При цьому найбільш сильно гальмується поглинання нітратів (NO_3^-). Тому нітратна частина азоту аміачної селітри, яка не підлягає фізико-хімічному та фізичному поглинанню у ґрунтах, особливо легких за механічним складом, зберігає високу активність і за певних умов може вимиватися у ґрунтові води. Але при підвищенні осмотичного тиску поживного розчину спостерігається короточасне стимулювання надходження катіонів K^+ та NH_4^+ в рослини. Виходячи з того, що фосфор та азот, які надходять у клітини, достатньо швидко метаболізуються і, вочевидь, не можуть грати суттєвої ролі у безпосередній осморегуляції, то основним елементом, що компенсує гідростатичний тиск навколишнього середовища, є калій. Додавання K^+ у середовище приводило до швидкого росту даного елемента в клітинах, підкислювало розчин та ініціювало ріст подовженням корневих

волосків та коріння в цілому [560]. Можливо, саме цим і пояснюється позитивний вплив підвищення калійного фону.

Таким чином, підвищення продуктивності рослин при одноразовому весняному внесенні мінеральних добрив під льон може обмежуватися ростом осмотичного тиску ґрунтового розчину.

Внесення підвищеної дози добрив $N_{60}P_{120}K_{120}$ традиційним способом (вар. 5) порівняно з еталонним контролем за показниками параметрів біометричного стану посіву не мало переваг. Але сприяло зростанню ступеня виживання рослин протягом вегетації – їх гинуло на 1,5 % менше. Деяко покращувалися показники морфологічних ознак рослин: зростала загальна висота рослин на 2,5 % та технічна – на 2,8 %. Однак внесення підвищеної дози азоту N_{60} навіть на фоні $P_{120}K_{120}$ знижувало ступінь стійкості рослин до вилягання на 14,8 % (табл. 6.26).

Ми вважаємо, що в даному випадку зростання ефективності фосфорно-калійних добрив при внесенні їх підвищених доз викликано певною мірою відносно слабким використанням даних елементів рослинами льону з ґрунту та добрив. Відомо, що льон виносить з фосфорних добрив лише 10-25 % P_2O_5 , а з ґрунту – 4-10 %; з калійних – відповідно від 13 до 60 % та ґрунту – 11,7-13 % [423].

Щодо роздрібного внесення фосфорно-калійних добрив восени під зяблевий обробіток ґрунту: 50 % дози під оранку + 50 % під осінню культивуацію зябу (вар. 6 і 7), то порівняно з еталонним контролем (вар. 4), кращі показники параметрів біометричного стану посіву і морфологічних ознак рослин льону було отримано на варіанті 7 ($P_{60}K_{60} + P_{60}K_{60} + N_{60}$ весною). Так, щільність стеблостою перед збиранням зростала: загального – на 2,4 %, продуктивного – на 1,5 %, що відбувалося за рахунок зменшення загибелі рослин за вегетацію на 2,2 %; висота рослин збільшувалася: загальна – на 2,5 %, технічна – на 4,2 %; кількість сформованих на одній рослині коробочок підвищувалася на 7,4 %, а маса 1000 насінин – на 4,4 %. Стійкість рослин до вилягання зростала на 3,7 % (табл. 6.26).

Таблиця 6.26 – Біометричний стан посіву та морфологічні ознаки рослин льону-довгунця в залежності від строків внесення мінеральних добрив, середнє за три роки

Показники		Варіанти внесення мінеральних добрив								
		Вар. 1: Без добрив (контроль абсолютний)	Вар. 2: N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ весною під культивацію	Вар. 3: N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ весною під культивацію	Вар. 4: P ₉₀ K ₉₀ під оранку + N ₄₅ під культивацію (етапний контроль)	Вар. 5: P ₁₂₀ K ₁₂₀ під оранку + N ₆₀ під культивацію весною	Вар. 6: P ₄₅ K ₄₅ під оранку + P ₄₅ K ₄₅ під культивацію весени + N ₄₅ весною	Вар. 7: P ₆₀ K ₆₀ під оранку + P ₆₀ K ₆₀ під культивацію весени + N ₆₀ весною	Вар. 8: P ₆₀ K ₆₀ під оранку + P ₃₀ K ₃₀ N ₄₅ весною під культивацію	Вар. 9: P ₈₀ K ₈₀ під оранку + P ₄₀ K ₄₀ N ₆₀ весною під культивацію
Повнота сходів, %		67,0	65,3	68,2	70,4	68,6	71,1	70,4	68,2	69,7
Кількість рослин, шт./м ²	після повних сходів	1675	1633	1706	1761	1714	1778	1760	1705	1742
	перед збиранням	1508	1473	1561	1597	1581	1624	1636	1590	1592
Загибло рослин за вегетацію, %		1389	1382	1480	1501	1452	1513	1524	1442	1427
Ступінь вилягання рослин перед збиранням, бал		92	94	95	94	92	93	93	91	90
Висота рослин, см		10,0	9,8	8,5	9,3	7,8	8,7	7,1	6,9	8,6
Висота загальна		4,7	2,7	2,5	2,7	2,3	3,1	2,8	3,2	3,0
Висота технічна		76	84	84	81	83	79	83	81	83
Діаметр стебел, мм		67	75	75	71	73	70	74	73	73
Кількість коробочок на 1-й рослині, шт.		1,3	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5
Маса 1000 насінин, г		2,5	2,7	2,8	2,7	2,7	2,5	2,9	2,8	3,0
		4,8	4,8	4,7	4,5	4,4	4,7	4,7	4,9	4,8

Ми вважаємо, що це відбувалося за рахунок більш глибокого та рівномірного загортання добрив у нижні значніше зволожені шари ґрунту, що забезпечувало кращий режим живлення рослин. Підтвердженням цьому можуть бути дослідження, проведені в умовах Центрального Полісся (В. Г. Дідора, 2003), де при застосуванні добрив восени після оранки забезпечувалося зростання інтенсивності формування листкової поверхні рослин льону. Передпосівне внесення повної та половинних доз добрив за розвитком листової поверхні поступалося їхньому застосуванню восени [275].

Аналіз даних (табл. 6.26) показав достатньо високу перевагу в умовах дослідження внесення 70 % дози фосфорно-калійних добрив під оранку восени та 30 % дози під весняну передпосівну культивування (вар. 8 і 9) відносно традиційного способу застосування добрив (вар. 4). Це забезпечило підвищення стійкості рослин до вилягання, відповідно до варіантів, у середньому за три роки – на 18,5 і 11,1 %; зростання технічної довжини стебел – на 2,8 %; підвищення кількості сформованих на одній рослині коробочок – на 3,7 і 11,1 % та маси 1000 насінин – на 8,9 і 6,7 %. Вживаність рослин на момент збирання культури підвищувалася на 2,5 та 0,7 %. Деяке зниження повноти сходів у даному випадку, ми вважаємо, пояснюється внесенням весною у верхній шар ґрунту калійних та азотних добрив у складі стартової дози NPK, які, на відміну від фосфорних, швидко розчиняються і, як наслідок, підвищують концентрацію та підкислення ґрунтового розчину.

Відомо, що споживання азоту, фосфору та калію з ґрунту проходить у льону нерівномірно. Так, від сходів до початку утворення бутонів (приблизно 40 днів) він засвоює близько однієї третини азоту, фосфору та калію, а потім за короткий проміжок часу (12-15 днів) у період від початку бутонізації до цвітіння – інші дві третини поживних речовин. Треба також враховувати, що критичними періодами живлення льону є: для азоту – від фази “ялинки” до бутонізації, для фосфору – перші 20 днів після появи

сходів та в період утворення коробочок, а для калію – від сходів до фази “ялинки” та в період бутонізації.

Виходячи з цього, висока ефективність роздрібного внесення мінеральних добрив у осінньо-весняний період, на наш погляд, пов’язана з більш рівномірним розподілом елементів живлення у верхньому та нижньому шарах ґрунту, що створює оптимальні умови живлення протягом вегетаційного періоду.

Слабка коренева система на початку росту рослин не може забезпечити їх необхідною кількістю поживних речовин. Тому так звані “стартові дози” $N_{45}P_{30}K_{30}$ (вар. 8) та $N_{60}P_{40}K_{40}$ (вар. 9), внесені під передпосівний обробіток ґрунту весною, значно інтенсифікують ріст і розвиток рослин у перший період органогенезу, прискорюючи ріст коренів, що сприяє більш повному використанню рослинами поживних речовин з ґрунту та добрив. Особливо це стосується фосфору, оскільки корені рослин льону можуть поглинати його, якщо він є у ґрунті на відстані до 2 мм від їхньої поверхні [171]. До того ж на кислих ґрунтах після внесення суперфосфату можуть утворюватися слабозчинні, важкодоступні для рослин фосфати заліза та алюмінію. Тому внесення його частинами у різні строки підвищує коефіцієнт використання фосфору рослинами у 1,5-2 рази [91].

Таким чином, з весни ступінь використання стартової дози добрив з верхнього шару ґрунту (6-8 см) зазвичай у декілька разів буває більшим, ніж з нижнього (18-20 см). У фазі швидкого росту, коли коренева система починає проникати в нижню частину орного шару, а у верхньому ще збереглася певна кількість доступної вологи, рослини засвоюють добрива більш рівномірно з усього орного шару, і переваги стартової дози у верхньому шарі ґрунту втрачаються. Від початку бутонізації рослини поглинають елементи живлення, розташовані в нижній частині орного шару, майже вдвічі інтенсивніше.

Однак, вирішуючи питання, пов’язані зі строками та способами внесення добрив, необхідно враховувати не тільки динаміку стану

посіву та морфологічних ознак рослин, але й такі показники, як зміни фітосанітарних параметрів посіву льону-довгунця. Багаторічні експериментальні дані щодо льону-довгунця наведено в таблиці 6.27.

Таблиця 6.27 – Ступінь ураженості рослин льону-довгунця хворобами залежно від доз, строків та способів внесення мінеральних добрив, середнє за три роки

№ зп	Варіанти дослідів	Уражених хворобами рослин, %				
		всього	у т.ч.			
			іржа	полі-спороз	антрак-ноз	аскохі-тоз
1	Без добрив (контроль)	21,0	18,5	0,5	1,0	1,0
2	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ – весною під культивуацію	14,5	8,5	1,5	4,0	0,5
3	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ – весною під культивуацію	19,5	8,5	-	4,5	6,5
4	P ₉₀ K ₉₀ – під оранку + N ₄₅ весною під культивуацію	17,0	5,5	3,5	4,0	4,0
5	P ₁₂₀ K ₁₂₀ – під оранку + N ₆₀ весною під культивуацію	19,5	6,5	1,5	9,5	2,0
6	P ₄₅ K ₄₅ – під оранку + P ₄₅ K ₄₅ восени під культивуацію + N ₄₅ весною під культивуацію	12,0	5,5	0,5	5,5	0,5
7	P ₆₀ K ₆₀ – під оранку + P ₆₀ K ₆₀ восени під культивуацію + N ₆₀ весною під культивуацію	14,0	6,5	2,5	4,5	0,5
8	P ₆₀ K ₆₀ – під оранку + P ₃₀ K ₃₀ N ₄₅ – весною під культивуацію	11,5	5,5	2,5	3,0	0,5
9	P ₈₀ K ₈₀ – під оранку + P ₄₀ K ₄₀ N ₆₀ – весною під культивуацію	15,0	10,5	1,5	1,0	2,0

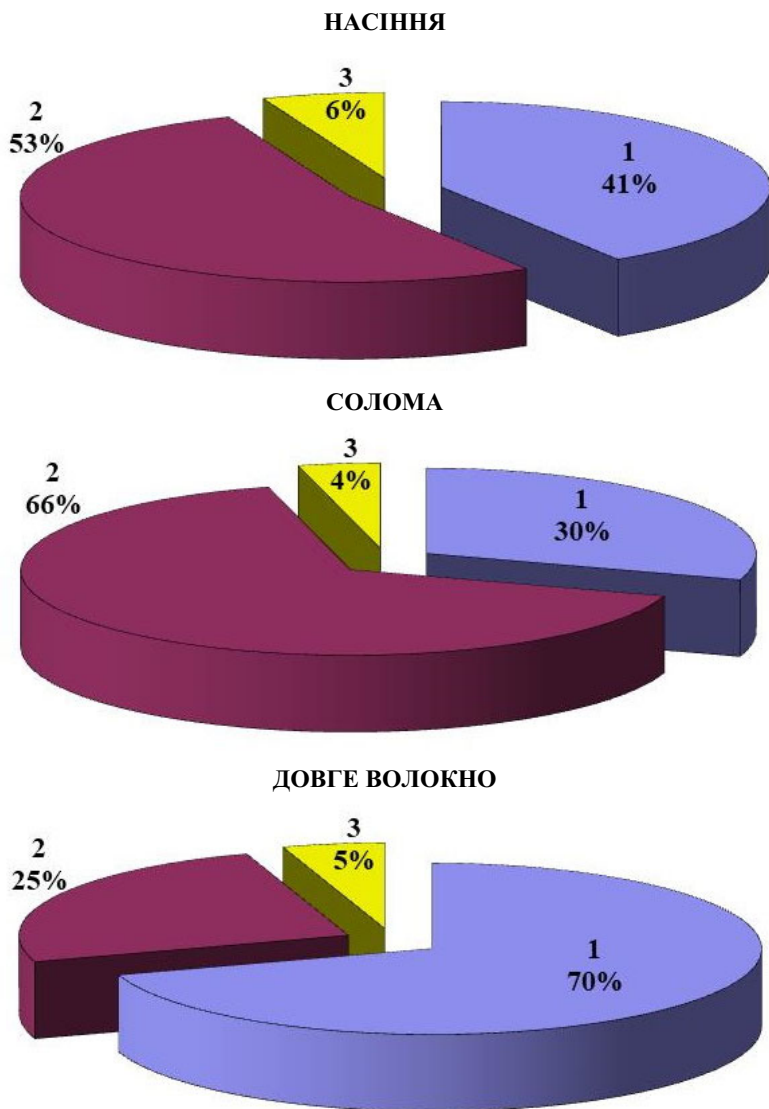
Взаємозалежність між ступенем ураженості рослин льону хворобами та дозами, строками і способами внесення мінеральних добрив була такою – найбільше уражених рослин було зафіксовано на абсолютному контролі (вар. 1) – 21 %. Підвищення доз азоту з N_{45} до N_{60} сприяло підвищенню ступеня ураженості рослин у середньому з 13,7 до 17 % або в 1,2 разу.

Найменше уражених рослин спостерігалось при роздрібному внесенні $P_{60}K_{60}$ восени + $P_{30}K_{30}N_{45}$ весною (вар. 8) та $P_{45}K_{45}$ восени під оранку + $P_{45}K_{45}$ восени під культивуацію + N_{45} весною (вар. 6) – відповідно 11,5 та 12,0 %.

Найбільше рослини льону були уражені іржею – ступінь ураження в середньому сягав 8,4 % з коливаннями по варіантах від 18,5 до 5,5 %. На другому місці за ступенем ураження рослин був антракноз – 4 % (1-9,5), далі аскохітоз – 1,9 % (0,5-6,5) та поліспороз – 1,6 % (0,5-3,5).

Аналіз багаторічних даних факторного впливу на продуктивність льону-довгунця (рис. 6.1) свідчить про те, що частка їхньої дії розподілилася таким чином: по насінню – вплив погоди (фактор – рік вирощування) – 41 %; дози добрив та способи їх внесення – 53 %; неконтрольовані фактори – 6 %; по соломі, відповідно – 30,66 та 4 %; по довгому волокну – 70,25 та 5 %.

Як бачимо, в цілому загальний рівень приростів продуктивності культури визначався на 48 % строками застосування добрив, на 47 % – гідротермічними умовами вегетаційного періоду та 5 відсотків припадало на неконтрольовані в експерименті фактори впливу. При цьому на волокнисту продуктивність рослин льону найбільший вплив мали агрометеорологічні умови вегетаційного періоду – 70 %, а способи внесення, строки та дози добрив – лише 25 %. За ступенем впливу на урожайність соломки та насіння погодний фактор поступався дії технологічного фактору застосування добрив, відповідно: гідротермічні умови – 30 і 41 %, технологічні операції – 66 та 53 % (рис. 6.1).



1 – роки досліджень; 2 – дози і способи внесення; 3 – неконтрольовані фактори

Рис. 6.1. Частка впливу факторів на продуктивність льону-довгуниця, середнє за три роки, %

Мінеральні добрива, залежно від строків їхнього внесення (табл. 6.28) в середньому за три роки (в порівнянні з абсолютним контролем – варіант 1), підвищували врожайність насіння на 1,4-2 ц/га або на 34,1-48,8 %, соломи – на 14,9-25,2 ц/га (48,7-82,3 %), довгого волокна – на 2,9-5 ц/га (43,9-75,7 %).

Таблиця 6.28 – Продуктивність льону-довгуця залежно від доз та способів внесення мінеральних добрив, середнє за три роки

Види льонопродукції		Варіанти дослідю								
		Без добрив – контроль абсолютний	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ – весною	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ – весною	P ₉₀ K ₉₀ – під оранку + N ₄₅ весною – контроль еталонний	P ₁₂₀ K ₁₂₀ – під оранку + N ₆₀ весною	P ₄₅ K ₄₅ – під оранку + P ₄₅ K ₄₅ під кул. восени + N ₄₅ весною	P ₆₀ K ₆₀ – під оранку + P ₆₀ K ₆₀ під кул. восени + N ₆₀ весною	P ₆₀ K ₆₀ – під оранку + P ₃₀ K ₃₀ N ₄₅ – весною	P ₈₀ K ₈₀ – під оранку + P ₄₀ K ₄₀ N ₆₀ – весною
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Урожайність насіння	ц/га	4,1	5,5	5,9	5,5	5,5	5,6	5,8	6,1	5,9
	± до абсолютного контролю	-	+1,4	+1,8	+1,4	+1,4	+1,5	+1,7	+2,0	+1,8
	% до абсолютного контролю	100	134	144	134	134	136	141	149	144
	± до еталонного контролю	-	-	+0,4	-	-	+0,1	+0,3	+0,5	+0,4
	% до еталонного контролю	-	100	107	100	100	102	105	111	107
Урожайність соломи	ц/га	30,6	54,5	55,8	45,5	49,4	47,7	50,9	52,0	54,3
	± до абсолютного контролю	-	+23,9	+25,2	+14,9	+18,8	+17,1	+20,3	+21,4	+23,7
	% до абсолютного контролю	100	178	182	149	161	156	166	170	177
	± до еталонного контролю	-	+9,0	+10,3	-	+3,9	+2,2	+5,4	+6,5	+8,8
	% до еталонного контролю	-	120	123	100	109	105	112	114	119

Продовження табл. 6.28

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Урожайність довгого волокна	ц/га	6,6	11,6	11,5	9,5	9,7	9,8	10,4	11,2	11,3
	± до абсолютного контролю	-	+5,0	+4,9	+2,9	+3,1	+3,2	+3,8	+4,6	+4,7
	% до абсолютного контролю	100	176	174	144	147	148	157	170	171
	± до еталонного контролю	-	+2,1	+2,0	-	+0,2	+0,3	+0,9	+1,7	+1,8
	% до еталонного контролю	-	122	121	100	102	103	109	118	119
		насіння			солома			довге волокно		
	P, %	2,7			2,6			4,4		
	НІР ₀₅ , ц/га	0,42			3,8			1,38		

При цьому одноразове внесення NPK весною (вар. 2, 3) підвищувало в середньому за три роки врожайність порівняно з абсолютним контролем (вар. 1): насіння – на 1,6 ц/га (+39 %), соломи – на 24,5 ц/га (+80 %), довгого волокна – на 4,9 ц/га (+74 %); традиційне внесення всієї дози РК-добрив під оранку + N весною (вар. 4, 5), відповідно, на 1,4 ц/га (+34 %), 16,8 ц/га (+55 %) та 3 ц/га (+45 %); дворазове внесення РК-добрив восени під зяблевий обробіток ґрунту + N весною (вар. 6, 7): на 1,6 ц/га (+39 %), 18,7 ц/га (+61 %) та 3,5 ц/га (+53 %); дворазове осінньо-весняне внесення РК+N весною (вар. 8, 9): на 1,9 ц/га (+46 %), 22,5 ц/га (+73%) та 4,7 ц/га або +71 % (табл. 6.28).

Ми вважаємо, щоб краще розкрити ступінь ефективності дії мінеральних добрив на продуктивність та якість льонопродукції, необхідно додатково порівняти варіанти різних строків їхнього внесення з еталонним контролем (вар. 4 – традиційне внесення всієї дози РК-добрив під оранку + N у передпосівний обробіток ґрунту у помірній дозі – N₄₅P₉₀K₉₀). Так, у середньому за три роки традиційне внесення добрив, але у підвищеній на 33 % дозі (вар. 5 – N₆₀P₁₂₀K₁₂₀), порівняно з еталонним контролем забезпечувало отримання врожаю насіння на одному рівні, приріст урожаю соломи становив 3,9 ц/га

(+9 %), а довгого волокна – 0,2 ц/га (+2 %) – був неістотним (табл. 6.28).

При одноразовому весняному внесенні всієї дози NPK під передпосівний обробіток ґрунту у помірній дозі $N_{45}P_{90}K_{90}$ (вар. 2) врожайність насіння відносно еталонного контролю не змінювалася, врожай соломи та довгого волокна зростав суттєво, відповідно на 9 ц/га (+20 %) та 2,1 ц/га (+22 %). Внесення у цей строк підвищеної дози – $N_{60}P_{120}K_{120}$ сприяло зростанню врожаю насіння в межах, що не виходили за показник найменшої істотної різниці – 0,4 ц/га (+7,3 %), приріст урожаю соломи зростав до 10,3 ц/га (+23 %), а довгого волокна дещо зменшувався – 2,0 ц/га або +21 % (табл. 6.28).

Роздрібне внесення РК-добрив під зяблевий обробіток ґрунту восени (вар. 6, 7) у помірній та підвищеній дозах викликало зростання врожаю насіння відповідно на 0,1-0,3 ц/га (+2-5 %), довгого волокна – на 0,3-0,9 ц/га (+3-9 %). Тобто показники не виходили за межі похибки досліду і їх можна розглядати як позитивну тенденцію. Щодо врожайності соломи, то приріст при внесенні помірної дози – $N_{45}P_{90}K_{90}$ був неістотним – 2,2 ц/га (+5 %), а на варіанті з підвищеною дозою – $N_{60}P_{120}K_{120}$ він зростав до 5,4 ц/га або +12 % (табл. 6.28).

Порівняння між собою еталонного контролю та варіантів із дворазовим внесенням РК-добрив у осінньо-весняний період (вар. 8, 9) надає перевагу останнім. Так, на фоні помірної дози добрив – $N_{45}P_{90}K_{90}$ істотно зростав урожай насіння – на 0,5 ц/га (+11 %), приріст урожаю соломи та довгого волокна був 6,5 ц/га (+14 %) і 1,7 ц/га (+18 %), а на фоні $N_{60}P_{120}K_{120}$, відповідно, 0,4 ц/га (+7 %), 8,8 ц/га (+19 %) та 1,8 ц/га або +19 % (табл. 6.28).

Таким чином, за критерієм величини врожайності найбільш доцільним виявилось застосування мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{90}K_{90}$ при одноразовому їхньому весняному внесенні або при роздрібному – $P_{60}K_{60}$ під оранку та $N_{45}P_{30}K_{30}$ під весняний передпосівний обробіток ґрунту. Це забезпечило рівень продуктивності льону-довгунця по соломі – 54,5-52,0 ц/га, насінню – 6,1-5,5 ц/га, довгому волокну – 11,6-11,2 ц/га (табл. 6.28).

Ми вважаємо, що при внесенні основного добрива під весняний передпосівний обробіток ґрунту багато чого залежить від рівнів зволоження верхнього і нижнього шарів ґрунту. Відтак може не забезпечуватись їхнє переміщення у глибші шари ґрунту разом із вологою. Основна маса може залишитися у верхньому шарі, що швидко пересихає, і ефективність використання елементів живлення може також значно знижуватись. Певний виняток – азотні добрива, які найбільш рухомі. Окрім цього, при розміщенні добрив у верхньому шарі при нормальному вологозабезпеченні рослини з весни спровоковані на поверхневий розвиток коренів, що забезпечує у цей період кращі умови для їхнього розвитку.

Дані наших досліджень свідчать про те, що в умовах зони Лівобережного Полісся на ґрунтах легкого гранулометричного складу все ж таки можливе застосування основного удобрення під передпосівний обробіток ґрунту. Це пов'язано з промивним типом водного режиму ґрунту і певним ступенем міграції елементів живлення по профілю ґрунту, що підтверджено дослідженнями Ю. О. Тараріки, О. О. Іващенко, О. М. Берднікова та ін. (2004) [492].

Аналіз виходу та якості волокнистої продукції (табл. 6.29) свідчить, що в середньому за три роки порівняно з абсолютним контролем (вар. 1) дещо кращі показники виходу валового та довгого волокна, а також їхня номерність спостерігалися при одноразовому внесенні повної дози NPK під весняний передпосівний обробіток ґрунту (вар. 2, 3) та при дворазовому внесенні РК-добрив у осінньо-весняний період (вар. 8, 9). Це в свою чергу сприяло зростанню величини таких комплексних показників волокнистої продуктивності, як вихід із одиниці площі проценто- та центнерономерів валового волокна. Але при цьому мало місце певне погіршення якості пряжі й чесаного волокна, що також спостерігалось і на інших варіантах дослідів. Причому на варіантах з підвищеною дозою азоту – N₆₀ негативні явища позначалися сильніше. Загалом, усереднені показники виходу та якості волокнистої продукції були дещо кращими на помірному фоні добрив – N₄₅P₉₀K₉₀, незалежно від

строків внесення добрив. Наведена вище тенденція спостерігається і при порівнянні показників із параметрами величин еталонного контролю (вар. 4).

Таблиця 6.29 – Вихід та якість волокна льону-довгуця залежно від способів застосування мінеральних добрив, середнє за 3 роки

Показники		Варіанти дослідю								
		Без добрив – контроль абсолютний	$N_{45}P_{90}K_{90}$ – весною	$N_{60}P_{120}K_{120}$ – весною	$P_{90}K_{90}$ – під оранку + N_{45} весною – контроль еталонний	$P_{120}K_{120}$ – під оранку + N_{60} весною	$P_{45}K_{45}$ – під оранку + $P_{45}K_{45}$ під кул. восени + N_{45} весною	$P_{60}K_{60}$ – під оранку + $P_{60}K_{60}$ під кул. восени + N_{60} весною	$P_{60}K_{60}$ – під оранку + $P_{30}K_{30}N_{45}$ весною	$P_{80}K_{80}$ – під оранку + $P_{40}K_{40}N_{60}$ весною
Вихід волокна, %	валового	25,2	25,7	25,4	25,5	24,2	24,2	23,4	25,3	26,9
	довгого	22,8	23,3	22,1	22,2	20,8	22,0	21,5	22,7	23,5
Вихід з 1 га валового волокна	процентно-номерів	272,2	285,3	302,3	270,3	246,8	263,8	248,0	283,4	287,8
	центнеро-номерів	82,1	145,4	159,5	118,7	117,3	124,3	123,0	141,1	139,1
Номер тіпаного волокна	валового	10,8	11,1	11,9	10,6	10,2	10,9	10,6	11,2	10,7
	довгого	11,6	11,9	12,2	11,7	11,4	11,8	11,3	12,2	11,9
Якість пряжі	метричний номер	330	279	267	290	283	265	282	250	276
	розрахункова добротність пряжі, км	16,9	15,2	15,0	15,8	14,8	15,5	15,6	15,4	14,9
Якість чесаного волокна	міцність, кгс	24,8	24,9	24,9	26,5	23,1	25,2	27,2	25,7	23,2
	гнучкість, мм	56	45	45	46	45	49	44	49	45

Продукційний процес, його динаміка та інтенсивність регулюються умовами зовнішнього середовища й біологічними

особливостями рослин. При цьому основним контрольованим лімітуючим фактором залишається погода, яка значною мірою впливає на ріст рослин, хвороби, шкідників та фізіологічні порушення. Тому відхилення основних метеорологічних показників – суми опадів та температури повітря від оптимальних величин – викликає небажані зміни ритму росту й розвитку льону-довгунця, що негативно позначається на урожайності культури та якості льонопродукції (додатки 31-32). Так, багаторічні спостереження свідчать, що врожай льону та його якість прямо пропорційні опадам і обернено пропорційні температурі. Зміни врожайності льону у зв'язку з метеорологічними показниками обумовлені перш за все тим, що під впливом погоди змінюються надходження та винос елементів живлення рослинами в процесі росту та розвитку. Так, за даними Л. І. Петрової та ін. (1984), при обмеженій вологості льон використовує з ґрунту 11,2 % P_2O_5 та 29,6 % K_2O , а з унесених добрив – 35,3 % N, 7,3 % P_2O_5 та 23,3 % K_2O . У вологу погоду, відповідно: з ґрунту 17,7 % P_2O_5 та 37,8 % K_2O , з добрив – 61,5 % N, 13,3 P_2O_5 та 61,5 % K_2O [297].

Зниження температури і освітлення підсилюють дію надлишкових доз елементів живлення, а підвищення вологості дещо знижує негативну дію їхніх надлишкових кількостей. Тому вміст оптимальної кількості вологи в ґрунті є обов'язковою умовою для нормального розвитку рослин, оскільки мінеральні елементи найбільш активно надходять у рослини тільки за визначеної їхньої концентрації в ґрунтового розчині. Таким чином, осмотичний тиск ґрунтового розчину може слугувати інтегральним показником взаємодії функцій мінерального живлення та водного режиму, адже враховує не тільки ступінь забезпеченості рослин елементами мінерального живлення, але й ступінь водозабезпеченості рослинного організму.

При цьому негативний вплив надлишкової вологості ґрунту на поглинання елементів живлення може проявитися в однобічному

підвищенні доступності деяких іонів, зокрема солей заліза й марганцю, нагромадження яких у рослинах у цьому разі досягає токсичного рівня. За дефіциту вологи порушується узгодженість у роботі ферментних систем, підсилюються процеси гідролізу і розпаду органічних речовин, різко знижується інтенсивність фотосинтезу, припиняється ріст рослин. Лімітуюча дія вологості ґрунту на врожайність має певну залежність від забезпеченості елементами живлення – кращі умови живлення сприяють продуктивнішому використанню вологи. Так, кількість води, потрібної для створення одиниці сухої речовини льону, на варіанті без добрив становила 1092 одиниці, а при внесенні NPK – 787 одиниць [560].

У зв'язку з тим, що вологість ґрунту, запаси в ньому продуктивної вологи визначаються не тільки опадами, але також і випаровуванням, для характеристики умов зволоження ми розраховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який відображав умовний баланс вологи в період інтенсивного росту та в період визрівання.

Проведений нами аналіз щодо впливу погодних умов на урожайність і якість льонопродукції (табл. 6.30) дозволяє стверджувати, що умови зволоження відігравали значну роль у формуванні врожаю льону та якості льоноволокна. Порівняння показників урожайності у посушливі та надмірно зволожені роки до показників, отриманих за більш сприятливих умов (умовний контроль), свідчать, що на варіанті без добрив урожай насіння в екстремальних умовах зменшувався відповідно на 0,2-0,3 ц/га (-5-7%), довгого волокна – на 1,4-2,4 ц/га (-18-30%), вихід довгого волокна – на 5,6-5,2 абсолютних процентів або на 22-21 відносний процент, номер довгого волокна – на 3,4-3,1 одиниці або – 26-24%. Відносно якості волокна можна зазначити, що на фоні без добрив у посушливих умовах міцність чесаного волокна, метричний номер пряжі та розрахункова добротність її знижувалися.

Аналогічна тенденція для останніх двох показників спостерігалася і в умовах надлишкового зволоження (табл. 6.30). Дещо гірші показники врожайності насіння, соломи та довгого волокна на фоні без добрив у посушливих умовах пояснюється тим, що при підвищених температурах повітря та високій сонячній радіації розвиток рослин прискорювався, але затримувався ріст стебла, посилювалося гілкування, що знижувало технічну цінність волокна. В умовах надмірного зволоження негативні тенденції пояснюються посиленням ступеня вилягання рослин, який зростав на 20 відсотків.

Мінеральні добрива, незалежно від доз, за будь-яких умов зволоження підвищували врожайність льону-довгунця. Так, по насінню у більш сприятливих умовах приріст становив 2,2 ц/га (+51 %), посушливих – 1,6 ц/га (+39 %), надмірно зволожених – 1,2 ц/га (+30 %); по солomé відповідно: 28,6 ц/га (+91 %), 17,9 ц/га (+54 %) та 19,5 ц/га (+71 %); по довгому волокну – 6,4 ц/га (+81 %), 2,6 ц/га (+40 %) та 3,4 ц/га або + 62 % (табл. 6.30).

Використання помірної дози добрив, особливо у більш оптимальних гідротермічних умовах вегетаційного періоду, сприяло значному зростанню продуктивності рослин льону-довгунця. Підвищення дози азоту до N_{60} на зростаючому фоні РК знижувало вихід волокна, гнучкість чесаного волокна, метричний номер та розрахункову добротність пряжі. У посушливі роки це було викликано “підгорянням” посівів, а в надмірно зволожені – посиленням вилягання, забур’яненості та ураження хворобами. Крім цього, як уже зазначалося нами раніше, використання льоном поживних елементів з ґрунту та добрив у посушливих умовах, порівняно з оптимальною зволоженістю, значно знижується, особливо по калію. Це і є, певно, основною причиною шкідливого впливу нестачі вологи на рівень урожайності та якості волокна.

Таблиця 6.30 – Урожайність і якість льонопродукції та ефективність мінеральних добрив у залежності від гідротермічних умов вегетаційного періоду

Показники	Варіанти мінеральних добрив	1986 рік помірно зволожений (контроль)				1988 рік помірно посушливий				1987 рік надмірно зволожений			
		сходи-цвітіння		сходи-цвітіння		сходи-цвітіння		сходи-цвітіння		сходи-цвітіння		сходи-цвітіння	
		ГТК – 2,98	ГТК – 1,00	ГТК – 3,27	ГТК – 1,79	ГТК – 3,18	ГТК – 3,90						
		величина	±до контролю	% до контролю	величина	±до контролю	% до контролю	величина	±до контролю	% до контролю	величина	±до контролю	% до контролю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
Урожайність насіння, ц/га	Без добрив	4,3	-	100	4,1	-0,2	95	4,0	-0,3	93			
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ *	6,4	-	100	5,5	-0,9	86	5,1	-1,3	80			
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ *	6,5	-	100	5,7	-0,8	88	5,2	-1,3	80			
Урожайність соломи, ц/га	Без добрив	31,3	-	100	32,9	+1,6	105	27,6	-3,7	88			
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ *	57,3	-	100	47,5	-9,8	83	45,0	-12,3	78			
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ *	59,9	-	100	50,8	-9,1	85	47,1	-12,8	79			
Урожайність довгого волокна, ц/га	Без добрив	7,9	-	100	6,5	-1,4	82	5,5	-2,4	70			
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ *	14,3	-	100	8,5	-5,8	59	8,9	-5,4	62			
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ *	14,2	-	100	9,1	-5,1	64	8,8	-5,4	62			

Продовження табл. 6.30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вихід довгого волокна, %	Без добрив	25,3	-	100	19,7	-5,6	78	20,1	-5,2	79
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ *	24,9	-	100	17,9	-7,0	72	19,7	-5,2	79
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ *	23,8	-	100	17,9	-5,9	75	18,6	-5,2	78
Номер довгого волокна	Без добрив	12,9	-	100	9,5	-3,4	74	9,8	-3,1	76
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ *	12,7	-	100	9,4	-3,3	74	10,5	-2,2	83
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ *	13,0	-	100	9,7	-3,3	75	10,1	-2,9	78
Міцність, кгс	Без добрив	23,3	-	100	20,2	-3,1	87	26,3	+3,0	113
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ *	25,3	-	100	20,6	-4,7	81	25,8	+0,5	102
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ *	25,3	-	100	20,9	-4,4	83	24,0	-1,3	95
Гнучкість, мм	Без добрив	52	-	100	59	+7,0	113	60	+8,0	115
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ *	42	-	100	60	+18,0	143	53	+11,0	126
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ *	42	-	100	57	+15,0	136	48	+6,0	114
Метричний номер	Без добрив	398	-	100	332	-66	83	262	-136	66
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ *	300	-	100	289	-11	96	242	-58	81
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ *	319	-	100	262	-57	82	235	-84	74
Розрахункова добротність пряжі, км	Без добрив	17,1	-	100	16,4	-0,7	96	16,8	-0,3	98
	N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ *	15,3	-	100	16,0	+0,7	105	15,7	+0,4	103
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ *	15,5	-	100	15,4	-0,1	99	14,7	-0,8	95

* усереднені дані за строками внесення добрив

Аналіз економічної ефективності рівня мінерального живлення та строків внесення добрив (табл. 6.31) показав, що в середньому за три роки підвищення дози NPK в 1,3 разу (з 225 кг/га д.р. до 300 кг/га) сприяло зростанню додаткових витрат на застосування добрив (усереднено для будь-якого варіанту строку внесення) на 188,86 грн/га або на 33 %. Це знизило окупність добрив додатковим приростом урожаю в цілому на 0,51 кг/кг або на 21 %, а умовно-чистий дохід знижувався з 190,76 грн/га до 44,7 грн, або на 76,6 %.

Щодо строків та кратності внесення добрив, то найкращим за економічними параметрами був варіант за схемою внесення – P₆₀K₆₀ восени під оранку + N₄₅P₃₀K₃₀ весною під передпосівний обробіток ґрунту (вар. 8). Дуже близьким за економічною ефективністю був варіант 2 – одноразове весняне внесення всієї дози (N₄₅P₉₀K₉₀) під передпосівний обробіток ґрунту (табл. 6.31). Найменш економічно виправданим було внесення підвищеної дози туків – P₁₂₀K₁₂₀ восени під оранку + N₆₀ під передпосівний обробіток ґрунту (вар. 5).

Комплексна біоенергетична оцінка варіантів (табл. 6.32, рис. 6.2) дає підстави стверджувати, що енергетично оптимальним є внесення мінеральних добрив одноразово весною у дозі N₄₅P₉₀K₉₀ (вар. 2) під передпосівний обробіток ґрунту. Аналогічні показники отримано також при внесенні P₆₀K₆₀ восени під оранку + N₄₅P₃₀K₃₀ під весняний передпосівний обробіток ґрунту (вар. 8). При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності застосування мінеральних добрив (K_{eNPK}) дорівнював 2,16, а рівень рентабельності – 58-59 %.

Таким чином, знизити залежність урожайності льону-довгунця від погодних умов у зоні Лівобережного Полісся можна завдяки організації правильного живлення рослин, а саме: строки внесення помірних доз мінеральних добрив необхідно коригувати, не знижуючи їхньої економіко-енергетичної ефективності, в залежності від організаційно-господарських можливостей суб'єкта виробництва, обираючи весняний або комбінований (осінньо-весняний) термін застосування.

Таблиця 6.31 – Економічна ефективність доз мінеральних добрив та строків їх застосування, середнє за три роки

№ з/п	Показники	Номери варіантів досліду									
		1 – Без добрив (контроль)	2 – N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	3 – N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4 – P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅	5 – P ₁₂₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	6 – N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + N ₆₀	7 – P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8 – P ₆₀ K ₆₀ + N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	9 – P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀	11
1	Загальні виробничі витрати, грн/га	1070,0	1643,21	1832,07	1649,86	1838,72	1656,51	1845,37	1649,86	1838,72	1838,72
2	У тому числі додаткові витрати на добрива, грн/га	-	573,21	762,07	579,86	768,72	586,51	775,37	579,86	768,72	
3	Вартість додаткового сумарного врожаю, грн/га*	-	873,36	932,35	611,59	636,52	666,85	777,37	930,69	907,42	
4	Додатковий чистий прибуток, грн/га	-	300,15	170,28	3173	-132,20	80,34	2,00	350,83	138,70	
5	Чистий прибуток на 1 грн додаткових витрат, грн	-	0,52	0,22	0,05	-0,17	0,14	0	0,61	0,18	
6	Собівартість 1 ц сумарної льонопродукції, грн	100,00	96,09	105,29	109,99	120,97	107,57	113,91	95,37	106,90	
7	Зниження собівартості 1 ц льонопродукції, ± до контролю	-	-3,91	+5,29	+9,99	+20,97	+7,57	+13,91	-4,63	+6,90	
8	Витрати праці на 1 ц льонопродукції, люд.-год	6,88	4,32	4,25	4,94	4,88	4,83	4,59	4,28	4,31	

Продовження табл. 6.31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	Ріст продуктивності праці, % до контролю	100	137	138	128	129	130	133	138	137
10	Окупність добрив додатковим приростом урожаю, кг/кг	-	2,84	2,23	1,91	1,50	2,09	1,83	2,93	2,17
11	Рівень рентабельності застосування добрив, %	-	57,8	44,0	37,9	25,4	41,0	33,1	59,0	41,9

*у порівняннях цінах 2008 року

Таблиця 6.32 – Біоенергетична ефективність доз мінеральних добрив та строків їхнього внесення, середнє за три роки

№ зп	Показники	Варіанти дослідів								
		1 – Без добрив (контроль)	2 – N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	3 – N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4 – P ₉₀ K ₉₀ + N ₄₅	5 – P ₁₂₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	6 – P ₄₅ K ₄₅ + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	7 – P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8 – P ₆₀ K ₆₀ + N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	9 – P ₈₀ K ₈₀ + N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сукупні витрати на вирощування, МДж/га	20069,4	26004,4	27933,4	26152,6	28081,6	26300,5	28229,5	26152,6	28081,6
2	Вміст енергії у валовій льонопродукції, МДж/га	22169,1	34971,8	36339,4	31549,2	32089,6	32116,0	32890,2	35311,9	35618,9

Продовження табл. 6.32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
3	Енергосмісткість валової льонопродукції, МДж/ц	1875,6	1520,7	1605,4	1743,5	1847,5	1707,8	1742,6	1511,7	1632,6	
4	Загальний біоенергетичний коефіцієнт, К _{еє}	1,10	1,34	1,30	1,21	1,14	1,22	1,17	1,35	1,27	
5	К _{еє} , % до контролю	100	122	118	110	104	111	106	123	115	
6	Приріст льонопродукції в енергетичних одиницях, МДж/га	всього	12802,7	14170,3	9380,1	9920,5	9947,2	10721,0	13142,8	13449,7	
		в т.ч. насіння	2895,2	3722,4	2895,2	2895,2	2895,2	3102,0	3515,6	4136,0	3722,4
		волокно	9907,5	10447,9	6484,9	7025,3	6845,2	7205,4	9006,8	9727,3	
7	Сукупні витрати енергії на добрива, МДж/га	-	5935,0	7864,0	6083,2	8012,2	6231,1	8160,1	6083,2	8012,2	
8	Сукупні витрати енергії на добрива, % до загальних	-	22,8	28,1	23,3	28,5	23,7	28,9	23,3	28,5	
9	Біоенергетичний коефіцієнт добрив, К _{еє} НРК	-	2,16	1,80	1,54	1,24	1,60	1,31	2,16	1,68	

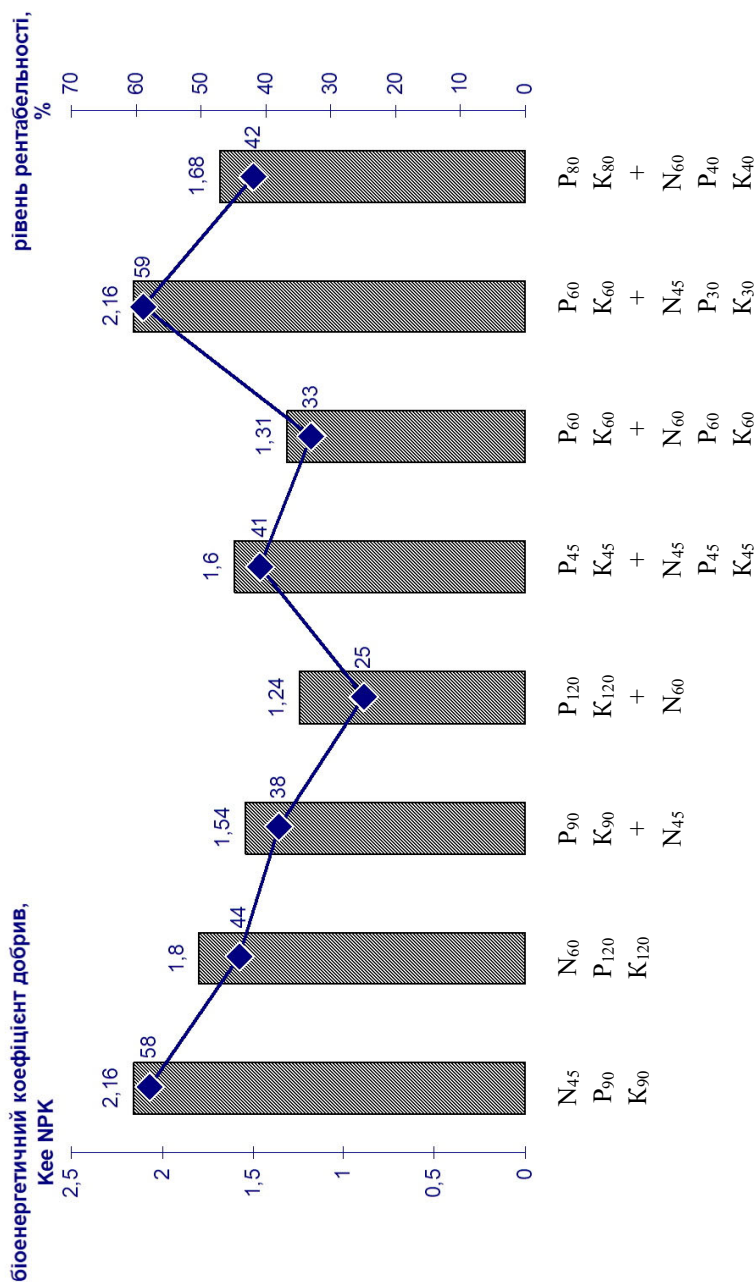


Рис. 6.2. Економічна та біоенергетична ефективність доз мінеральних добрив та строків їхнього внесення, середня за три роки

6.4. Закономірності росту та розвитку рослин льону і урожайність льонопродукції за поєднаного застосування вуглеамонійної солі та стимуляторів росту

Рівень використання макро- та мікроелементів з мінеральних добрив і ґрунтових сполук залишається досить низьким. При цьому відомо, що значна частка енергії витрачається на виробництво та використання саме мінеральних добрив, особливо азотних. Так, академік НААН В. П. Патика оцінює частку азотних добрив у енергоємності процесів вирощування сільгоспкультур на рівні 50 % [563]. У той же час низкою польових досліджень у різних ґрунтово-кліматичних зонах України було доведено, що при застосуванні окремих агрохімікатів можна одержати не менші, а навіть більші врожаї багатьох сільськогосподарських культур, що досягалося використанням певних агрохімікатів у дозах за азотом у 1,5-2 рази менших у порівнянні з таким традиційним азотним добривом, як аміачна селітра [561-565].

Говорити про екологічну чистоту будь-якої агроєкосистеми неправомірно, можна лише розглядати ступінь безпечності або ризиків застосування в умовах аграрного виробництва технічних засобів і технологій [561]. Виходячи з цього, було проведено експериментальні роботи з вивчення еколого-економічних аспектів і перспектив застосування амонійно-карбонатних сполук та регуляторів росту рослин у різних агроєкосистемах.

У комплексі агротехнічних заходів вирощування льону-довгунця на дерново-підзолистих, бідних на поживні речовини ґрунтах Полісся провідна роль належить створенню оптимальних умов живлення рослин шляхом внесення високоефективних форм мінеральних добрив та застосування стимуляторів росту.

У живленні рослин льону-довгунця азот посідає одне з головних місць, при цьому у ґрунтах зони Полісся, особливо легкого гранулометричного складу, він перебуває у першому мінімумі. Азотомісні хімічні сполуки, що використовуються як азотні

добрива, неоднакові за формою та вмістом азоту, іншими параметрами, різні за впливом на процеси нітратного забруднення довкілля. Вирішенню проблеми може сприяти встановлення пріоритетів у виборі застосування азотовмісних препаратів.

Як уже зазначалося, найпоширенішим серед азотних добрив є аміачна селітра. Форма азоту в ній – амонійно-нітратна. Після внесення в ґрунт амоній (NH_4^+) поглинається ґрунтовим вбирним комплексом, що знижує його рухомість, частково зазнає нітрифікації. Нітратна форма азоту (NO_3^-) утворює легкорозчинні солі, які можуть вимиватися в глибші шари ґрунту, тобто втрачатися. Так, загальні непродуктивні втрати азоту добрив у рік внесення при цьому сягають 27 % під рослинами та близько 80 % на полях, що не зайняті рослинами. До того ж, інтенсивність процесів перетворень амонійного азоту добрив, унесених у ґрунт в інших формах, підлягає впливу значної кількості різноманітних незалежних факторів. Більшість із цих факторів досить складно регулювати. Тому спрямованість та інтенсивність азотних перетворень при застосуванні амонійних добрив має бути регульованою з метою мінімізації азотних втрат [169, 171].

Поряд із традиційними для льонарства видами азотних добрив на особливу увагу заслуговує вуглеамонійна сіль (ВАС). Це суміш карбонату та бікарбонату амонію, містить 17 % азоту. При надходженні у вологий ґрунт ВАС, як термічно нестійка сполука, поступово розкладається з утворенням аміаку, CO_2 та води. Ці елементи є складовими метаболізму живих організмів, екологічно неантогоністичні живій природі та використовуються для побудови біомаси рослин і тварин [469]. Тому для найефективнішого використання азотних добрив необхідно враховувати форму азоту в них.

У стресових погодних ситуаціях засвоєння елементів живлення кореневою системою є недостатнім, а це знижує темпи росту та розвитку рослин. Особливо знижується здатність засвоєння кореневою системою азоту [91].

Внаслідок інтенсивного, швидкого наростання вегетативної маси, запаси легкодоступних елементів живлення з ґрунту вичерпуються або темпи їхнього засвоєння не збігаються з темпами росту. У такій ситуації можливо поліпшити стан речей за допомогою позакореневого підживлення. Адже відсоток та швидкість засвоєння елементів живлення з добрив через листя значно вищий, ніж при засвоєнні з добрив, внесених у ґрунт. Безумовно, обсяги засвоєння елементів живлення через листя обмежені, але найшвидше листям засвоюється азот.

ВАС, на наш погляд, є найдоцільнішим препаратом для позакореневого підживлення рослин. Водні його розчини в певних концентраціях мають слабо лужну реакцію і, на відміну від аміачної селітри, не викликають опіків листя рослин. До того ж, для розкладу ВАС на складові компоненти не потрібна наявність біокаталізаторів, як, наприклад, при використанні карбаміду для позакореневого підживлення рослин на азот. Для листового підживлення допускається використання аміачної селітри, але концентрація не повинна перевищувати 5-6 %.

Коефіцієнт використання азоту добрив рослинами значною мірою залежить від строків та способів їхнього внесення. Так, азотне підживлення, внесенне на початку активної вегетації рослин, було аналогічним дії його подвійної дози, застосованої перед посівом [419].

Ефективність вуглеамонійної солі як азотного добрива в порівнянні з іншими азотними добривами на культурі льону-довгунця у повному обсязі ще не вивчалася [469-472], а тому здійснення досліджень з цього питання має науковий і практичний інтерес. Актуальним є також вивчення поєднаного застосування вуглеамонійної солі та стимуляторів росту з подальшим удосконаленням існуючої технології вирощування льону-довгунця.

У завдання наших досліджень входило вивчення порівняльної ефективності застосування аміачної селітри та ВАС при позакореному обприскуванні рослин баковими сумішами з пестицидами та

регуляторами росту з метою розробки елементів ресурсозберігаючої технології вирощування льону (дослід 8, стор. 46).

Для досягнення цієї мети було проведено вивчення ефективності дії позакореневого внесення вуглеамонійної солі на льоні-довгунці на ріст, розвиток рослин, морфологічну будову стебел, урожайність насіння та волокна. Доведена можливість і ефективність поєданого застосування ВАС та стимуляторів росту Емістим С і Агростимулін при обробці вегетуючих рослин культури. Була проведена економічна та енергетична оцінка внесення ВАС та застосування стимуляторів росту.

У дослідях, проведених в умовах Лівобережного Полісся на озимій пшениці (О. І. Бакун, Ю. О. Бакун, 1996 р.) та Центрального Полісся на льоні-довгунці (В. Б. Ковальов та ін., 1995 р.) було звернено увагу на значний вплив погодного фактору щодо ефективності ВАС і аміачної селітри за різних способів їхнього внесення [562, стор. 189-192, 231-236].

Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду у роки проведення дослідів показав, що вони були малосприятливими для вирощування льону. Так, коефіцієнт варіації опадів (за період: посів – збирання) від середнього багаторічного становив у 1999 р. – 74 %, 2000 р. – 104 %, 2001 р. – 71 %. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) дорівнював відповідно 50, 71 та 51 % від норми. Сума ефективних температур ($t > +10$ °C) становила 148, 147 та 140 відсотків норми. Це підтверджується даними дисперсійного аналізу, який свідчить, що частка впливу фактору «рік вирощування» на продуктивність культури в середньому за три роки становила по соломі 97,4 %, по насінню – 63,3 %.

Відомо, що густина стеблостою, висота рослин, кількість коробочок на одиниці площі визначають продуктивність культури [226].

Результати обліків та аналізів (табл. 6.33) дають підставу стверджувати, що в цілому внесення добрив покращувало біометричні показники стану посіву та морфологічних ознак рослин.

Таблиця 6.33 – Вплив видів азотних добрив та біостимуляторів на біометричні показники посіву та морфологічні ознаки рослин льону-довгунця, середнє за три роки

Показники	Варіанти						
	Вар. 1 – Без добрив (абсолютний контроль)	Вар. 2 – P ₁₀ K ₃₀ – локальне передпосівне внесення в ґрунт – фон	Вар. 3 – Фон + N ₃₀ (аміачна селітра) в ґрунт перед посівом	Вар. 4 – Фон + N _{6,8} АС розчин у фазі швидкого росту	Вар. 5 – Фон + N _{6,8} ВАС розчин у фазі швидкого росту	Вар. 6 – Фон + N _{6,8} ВАС + Емі-стим С (5 мл/га) + грамініцид у фазі швидкого росту	Вар. 7 – Фон + N _{6,8} ВАС + Агро-стимулін (10 мл/га) грамініцид у фазі швидкого росту
1. Кількість рослин перед збиранням від вихідної, %	45,5	46,6	49,5	50,0	50,1	50,6	52,9
у % до контролю	100	102,4	108,8	109,9	110,1	111,2	116,3
2. Стебел, шт./м ²	1001	1025	1089	1099	1103	1113	1163
у % до контролю	100	102,4	108,8	109,8	110,2	111,2	116,2
3. Коробочок, шт./м ²	364	384	384	404	420	504	528
у % до контролю	100	105,5	105,5	111,0	115,4	138,5	145,0
4. Висота рослин, см	74,0	74,7	75,3	75,7	76,0	76,3	77,0
у % до контролю	100	100,9	101,7	102,3	102,7	103,1	104,0
5. Діаметр стебел, мм	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,23	1,20
у % до контролю	100	100	100	100	98,0	92,5	90,2
6. Маса 1000 насінин, г	4,29	4,14	4,05	4,00	3,98	3,98	3,95
у % до контролю	100	96,5	94,4	93,2	92,8	92,8	92,1

Так, порівняно з абсолютним контролем (вар. 1), рослини на удобрених варіантах краще виживали протягом вегетаційного періоду, в середньому їх збереглося на 4,4 % більше, у зв'язку з цим щільність рослин на одиниці площі перед збиранням була більшою на 28 шт./м²

(+9,8 %). Щодо морфологічних ознак рослин, то кількість сформованих коробочок зростала при цьому на 73 шт./м² (+20 %), рослини були вищі на 1,8 см (+2,4 %). Діаметр стебла рослин зі зростанням щільності стеблостою зменшувався в середньому відповідно до 1,26 мм (-5,3 %), а маса 1000 насінин при більшій сумарній кількості сформованих коробочок знижувалася до 4,02 г (-6,3 %).

Варто зазначити, що обробка посівів із внесенням розчину аміачної селітри на початку фази швидкого росту рослин льону (вар. 4) за такими показниками, як виживаність рослин протягом вегетаційного періоду, щільність стеблостою та кількість коробочок на одиниці площі, висота рослин, мала деякі переваги над варіантом, де аміачна селітра вносилися традиційним способом під передпосівний обробіток ґрунту в загальнорекомендованій дозі (вар. 3). При позакореновому внесенні ВАС (вар. 5) також спостерігалася аналогічна тенденція (табл. 6.33).

Поєднання обробки посівів стимуляторами росту з удобренням вуглеамонійною сіллю підвищувало виживання рослин до кінця вегетації, стимулюючи їхній ріст та розвиток, в результаті чого на одиниці площі, порівняно з абсолютним контролем, було на 112-162 шт./м² (+11,2-16,3 %) більше рослин, а за висотою вони перевищували контрольні на 2,3-3 см (+3,1-4 %). При цьому значно зростала кількість сформованих на одиниці площі коробочок – на 140-160 шт./м² (+38,5-45 %).

Ефективність обробки рослин стимулятором Агростимуліном (вар. 7) у поєднанні з удобренням ВАС була дещо вищою порівняно з обробкою Емістимом С (вар. 6).

На нашу думку, позитивний ефект при поєднаному застосуванні ВАС та ріст стимуляторів забезпечувався за рахунок “пом’якшення” стресового стану у рослин після обробки їх гербіцидами. Саме стимулятори виводять рослини зі стресового стану та прискорюють їхній ріст. При цьому дія стимуляторів росту підсилюється аміачним азотом вуглеамонійної солі.

Аналіз урожайних даних показав, що внесення добрив у цілому навіть в аномальних погодних умовах позитивно впливало на продуктивність льону-довгунця. Так, у середньому за три роки порівняно з абсолютним контролем, на удобрених варіантах урожайність насіння підвищувалася на 0,4 ц/га (+28,6 %), соломи – на 1,8 ц/га (+9,1 %), валового волокна – на 1,6 ц/га або +30,2 % (табл. 6.34). Щодо варіанту із загальноприйнятим внесенням аміачної селітри врозкид у дозі N_{30} (вар. 3) під передпосівний обробіток ґрунту на фоні РК-добрив, то приріст урожаю відносно контролю без добрив (вар. 1) становив: по насінню 0,1 ц/га (+7 %), валовому волокну – 1 ц/га (+19 %). При цьому врожайність соломи мала досить незначну тенденцію до зниження.

Позакореневе застосування аміачної селітри (вар. 5) на початку фази швидкого росту у вигляді розчину ($N_{6,8}$) у порівнянні з традиційним внесенням N_{30} (вар. 3) під передпосівний обробіток ґрунту, сприяло певному росту продуктивності льону: врожайність насіння підвищувалася на 0,3 ц/га (+20 %), соломи – на 0,8 ц/га (+4,1 %), валового волокна – на 0,6 ц/га або +9,5 % (табл. 6.34).

Найвищі показники приросту врожайності в середньому за три роки: насіння – 0,8 ц/га (+57 %), соломи – 3,7 ц/га (+19 %), валового волокна – 3,1 ц/га (+58 %), довгого волокна – 1,1 ц/га (+30 %) було отримано за позакореневого внесення розчину ВАС ($N_{6,8}$) у складі бакової суміші поєднано з РРР Агростимуліном (10 мл/га) та грамініцидом на початку швидкого росту рослин льону (табл. 6.34).

Ця позитивна спрямованість дії ВАС на продуктивність льонопродукції знайшла своє підтвердження і при оцінці варіантів у порівнянні із середнім урожаєм в експерименті. Аналіз – за формулою неповторної вибірки В. Г. Вольфа, що є узагальненою, а тому більш стійкою величиною (табл. 6.34).

Таблиця 6.34 – Урожайність насіння, льоносоломи та волокна за різних способів застосування азотних добрив та ріст стимулюючих препаратів, середнє за три роки

Показники	Вар. 1 – Без добрив (абсолютний контроль)	Вар. 2 – P ₁₀ K ₃₀ – локальне перед-посівне внесення в ґрунт – фон	Вар. 3 – Фон + N ₃₀ (аміачна селітра) в ґрунт перед посівом	Вар. 4 – Фон + N _{6,8} АС розчин у фазі швидкого росту	Вар. 5 – Фон + N _{6,8} ВАС розчин у фазі швидкого росту	Вар. 6 – Фон + N _{6,8} ВАС + Емі-стим С (5 мл/га) + грамініцид у фазі швидкого росту	Вар. 7 – Фон + N _{6,8} ВАС + Агро-стимулін (10 мл/га) + грамініцид у фазі швидкого росту
1	2	3	4	5	6	7	8
Урожай насіння, ц/га	1,4	1,5	1,5	1,7	1,8	1,9	2,2
Відхилення від контролю	+ ц/га	-	+0,1	+0,1	+0,3	+0,4	+0,8
	%	100	107	107	121	128	157
Відхилення від середнього врожаю по досліді	+ ц/га	-0,3	-0,2	-0,2	-	+0,1	+0,5
	%	82	88	88	100	106	129
Урожай соломи, ц/га	19,8	22,4	19,6	22,2	20,4	21,6	23,5
Відхилення від контролю	+ ц/га	-	+2,6	-0,2	+2,4	+0,6	+3,7
	%	100	113	99	112	103	119
Відхилення від середнього врожаю по досліді	+ ц/га	-1,6	+1,0	-1,8	+0,8	-1,0	+2,1
	%	93	105	92	104	95	110
Урожай валового волокна ц/га	5,3	5,8	6,3	6,4	6,9	7,4	8,4
Відхилення від контролю	+ ц/га	-	+0,5	+1,0	+1,1	+1,6	+3,1
	%	100	109	119	121	130	158
Відхилення від середнього врожаю по досліді	+ ц/га	-1,3	-0,8	-0,3	-0,2	+0,3	+1,8
	%	80	82	95	97	104	127
Вихід довгого волокна, %	18,0	18,4	18,2	19,0	18,9	19,8	19,9

Продовження табл. 6.34

1		2	3	4	5	6	7	8
Відхилення від контролю	± абс. %	-	+0,4	+0,2	+1,0	+0,9	+1,8	+1,9
	%	100	102	101	105	105	110	111
Відхилення від середнього врожаю по досліді	± абс. %	-0,9	-0,5	-0,7	+0,1	-	+0,9	+1,0
	%	95	97	96	101	100	105	105
Врожай довгого волокна, ц/га		3,6	4,1	3,6	4,2	3,8	4,3	4,7
Відхилення від контролю	± ц/га	-	+0,5	-	+0,6	+0,2	+0,7	+1,1
	%	100	114	100	117	105	119	130
Відхилення від середнього врожаю по досліді	± ц/га	-0,4	+0,1	-	+0,2	-0,2	+0,3	+0,7
	%	90	102	100	105	95	107	117

Середній урожай по досліді, ц/га: насіння 1,8; солома 20,3; валове волокно 5,37; довге волокно 3,9.

Середній вихід довгого волокна по досліді 18,9 %.

НІР₀₅, ц/га до контролю: насіння – 0,44, солома – 4,69

НІР₀₅, ц/га до середнього врожаю по досліді: насіння – 0,29, солома – 3,07.

На наш погляд, більш висока ефективність поєднаного позакореневого внесення вуглеамонійної солі та рістстимуляторів на льоні-довгунці може пояснюватися рядом факторів.

Основну причину цього, по-перше, слід шукати в тому, що у складі ВАС окрім азоту аміаку є 50 % вуглекислоти. Вуглекислий газ, як відомо, – активний стимулятор процесів фотосинтезу. Тому різницю між даними за урожаем соломи, насіння і волокна у варіанті з ВАС та аміачною селітрою певною мірою можна пояснити саме дією вуглекислого газу, що постачається рослинам у процесі розкладу ВАС. Таким чином, ВАС як добриво є для рослин джерелом не тільки азоту, але й додаткової вуглекислоти, що активно впливає на процеси росту та розвитку, а це дозволяє отримувати більш високі врожаї льонопродукції.

По-друге, технологічні властивості волокна перебувають у прямій залежності від відносного вмісту в ньому целюлози. У дослідженнях А. І. Берлача та Б. В. Лесика (1995) стебла льону, на

варіантах, удобрених нітратним азотом, містили відносно менше волокна, бо мали більший діаметр і відносно товщий шар деревини. А у волокні, отриманому на варіанті із застосуванням ВАС, целюлози було на 2,3 % більше, ніж у волокні із застосуванням аміачної селітри. Отже, позитивно впливаючи на вміст целюлози у волокні, ВАС підвищувало його якість [469, 470].

По-третє, за даними В. Д. Паннікова та В. І. Мінесва (1987), на початку вегетації живлення рослин азотом повинно здійснюватися за рахунок аміачних форм азоту, оскільки внесення відновлених форм стимулює відтік азоту з листя у корені більшою мірою, ніж нітратні форми азоту. Крім цього, використання мінерального азоту у водорозчинній формі відбувається головним чином у шарі ґрунту 0-30 см, дещо менше – з глибини 30-60 см. Це має принципове значення в посушливих умовах, коли азотне ґрунтове живлення значно погіршується [171].

По-четверте, застосування аміачної селітри під передпосівний обробіток ґрунту створює у його верхньому шарі підвищену концентрацію сольового розчину. Внаслідок цього вказані обставини є однією з причин так званого “підгорання” льону за тривалого бездощового періоду та високої температури повітря під час швидкого росту, бутонізації та цвітіння.

По-п’яте, використання РРР передусім впливає на активність центру рослинної клітини, що зумовлює активізацію життєвих процесів і підвищує продуктивність рослин, але, крім цього, РРР мають вплив на стійкість рослин до стресових факторів – високих та низьких температур, фітотоксичної дії пестицидів тощо.

Традиційний підхід до оцінки ефективності мінеральних добрив базується на техніко-економічних показниках, які характеризують кількість та якість отриманої додаткової продукції відносно витрат на її виробництво. При цьому, зазвичай, у розрахунках оперують величиною діючої речовини, яка міститься в добриві (оскільки величина саме цього параметру значно впливає на всі витрати,

пов'язані з придбанням препарату в розрахунку на одиницю запланованого врожаю). Прийнятою практикою оцінюється кількість основних макроелементів – азоту, фосфору та калію. З цієї точки зору ВАС, як азотомісткий препарат з незначним вмістом азоту (17 %), є малоконкурентоспроможним по відношенню до аміачної селітри (34 %) та карбаміду (46 %). Але, з іншого боку, в цій характеристиці залишається осторонь такий важливий елемент живлення рослин, як вуглець. Наявністю вуглецю характеризується таке висококонцентроване азотне добриво, як карбамід, що містить азот в амідній формі. Однак для утворення в продуктах його розкладу діоксиду вуглецю (23 %) потрібен певний час та вплив води за присутності ферменту уреазі. Ці обставини не дозволяють повною мірою проявитися в рослинництві ефекту комплексної дії амонійного азоту та діоксиду вуглецю – продуктів достатньо швидкого розкладу ВАС, причому без додаткового впливу, як у карбаміду.

Враховуючи ці обставини, ВАС можна вважати комплексним висококонцентрованим азотно-карбонатним агрохімікатом, до складу якого входять азот та вуглець із загальним вмістом – 67 %. Це, в свою чергу, може докорінно поміняти його економічні показники.

Економічна оцінка результатів досліджень показала, що застосування традиційного розкидного внесення N_{30} під передпосівний обробіток ґрунту за екстремальних погодних умов виявилось збитковим. Позакореневе обприскування посівів розчином аміачної селітри ($N_{6,8}$) забезпечило набагато кращі результати (табл. 6.35).

Необхідно відмітити, що вищий економічний ефект від позакореневого внесення вуглеамонійної солі досягався за комплексного її застосування, разом із рістстимулюючими препаратами. Найбільший умовно-чистий прибуток 555,9 грн/га при коефіцієнті ефективності 2,9 грн на 1 гривню додаткових витрат забезпечило обприскування рослин розчином рістстимулюючого препарату Агростимулін разом з ВАС (табл. 6.35).

Таблиця 6.35 – Економічна ефективність способів застосування різних форм азотних добрив та стимуляторів росту під льон-довгунець, середнє за три роки

№ з/п	Показники		Варіанти досліджу				
			P ₁₀ K ₃₀ локально – фон				
			Фон + N ₃₀ аміачна селітра в ґрунт перед посівом	Фон + N _{6,8} АС розчин у фазі швидкого росту позакоренево	Фон + N _{6,8} ВАС розчин у фазі швидкого росту позакоренево	Фон + N _{6,8} ВАС позакоренево у фазі швидкого росту + Емі-стим С (5 мл/га)	Фон + N _{6,8} ВАС позакоренево у фазі швидкого росту + Агро-стимулін (10 мл/га)
1	Додаткові витрати, грн:	N _{АС} , N _{ВАС} PPP	400,2	181,4	90,7	181,4	181,4
2	Приріст урожаю, ц/га:	насіння	-	0,2	0,3	0,4	0,7
		валового волокна	0,5	0,6	1,1	1,6	2,6
3	Вартість додаткової продукції, грн	насіння	-	120	180	240	420
		валове волокно	62,5	75,0	137,5	200	325
4	Умовно чистий дохід, грн/га		-337,2	+13,6	+226,8	+255,1	+555,9
5	Рентабельність, %		-84,4	+7,5	+250	+138	+294
6	Окупність азотних добрив приростом льонопродукції, кг/кг д.р.		1,7	11,8	20,6	29,4	48,5
7	Окупність додаткових витрат умовно-чистим доходом, грн/грн		-0,84	+0,07	+2,5	+1,4	+2,9

Таким чином, незважаючи на те, що вартість ВАС у два рази вища порівняно з аміачною селітрою, а нижчий вміст у ній діючої речовини потребує вдвічі більших витрат на внесення добрив, застосування ВАС і PPP Агростимуліну при вирощуванні льону економічно доцільне, оскільки забезпечує одержання найвищого

умовно-чистого прибутку та коефіцієнта віддачі на одну гривню додаткових витрат.

Комплексна оцінка ефективності мінеральних добрив неможлива без урахування енергетичної складової. При енергетичному аналізі азотовмісних агрохімікатів існують деякі проблеми. Наприклад, енергетичний еквівалент для всіх видів азотних добрив нормується одним значенням – 86,6 МДж/кг д.р. Якщо мова йде про оцінку традиційних азотних добрив (аміачна селітра, карбамід), то ця величина може використовуватися в розрахунках, оскільки витрати енергії на одиницю діючої речовини цих агрохімікатів практично однакові. Якщо ж робити енергетичний аналіз ефективності використання ВАС, то треба брати до уваги той факт, що енергоємність виробництва цього агрохімікату в розрахунку на одиницю азоту майже вдвічі менша, ніж для аміачної селітри та карбаміду. Так, для ВАС енергетичний еквівалент становить 5,261, для карбаміду – 9,979, а для аміачної селітри – 10,136 МДж/кг д.р. З урахуванням енерговитрат на транспортування, зберігання та внесення добрив ця величина становить для ВАС – 5,85, карбаміду – 10,50 та для селітри – 10,67 МДж/кг д.р.

Наведені розрахунки (табл. 6.36) переконливо характеризують можливості щодо зниження енерговитрат при вирощуванні льону-довгунця за рахунок використання ВАС.

При порівнянні питомих енерговитрат і продуктивної дії по ВАС та аміачній селітрі виявлено, що енергоємність дози порівнювальних добрив становить: по контролю (табл. 6.36, загальнорекомендований варіант застосування аміачної селітри) – 320,10 МДж/га та 72,56 при позакореневому її внесенні і 39,78 МДж/га по ВАС (табл. 6.36).

Таким чином, максимального показника енергоємності приросту врожаю льонопродукції на 1 кг д.р. НРК в енергетичному еквіваленті було досягнуто в середньому за три роки при застосуванні ВАС на фоні фосфорно-калійних добрив у поєднанні зі стимулятором Агростимуліном. Це дозволило підвищити коефіцієнт корисної дії ВАС майже на 88 % порівняно з варіантом, де вуглеамонійна сіль

Таблиця 6.36 – Біоенергетична ефективність застосування аміачної селітра та ВАС під льон-довгунець, середнє за три роки

№ з/п	Показники		Варіанти мінеральних добрив						
			Без добрив – абсолютний контроль	P ₁₀ K ₃₀ – локально-фонової контроль	Фон – N ₃₀ АС* розкидним способом (еталон)	Фон + N _{6,8} ВАС позакоренево	Фон + N _{6,8} АС позакоренево	Фон + N _{6,8} ВАС + Емістим С позакоренево	Фон + N _{6,8} ВАС + Агростимулін позакоренево
1	Сумарний урожай льнопродукції, ц/га сухої речовини		4,7	6,5	6,9	7,2	7,7	8,3	9,4
2	Приріст сумарного врожаю льнопродукції	ц/га сух. реч.	-	1,8	2,2	2,5	3,0	3,6	4,7
		% до контролю	100	138,3	146,8	153,2	163,8	176,6	200,0
3	Енергетичний еквівалент приросту врожаю льнопродукції, МДж/га		-	3761	4588	5230	6275	7527	9822
4	Енергоємність мінеральних добрив та стимуляторів, МДж/га:	НПК	-	375,0	695,1	414,78	447,56	624,08	624,08
		у т.ч. азотних	-	-	320,1	39,78	72,56	39,78	39,78
5	Енергоємність приросту льнопродукції на 1 кг д.р. МДж/МДж	НПК	-	10,0	6,6	12,6	14,0	12,1	15,7
		у т.ч. азотних	-	-	-14,3	131,5	86,5	189,2	246,9
6	Збільшення ККД азотних добрив порівняно, разів	до фонув РК	-	-	1,22	1,39	1,67	2,0	2,61
		до еталону	-	-	-	1,14	1,37	1,64	2,14

*АС – аміачна селітра

застосовувалася без РРР (табл. 6.36).

Технологія вирощування льону-довгунця в умовах Лівобережного Полісся за удосконаленої системи азотного живлення, яка включає позакореневе використання ВАС та стимуляцію росту рослин препаратом Агростимуліном забезпечує підвищення врожайності насіння на 57 %, усього і довгого волокна на 58 та 30 %. Виходячи з цього, вуглеамонійна сіль є більш ефективним азотним добривом під льон-довгунець, ніж аміачна селітра.

Поєднання позакореневого удобрення ВАС із застосуванням рістстимулюючого препарату Агростимуліну (10 мл/га) є ефективним засобом підвищення виходу довгого волокна. При цьому зростає вартість вирощеної продукції при коефіцієнті ефективності 2,9 грн на 1 грн додаткових затрат.

6.5. Еколого-біологічні особливості органо-мінеральної системи удобрення та її вплив на продуктивність льону-довгунця

На сьогодні у світовому землеробстві намітилися тенденції до його екологізації і біологізації. Це спричинено двома головними чинниками. По-перше, необхідністю зменшення витрат традиційних енергоресурсів та пошуком і розширенням використання альтернативних. По-друге, потребою подолання негативних наслідків, пов'язаних із інтенсивним використанням хімічних добрив і засобів захисту рослин [4, 492].

Світова практика показує, що є реальні можливості знизити витрати енергії та ресурсів при відтворенні родючості ґрунтів за рахунок внутрішньогосподарських резервів – використання побічної продукції: післяжнивних решток і соломи зернових культур як органічних добрив, застосування сидератів та інших вуглецевмісних матеріалів [572-575]. Так, наприклад, у США на 36,7 % земель в обробітку залишається вся побічна продукція, на 20,6 % – використовується до 30 % її, а на 42,7 % – залишається 15 % побічної продукції (Сайко В. Ф., Малієнко А. М., 2007) [206].

Щорічно урожай соломи і стерні зернових в Україні становить 45-60 млн тонн, рослинних решток кукурудзи, ріпака, соняшника та інших культур – 45-50 млн тонн, проте з них тільки 40-65 % використовується на добрива, корм худобі, як сировина для промисловості, а решта спалюється разом із стернею, завдаючи при цьому значної шкоди довкіллю і родючості ґрунтів [571].

У Західній Європі використання зеленого добрива проміжних посівів різних культур є невід'ємною частиною сучасних біологізованих систем землеробства [566-568].

Відомо, що внесення лише мінеральних добрив призводить до переважання процесів розкладу над синтезом гумусу в ґрунтах, до зниження його вмісту та запасів. Успішне розв'язання цієї проблеми досягається в процесі систематичного регулювання надходження в ґрунт сирової органічної речовини. Як правило, між вмістом гумусу в ґрунтах (до певної величини) та урожайністю культур спостерігається пряма залежність, але вона має певні особливості (Мазур Г. А., 2008) [83].

Відповідно до стратегічного напрямку розвитку сільського господарства України на період до 2020 року (Ю. О. Лупенко, В. Я. Месель-Веселяк та ін., 2012), збільшення виробництва сидератів – один із пріоритетів у діяльності агропромислового комплексу. Передбачено було розширення площі посіву культур на сидерат у 2015 р. до 1,5 млн га, у 2020 р. – до 2 млн га, що уможливило збільшити утворення гумусу відповідно на 1350 і 1800 тис. т, а надходження в ґрунт NPK – в обсязі 251 і 342 тис. т. Економія коштів на придбання еквівалентної кількості мінеральних добрив мала досягти 1960 і 2620 млн грн [543].

Таким чином, розроблення екологічно безпечних ресурсоощадних технологій вирощування польових культур і поліпшення родючості ґрунту нерозривно пов'язане з біологізацією землеробства та енергозбереженням, важливою ланкою якого є використання зеленого добрива в поєднанні з соломою.

У цих умовах і виникла необхідність проведення детального аналізу ефективності внесення альтернативних видів органічних добрив під льон-довгунець з метою виявлення шляхів більш раціонального використання наявних місцевих джерел удобрення при можливій максимальній економії промислових неоновлюваних ресурсів на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах зони Лівобережного Полісся.

Дослідження (дослід 9, стор. 47-48) проводилися в умовах 3-факторного дослід, де вивчався комплексний вплив на ріст та розвиток рослин льону-довгунця соломи попередника, сидератів та доз мінеральних добрив на різних фонах застосування ЗЗР. У цілому дослід налічував 72 варіанти. Льон розміщувався у сівозмінній ланці: конюшина – озима пшениця – картопля – ячмінь – льон.

Зелені добрива певною мірою зближують умови агроценозів із біоценозами й оптимізують умови мінерального живлення культури, під яку їх застосовують. Як відомо, підбір культур на зелене добриво визначається біологічними властивостями самих рослин – реакцією на рівень родючості ґрунту (вміст гумусу, кислотність, наявність елементів живлення тощо) [543]. Перш за все, виходячи з цього, ми обрали підсівний злаковий сидерат – пажитницю. Оскільки злакові відносно стійко переносять дещо надлишкову кислотність ґрунту та незначний вміст у ньому поживних речовин і більш стійкі до затінення під покривною культурою. Післяжнивний сидерат – редьку олійну обрали як найбільш скоростиглу та відносно невибагливу до родючості ґрунту серед інших капустяних культур [542, 572].

Роки проведення досліджень відрізнялися за погодними умовами, які мали вплив на ріст та розвиток рослин льону-довгунця і культур сидератів (додатки К1-К4). Так, коефіцієнт варіації запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (0-20 см) від середнього багаторічного показника становив у середньому за 4 роки: перед посівом – 68 % з коливаннями по роках від 56 до 125 %; у період повних сходів – 82 % (59-114); “ялинки” – 102 % (87-115); цвітіння – 44 % (22-67).

Кількість опадів у найбільш відповідальний у житті культури міжфазний період ««ялинка» – цвітіння» дорівнювала в середньому 60 % від норми, коливання були в межах від 41 до 102 %; відповідно сума ефективних температур повітря ($t > +5$ °C) становила 85 % (70-101).

У середньому за 4 роки (табл. 6.37) біомаса, накопичена редькою олійною (сидерат 1), становила 53 %, а солома попередника – 57 % від біомаси пажитниці однорічної (сидерат 2).

Таблиця 6.37 – Надходження в ґрунт повітряно-сухої речовини та елементів мінерального живлення за рахунок соломи і культур-сидератів, середнє за чотири роки

Органічне добриво	Повітряно-суха біомаса, ц/га	Надійшло д.р. кг/га					
		C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	MgO
Поживні рештки (контроль)	6,3	272,5	3,8	1,3	8,2	2,4	1,5
Солома 3 т/га	25,8	1374,4	16,2	5,6	36,4	10,9	8,5
Редька олійна (сидерат 1)	23,7	890,4	41,1	23,9	53,3	37,3	5,0
Пажитниця однорічна (сидерат 2)	44,9	1565,0	109,4	26,0	105,4	28,4	11,5
Сидерат 1 + солома 3 т/га	49,5	1992,0	53,5	28,1	81,5	45,8	12,0
Сидерат 2 + солома 3 т/га	68,6	2696,5	121,4	30,1	136,6	37,6	20,2

З пажитницею також у ґрунт надходила найбільша кількість елементів мінерального живлення. За накопиченням сухої речовини та азоту сидерати були рівноцінні дозам підстилкового гною 22-29 та 29-40 т/га, відповідно, за кількістю фосфору – 16-23, калію – 29-35, кальцію – 17-24, магнію – 25-46 т/га, в середньому – 23-31 т/га.

Надходження рослинних решток у ґрунт має велике значення, оскільки це основне джерело органічного вуглецю. Надходження органічного вуглецю покращує такі показники ґрунтової родючості, як структура, щільність та водоутримуюча здатність, швидкість інфільтрації вологи, а також мікробіологічна активність ґрунту. За даними Д. Таркалсона та ін. (2015), для підтримання $C_{\text{орг}}$ у ґрунті щорічне надходження вуглецю повинно становити 1531 кг С/га [569]. В умовах наших досліджень найбільша кількість вуглецю – 2696,5 кг/га надходила у ґрунт на фоні поєднаного застосування сидерату 2 (пажитниця однорічна) та соломи (табл. 6.37).

Відомо, що удобрювальна дія сидератів і соломи визначається не тільки кількістю біомаси, що надійшла до ґрунту, але й співвідношенням вуглецю до азоту в органічній речовині. Результати аналізу рослинних зразків показали істотну різницю за цією ознакою (табл. 6.38).

Найбільш широким співвідношенням С:N характеризувалася солома, найбільш вузьким – злаковий сидерат пажитниця однорічна. У перший рік після внесення органічних добрив виділення вуглекислого газу ґрунтом було найвищим при використанні злакового сидерату як окремо, так і в поєднанні з соломою – перевищення становило відповідно 38 та 83 % (табл. 6.38). На наш погляд, це вказує на більш тривалий час розкладання в ґрунті органічної речовини або ж на більш високу активізацію життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів на цих варіантах після його мінералізації в порівнянні з іншими видами органічних добрив, що вивчалися.

Це підтверджується даними, які отримані на дослідному полі кафедри загального землеробства Львівського ДАУ (І. А. Шувар та ін., 2015), де за приорювання післяжнивних сидератів загальна кількість мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-20 см збільшувалася порівняно до контролю в 1,5-2 рази, за поєднання сидерату з мінеральними добривами – у 2,5-2,8 разу, при цьому кількість

амоніфікаторів зростала в 2 рази, а продукуюча здатність CO_2 – важливого фактора інтенсифікації процесів фотосинтезу – зростала на 30-40 %. Поєднання зеленої маси сидерату (C:N=20-25:1) і соломи (C:N=80-100:1) створювало в ґрунті кращі умови для розкладання: зменшувало втрати азоту під час розкладання зеленої маси і пришвидшувало їх для соломи [543].

Біологічна активність ґрунту істотно залежала від гідротермічних умов. Коливання коефіцієнту варіації цього показника від середнього за 4 роки були наступними: на контролі (пожнивні рештки) – від 13 до 192, на варіанті з внесенням соломи – 19-179, редьки олійної – 14-213, пажитниці однорічної – 19-176, а при сумісному внесенні сидератів із соломою, відповідно, 18-202 та 15-201 %. Таким чином, на варіантах, де внесення значної кількості вуглецевого матеріалу поєднувалося з підвищеним процентним вмістом азоту в ньому, тобто співвідношення C:N було менше критичного (у більшості випадків критичне співвідношення C:N становить від 15 до 33, а критичний вміст азоту дорівнює 1,2-2,6 %), ступінь біологічної активності була вищою і, відповідно, рівень вмісту мінерального азоту ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$) в орному шарі ґрунту – теж (табл. 6.38, додаток К9). При цьому, як показали дослідження, орний шар ґрунту в період бутонізації льону-довгунця характеризувався більш високим вмістом аміачного азоту та більш низьким – нітратного.

Зниження інтенсивності процесу розкладання біомаси сидерату було підтверджено у дослідженнях В. С. Бульо та В. В. Сорочинського (2004). Так, додавання подрібненої соломи до біомаси сидерату сповільнювало процес розкладання, а це певною мірою стимулювало процеси гуміфікації, підвищуючи її до 0,25 %, тоді як без соломи цей показник не перевищував 0,17 % [570]. Таким чином, солома в даному випадку виступає у ролі інгібітора нітрифікації. Окрім цього, що є дуже важливим для ґрунтів легкого гранулометричного складу, за даними К. І. Довбана (1990), саме цей захід покращує сталість ґрунтових агрегатів та їхню водоутримуючу здатність [509].

Таблиця 6.38 – Співвідношення вуглецю до азоту в органічних добривах, біологічна активність ґрунту (шар 0-20 см) в період бутонізації льону-довгунця, середнє за чотири роки

Органічні добрива	Мінеральні добрива	Біологічна активність ґрунту, CO ₂ , мг/м ² /год	Співвідношення С : N	мг/100 г ґрунту		Ступінь розкладання по виділенню CO ₂ , %
				NO ₃	NH ₄	
Пожнивні рештки (контроль)	N ₀ P ₀ K ₀ - контроль	71,4	72 : 1	1,62	1,80	44
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ – повна доза			1,28	1,93	
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ – половинна доза			1,63	1,83	
Солома 3 т/га	N ₀ P ₀ K ₀	77,7	85 : 1	1,64	2,35	44
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀			1,87	2,01	
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅			1,89	2,15	
Редька (сидерат 1)	N ₀ P ₀ K ₀	67,6	22 : 1	1,42	1,81	90
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀			1,66	2,29	
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅			1,45	2,34	
Пажитниця (сидерат 2)	N ₀ P ₀ K ₀	98,5	14 : 1	1,52	2,15	86
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀			2,61	3,28	
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅			1,57	2,50	
Сидерат 1 + солома	N ₀ P ₀ K ₀	80,9	37 : 1	1,50	2,29	67
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀			1,85	2,86	
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅			1,73	2,70	
Сидерат 2 + солома	N ₀ P ₀ K ₀	130,8	22 : 1	1,75	2,38	65
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀			1,49	2,65	
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅			1,58	2,77	

Проведені нами дослідження показали, що розвиток рослин льону відрізнявся по варіантах в залежності від фону удобрення (табл. 6.39, додаток К5). Динаміка росту рослин та накопичення ними біомаси в середньому за 4 роки на фоні однобічного внесення органічних добрив (порівняно до контролю блок 1 – стерня варіант 1

– без мінеральних добрив) усереднено по фазах росту та розвитку змінювалися наступним чином: при внесенні соломи (блок 2) дані показники зростали відповідно на +7,4 та +2,8 %; редьки олійної (блок 3) – на +12,7 та +5,6 %; пажитниці (блок 4) – на +8,8 та +20,9 %; редька + солома (блок 5) – на +13,9 та +24,8 %; пажитниця + солома – на +10,2 та +21,5 %. Таким чином, найбільш інтенсивний ріст та розвиток рослин льону протягом вегетаційного періоду спостерігався на фоні заорювання соломи у поєднанні з редькою олійною на зелене добриво.

Оскільки дерново-підзолисті ґрунти Лівобережного Полісся характеризуються незначними запасами поживних речовин, то застосування мінеральних добрив під льон-довгунець мало помітний вплив на динаміку росту рослин культури. Так, у середньому за 4 роки порівняно з абсолютним контролем (вар. 1) при внесенні $N_{30}P_{60}K_{90}$ (загальнорекомендована доза – еталон вар. 2) динаміка лінійного росту рослин протягом вегетації підвищувалася усереднено по фазах на 21,6 %, а приріст біомаси – на 45,2 %; застосування половинної дози – $N_{15}P_{30}K_{45}$ (вар. 3) збільшувало ці показники відповідно на 16,9 та 30,5 %; локальне внесення перед посівом складних комплексних добрив у дозі $N_{13}P_{13}K_{13}$ – на 16,7 та 45,8 %; позакореневе застосування макро- та мікроелементів у вигляді Фоліферт суперу у фазі “ялинки” – відповідно на 14,4 та 28,2 %, а внесення балансово-розрахункової дози добрив $N_{31}K_{68}$ (вар.6) – на 22,0 та 44,6 % (табл. 6.39, додаток К5).

На наш погляд, доцільним є порівняння ефективності дії мінеральних добрив з еталонним контролем (загальнорекомендована доза – вар. 2). Аналіз показав, що за показниками динаміки лінійного росту рослин усі інші варіанти поступалися еталону на 3,8-5,9 %, при цьому більш близьким до нього був варіант із внесенням балансово-розрахункової дози (вар.6). А за показниками динаміки приросту біомаси варіант 6 та варіант 4 (локальне внесення добрив) були на рівні з еталоном (табл. 6.39).

На нашу думку, це свідчить про більш раціональне використання елементів живлення з добрив при локалізації та збалансованості внесення. Така спрямованість дії мінеральних добрив спостерігалася на всіх без винятку фонах із внесенням органічних добрив (додаток К5).

Якщо порівняти сумарні усереднені по блоках і варіантах дані за показниками динаміки приросту рослин у висоту та накопичення ними біомаси як узагальнюючу величину до контролю (блок 1), то дані аналізу свідчать, що блоки відносно контролю розташувалися наступним чином: солома (блок 2) відповідно 101,6 та 108,5 %, редька олійна (блок 3) – 103,8 та 111,1 %, пажитниця (блок 4) – 101,0 та 112,0 %, пажитниця + солома (блок 6) – 108,2 та 122,2 %, редька + солома (блок 5) – 109,4 та 125,2 %. Тобто найбільш високі показники було отримано по блоку 5, де мінеральні добрива застосовувалися на фоні поєднаного внесення соломи та біомаси редьки олійної (табл. 6.39).

Аналіз показників біометричного стану посіву, морфологічних ознак рослин та динаміки їхнього росту показав, що на окреме застосування соломи й біомаси сидератів льон-довгунець реагував позитивно (табл. 6.40, додатки К6, К7).

Так, показники повноти польової схожості насіння, густоти рослин перед збиранням зростали, відповідно, на 1,4-7,2 та 3,8-6,1 відсотка. Показник виживання рослин за вегетаційний період був незначно нижчим за контроль, за винятком результату на фоні соломи (+2,3 %). У варіантах із застосуванням соломи та сидератів і їхнього поєднання зростали також показники параметрів кількості продуктивних рослин (+1,6-6,4 %), вирівняності стеблостою (+0,5-2,5 %), загальної довжини рослин (+1,2-7,5 %) та їхньої технічної довжини (+1,9-11,5 %) і маси 1000 насінин – на 1,1-4,5 % (табл. 6.40, додатки К6, К7).

При однобічному застосуванні мінеральних добрив теж відмічався значний позитивний вплив на показники біометрії посіву та морфологічних ознак рослин льону-довгунця.

Таблиця 6.39 – Вплив системи удобрення на динаміку приросту висоти рослини та накопичення повітряно-сухої біомаси льону-довгунця (усереднені дані по фазах розвитку: “ялінка” – цвітіння – бутонізація), середнє за чотири роки

Показники	Варіанти органічних добрив	Варіанти мінеральних добрив						±, % до конт-ролю
		Варіант 1 без добрив (контроль)	Варіант 2 N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ загальна реко- мендована доза – еталон	Варіант 3 N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ половин- на доза	Варіант 4 N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃ локально	Варіант 5 Фоліферт супер – позакоре- нево	Варіант 6 N ₃₁ P ₆₀ K ₆₈ балансово- розрахункова доза	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Висота рослин, см	Блок 1. Стерня (контроль)	43,1*/100	9,3/121,6	7,3/116,9	7,1/116,7	6,2/114,4	9,5/122,0	49,7*/ 100
	Блок 2. Солома 3т/га	3,2**/107,4	9,6/122,3	7,2/116,7	9,2/121,3	6,5/115,1	8,9/120,6	0,80/ 101,6
	Блок 3. Редька (сидерат 1)	5,5/112,7	12,8/129,7	9,9/123,0	8,3/119,2	6,2/114,4	8,1/118,8	1,9/ 103,8
	Блок 4. Пажитниця (сидерат 2)	3,8/108,8	9,5/122,0	5,2/112,1	6,3/114,6	5,5/112,8	9,1/128,1	0,50/ 101,0
	Блок 5. Солома + сидерат 1	6,0/113,9	14,8/134,3	11,9/127,6	12,5/129,0	8,7/120,2	13,9/132,2	4,7/ 109,4
	Блок 6. Солома + сидерат 2	4,4/110,2	13,8/132,0	10,3/123,9	12,2/128,3	10,8/125,0	12,9/129,9	4,10/ 108,2
±см/% до контролю		46,9/100	7,8/116,6	4,8/110,2	5,5/111,7	3,5/107,5	7,1/115,1	-/-

Продовження табл. 6.39

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Повітряно-суха біомаса 10 рослин, г	Блок 1. Стерня (контроль)	1,77*/100	0,80/145,2	0,54/130,5	0,81/145,8	0,50/128,2	0,79/144,6	2,34*/100
	Блок 2. Солома 3т/га	0,05/102,8	1,17/166,1	0,76/142,9	0,93/152,5	0,73/141,2	1,13/163,8	0,20/108,5
	Блок 3. Редька (сидерат 1)	0,10/105,6	1,24/170,0	0,81/145,8	0,93/152,5	0,85/148,0	1,07/160,4	0,26/111,1
	Блок 4. Пажитниця (сидерат 2)	0,37/120,9	1,41/179,7	0,79/144,6	0,74/141,8	0,61/134,5	1,19/167,2	0,28/112,0
	Блок 5. Солома + сидерат 1	0,44/124,8	1,76/199,4	1,17/166,1	1,20/167,8	0,97/154,8	1,42/180,2	0,59/125,2
	Блок 6. Солома + сидерат 2	0,38/121,5	1,64/192,6	1,02/157,6	1,36/176,8	0,83/146,9	1,30/173,4	0,52/122,2
±г/% до контролю		1,97/100	1,14/157,9	0,65/133,0	0,79/140,1	0,55/127,9	0,95/148,2	-/-

* абсолютний показник на контролі;

** у чисельнику – абсолютний приріст, у знаменнику – відсотки.

Таблиця 6.40 – Показники біометрії посіву та морфологічних ознак рослин льону в залежності від органічних добрив, середнє за чотири роки

Показники		Варіанти органічних добрив					
		стерня (конт- роль)	солома 3 т/га	сиде- рат 1	сиде- рат 2	сиде- рат 1 + солома	сиде- рат 2 + солома
Повнота сходів, %		73,5*/ 100**	75,4/ 102,6	78,8/ 107,2	74,5/ 101,4	78,6/ 106,9	76,7/ 104,3
Густота стебел перед збиранням, шт./м ²		1592/ 100	1681/ 105,6	1690/ 106,1	1581/ 99,3	1684/ 105,8	1652/ 103,8
Загинуло рослин за вегетацію, %		86,5/ 100	88,5/ 102,3	86,1/ 99,5	85,1/ 98,4	85,6/ 98,9	86,5/ 100
Продуктивних рослин, % до загальної		87,8/ 100	89,2/ 101,6	89,6/ 102,0	93,4/ 106,4	90,0/ 102,5	89,4/ 101,8
Вирівняність стеблостою, %		92,8/ 100	93,3/ 100,5	93,9/ 101,2	94,5/ 101,8	94,2/ 101,5	95,1/ 102,5
Довжина рослин, см	загальна	71,8/ 100	73,2/ 101,9	76,4/ 106,4	72,7/ 101,2	77,2/ 107,5	76,2/ 106,1
	технічна	62,5/ 100	63,7/ 101,9	68,5/ 109,6	65,0/ 104,0	69,7/ 111,5	69,5/ 111,2
Сформу-валосся на одній рослині, шт.	коробочок	1,35/ 100	1,30/ 96,3	1,30/ 96,3	1,20/ 88,9	1,60/ 118,5	1,40/ 103,7
	насінин	7,35/ 100	7,80/ 106,1	8,15/ 110,9	6,10/ 83,0	7,95/ 108,2	7,80/ 106,1
Діаметр стебел, мм		1,65/ 100	1,60/ 97,0	1,55/ 93,3	1,65/ 100	1,60/ 97,0	1,65/ 100
Маса 1000 насінин, г		4,45/ 100	4,60/ 103,4	4,65/ 104,5	4,45/ 100	4,60/ 103,4	4,50/ 101,1

* у чисельнику абсолютний показник, ** у знаменнику – процент до контролю

У залежності від варіантів внесення добрив зростала повнота сходів на 4,1-15,6 %, зростала висота рослин на 5,1-10,7 % та їхня технічна довжина – на 6,5-19,4 %; підвищувалася кількість сформованих коробочок на одній рослині та насінин у них, відповідно, на 11,1-37,0 та 2,7-53,1 %; підвищувалася маса 1000 насінин на 3,4-6,7 % (табл. 6.41, додатки К5, К6).

Таблиця 6.41 – Показники біометрії посіву та морфологічних ознак рослин льону в залежності від мінеральних добрив, середнє за чотири роки

Показники		Варіанти мінеральних добрив					
		Без добрив (контр-роль)	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	Фолі-ферг супер	Балансово-розрахункова доза N ₃₁ P ₀ K ₆₈
Повнота сходів, %		73,5*/ 100**	85,0/ 115,6	77,3/ 105,2	76,6/ 104,2	76,5/ 104,1	79,5/ 108,2
Густота стебел перед збиранням, шт./м ²		1592/ 100	1797/ 112,9	1691/ 106,2	1728/ 108,5	1660/ 104,3	1756/ 110,3
Вживання рослин, %		86,5/ 100	85,1/ 98,4	87,5/ 101,1	89,3/ 103,3	86,3/ 99,8	88,2/ 102,0
Продуктивних рослин, % до загальної		87,8/ 100	89,4/ 101,8	91,2/ 103,9	90,0/ 102,6	88,8/ 101,2	91,5/ 104,3
Вирівняність стеблостою, %		92,8/ 100	92,6/ 99,8	92,1/ 99,3	94,2/ 101,5	93,0/ 100,3	93,1/ 100,3
Довжина рослин, см	загальна	71,8/ 100	79,5/ 110,7	76,5/ 106,5	76,8/ 107,0	75,5/ 105,1	79,0/ 110,1
	технічна	62,5/ 100	74,6/ 119,4	67,5/ 108,0	68,6/ 109,8	66,5/ 106,5	70,9/ 113,4
Сформувалося на одній рослині, шт.	коробочок	1,35/ 100	1,85/ 137,0	1,50/ 111,1	1,60/ 118,5	1,70/ 125,9	1,75/ 129,6
	насінин	7,35/ 100	10,85/ 147,6	7,55/ 102,7	7,90/ 107,5	9,25/ 125,8	11,25/ 153,1
Діаметр стебел, мм		1,65/ 100	1,50/ 90,9	1,55/ 93,9	1,50/ 90,9	1,50/ 90,9	1,45/ 87,9
Маса 1000 насінин, г		4,45/ 100	4,60/ 103,4	4,60/ 103,4	4,75/ 106,7	4,70/ 105,6	4,70/ 105,6

* у чисельнику абсолютний показник, ** у знаменнику – процент до контролю

Таким чином, найкращі показники параметрів біометрії посіву та морфологічних ознак рослин льону-довгунця в середньому за 4 роки було отримано на фоні поєднаного застосування соломи та біомаси редьки олійної за внесення повної дози мінеральних добрив. Дещо менші величини даних показників спостерігалися на цьому фоні при внесенні балансово-розрахункової дози мінеральних добрив.

За даними ФАО, середньорічні втрати від бур'янів у світовому сільському господарстві перевищують \$20 млрд, що становить близько 5 % вартості фактично зібраного врожаю. В Україні зниження валових зборів сільськогосподарських культур унаслідок забур'яненості сягає 25-30, а в окремих випадках навіть 50% [14, 576-579].

Правильна система захисту культур повинна бути збалансованою, тобто поєднувати високу біологічну ефективність ЗЗР та не перевищувати встановлені норми максимально допустимого рівня залишків пестицидів. Тому екологічна складова застосування пестицидів має дуже важливе значення. При цьому забруднення ґрунтів має чіткий регіональний характер. Надмірні концентрації шкідливих речовин у ґрунтах Полісся пов'язані певною мірою із неправильним використанням мінеральних добрив та гербіцидів. Наприклад, із дозволених у 1996 році для використання препаратів найбільша частка виявлення їхніх залишків у ґрунті спостерігалася за ТХАН (натрієва сіль трихлороцтової кислоти) – 88 % проб. До речі, цей гербіцид на той час застосовувався у льонарстві для боротьби з таким злісним бур'яном, як пирій повзучий [14, 116].

В сучасних умовах у практиці льонарства гостро стоїть проблема ефективності хімічних обробок, зокрема, недостатньої ефективності дії гербіцидів проти дводольних бур'янів. Це зумовлено багатьма факторами: великою різноманітністю видового складу дводольних бур'янів на полях, розтягнутим періодом проростання їхнього насіння, фазовими змінами росту й розвитку самих бур'янів, що робить їх менш чутливими до згубної дії гербіцидів. Таким чином, високоефективне застосування гербіцидів залежить від багатьох змінних факторів, які необхідно враховувати, обираючи оптимальний варіант.

У зоні Лівобережного Полісся за запасами насіння в орному шарі ґрунту серед видів бур'янів на першому місці стоїть родина Лободових. У структурі загальних запасів насіння кількість

представників цієї родини становить 62,7 %, наступні – Амарантові (Ширицеві) – 21,6 %, Тонконогові (Злакові) – 6,4 %, Гречкові – 4,5 %, Капустяні (Хрестоцвіті) – 1,6 %, Айстрові (Складноцвіті) – 1,1 %. У даній зоні у посівах льону спостерігається засміченість змішаним складом бур'янів (С. О. Трибель та ін., 2001). Хоча у багатьох видів бур'янів є певні сезонні максимуми проростання, вони здатні і дають сходи протягом майже усього вегетаційного періоду. До таких бур'янів належать розповсюджені в зоні: лобода біла, лобода гібридна, шириця звичайна, мишій сизий, пушняк канадський та інші. Їх практично неможливо повністю знищити на посівах за короткочасного, навіть дуже ефективного заходу [61].

В той же час сучасними дослідженнями встановлено, що застосування сидеральної культури здебільшого посилює фітосанітарну дію науково обґрунтованої сівозміни, особливо післяжнивні посіви хрестоцвітих сидератів, які мають алелопатичний вплив на бур'яни, а це в свою чергу може дати змогу мінімізувати застосування гербіцидів [542]. При цьому пригніченню бур'янів сприяють також як своєчасний обробіток ґрунту, так і поліпшення умов для проростання насіння бур'янів під укриттям сидерату із подальшим їхнім придушенням та знищенням унаслідок пріорювання зеленого добрива [543].

Відомі також дослідження, результати яких показали, що у північних умовах (Полісся), де переважають ґрунти з низькою рН, розкладання клітковини соломи може відбуватися і при знижених температурах. Очевидно, що при загортанні соломи в серпні-вересні розкладання її протікає пізньої осені та ранньої весни. При цьому в процесі розкладання у соломі виявлено низку похідних фенолу і розчинних форм органічних сполук – саліцилової та гідростеаринової кислот і ваніліну. У ґрунті накопичуються продукти їхньої мінералізації – ванілінова, кумарова та бензойна кислоти, а також низка органічних кислот – мурашина, оцтова, молочна, масляна, щавелева, бурштинова, валеріанова та інші, які є фітотоксичними. Депресивний ефект продуктів розкладу соломи проявляється в затримці росту

коріння бур'янів, порушенні обміну речовин, хлорозі, що дуже важливо при наявності на полі зимуючих видів бур'янів [571].

Виходячи з цього, нами було проведено аналіз фітосанітарного стану посіву льону-довгунця на різних фонах системи удобрення та захисту (додаток К8). Ефективність впливу на засміченість льону-довгунця соломи та сидератів визначали за ступенем початкового рівня забур'янення посівів на фоні стерні (варіант без добрив та гербіцидів – абсолютний контроль). Оскільки при обприскуваннях сходів бур'янів і рослин льону гербіцидами їхня згубна дія проявляється лише на рослинах бур'янів, що вегетують, ефективність дії гербіцидів розраховували при другому обліку бур'янів (перед збиранням льону) щодо початкового рівня забур'яненості з обов'язковою поправкою на контроль (еталонний варіант – стерня + варіант без добрив + гербіциди). Оскільки впродовж вегетації на варіантах контролю було істотне природне наростання кількості бур'янів. Розрахунки ефективності дії гербіцидів тільки щодо початкової забур'яненості без поправки на контроль не завжди правомірні та можуть призводити (при певній різниці в рівні початкового забур'янення на контрольних і дослідних ділянках) до викривлення показників фактичної ефективності гербіцидів чи інших захисних заходів (С. О. Трибель та ін., 2001) [61].

Розрахунки свідчать, що зниження щільності бур'янів до початкової забур'яненості в досліді з поправкою на контроль (стерня) на фоні внесення соломи без застосування гербіцидів становило 7,3 %, а при обробці гербіцидами – 26,3 %. На фоні хрестоцвітого сидерату (сидерат 1) відповідно – 34,7 % та 19,8 %, пажитниці (сидерат 2) – 0,6 % та 38,2 %, поєднаного застосування сидерату 1 + солома – 4,8 та 42,3 %, сидерату 2 + солома – 10,1 та 15,9 % (додаток К8). У цілому по всіх блоках із внесенням органічної речовини гербіцидний фон перед збиранням культури нарахував на одиниці площі в середньому на 52,4 % (з коливаннями по блоках від 41,7 до 67,4 %) в кількісному та на 60,5 % (13,6-75,7 %) у ваговому відношеннях бур'янів менше. На варіантах із мінеральними

добривами ці показники були аналогічними та становили відповідно 51 (43-58) та 53 (46-63) %.

Застосування мінеральних добрив на фоні стерні, пажитниці однорічної та її поєднання з соломою сприяло зростанню повітряно-сухої маси бур'янів на одиниці площі посіву. А використання туків на фоні хрестоцвітого сидерату та його поєднання з соломою, навпаки – знижувало біомасу бур'янів. Оскільки сприяло кращому розвитку рослин льону та підвищенню їхньої конкурентоспроможності по відношенню до рослин бур'янів. При цьому біомаса бур'янів знижувалася на 14-34 %.

На гербіцидному фоні наземна повітряно-суха маса такого злісного бур'яну, як пирій повзучий, знижувалася на 33, а маса кореневищ у шарі ґрунту 0-15 см – на 28 %. Це дозволило знизити непродуктивний винос даним бур'яном з ґрунту азоту – на 19,6, фосфору – на 6,6, калію – на 34, кальцію – на 6,1 та магнію – на 4,3 кг/га.

На сьогодні актуальним є створення біологічно сприятливих умов у ґрунті. Внесення органічних та мінеральних добрив значно впливає на зміни екологічного стану ґрунту, особливо складу мікробних ценозів. При цьому кількість та якість органічної речовини соломи й сидератів неоднакова. У зв'язку з цим, їхній вплив на мікрофлору ґрунту теж різний. Так, солома на 60 % складається із важкогідролізованих сполук, що містять велику кількість лігніну, целюлози, фенольних сполук, тому вона не забезпечує сприятливих умов для розвитку мікроорганізмів у ґрунті. Зелені добрива, з точки зору регуляторів ґрунтових мікробіологічних процесів, є активним фактором, адже вони – джерело надходження саме легкогідролізованої органічної речовини (Г. А. Мазур, 2008) [83].

Підвищення фунгістатичного потенціалу ґрунту, тобто створення умов, які уповільнюють розвиток патогенних форм грибів, перебуває у прямій залежності від діяльності всього мікробного угруповання ґрунту. До переваг сидератів відносять їхню властивість зменшувати кількість фітопатогенних мікроорганізмів. Це пов'язано з тим, що

зелена маса сидерату викликає бурхливий розвиток сапрофітної мікрофлори, яка пришвидшує мінералізацію рослинних решток – основного субстрату, на якому розвиваються збудники хвороб. Крім того, унаслідок пріорювання зеленої маси в ґрунті у декілька разів зростає кількість актиноміцетів, які є антагоністами фітопатогенів (О. М. Бердніков та ін., 2004.; В. В. Волкогон, 2010; І. А. Шувар та ін., 2015) [543, 580, 581].

Аналіз фітосанітарного стану посіву льону-довгунця (табл. 6.42, додаток К10) показав, що в середньому за 4 роки при внесенні соломи, порівняно з абсолютним контролем (стерня – варіант без мінеральних добрив) ступінь ураженості рослин зростав на 16,1 відсотка. На фоні редьки олійної (сидерат 1) ступінь ураженості рослин комплексом хвороб знижувався відносно контролю на 33,1 %, пажитниці однорічної (сидерат 2) – лише на 6,5 %. У варіанті із поєднаним застосуванням хрестоцвітого сидерату та соломи рівень інфекції знижувався на 9,2 %, а при сумісному внесенні біомаси злакового сидерату (пажитниця однорічна) та соломи цей показник відносно контролю зростав із 13 до 13,6 абсолютного або +4,6 відсотка (в.п.).

Застосування мінеральних добрив на фоні стерні мало оздоровчий ефект – зниження ступеня ураженості рослин хворобами в середньому становило 7,4 % (з коливаннями від 3,8 до 10 %). На фоні хрестоцвітого сидерату зниження рівня інфекцій становило відповідно 12,6 % (7,7-25,4 в.п.), а злакового сидерату – 5,5 % (з коливаннями від -1,5 до +10 % в.п.). Внесення мінеральних добрив із соломою та при її поєднанні зі злаковим сидератом сприяло зростанню рівня ураженості відносно контрольного фону (стерня) в середньому на 16,3 та 17,1 в.п. (табл. 6.42).

Фітопатологічні спостереження за проявом окремих видів хвороб дають можливість стверджувати, що в середньому за 4 роки рослини льону найбільше уражалися іржею – 44,3 %, аскохітозом – 20,4, поліспорозом – 17,9, антракнозом – 17,4 %. Інтенсивність ураження рослин іржею коливалася в залежності від органічних добрив від 41

до 50,3 %. Найменшим ступінь ураження був при застосуванні хрестоцвітого сидерату, найбільшим – злакового. На інших фонах цей показник незначно перевищував контроль (додаток К10).

Таблиця 6.42 – Ступінь ураженості рослин льону-довгунця хворобами в залежності від системи удобрення, %, середнє за чотири роки

Варіанти органічних добрив	Варіанти мінеральних добрив						В середньому по фону	% до контролю -ного фону
	Без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	Фолі-ферт супер	N ₃₁ P ₀ K ₆₈		
Стерня (контрольний фон)	<u>13,0*</u> 100,0	<u>12,0</u> 92,3	<u>12,5</u> 96,1	<u>12,0</u> 92,3	<u>11,7</u> 90,0	<u>12,0</u> 92,3	12,2	100
Солома 3 т/га	<u>15,1</u> 116,1	<u>16,1</u> 123,84	<u>13,0</u> 100	<u>16,2</u> 124,6	<u>15,1</u> 116,1	<u>15,17</u> 116,1	15,1	123,8
Редька олійна (сидерат 1)	<u>8,7</u> 66,9	<u>9,7</u> 74,6	<u>12,0</u> 92,3	<u>13,0</u> 100	<u>11,3</u> 86,9	<u>10,8</u> 83,1	10,9	89,3
Пажитниця однорічна (сидерат 2)	<u>12,16</u> 93,1	<u>13,2</u> 101,5	<u>12,0</u> 92,3	<u>12,5</u> 96,1	<u>12,0</u> 92,3	<u>11,7</u> 90,05	12,2	100
Сидерат 1 + солома 3 т/га	<u>11,8</u> 90,8	<u>12,3</u> 94,6	<u>12,1</u> 93,1	<u>13,5</u> 103,8	<u>12,1</u> 93,1	<u>12,3</u> 94,6	12,3	100,8
Сидерат 2 + солома 3 т/га	<u>13,6</u> 104,6	<u>15,2</u> 116,9	<u>16,4</u> 126,1	<u>13,3</u> 102,3	<u>17,2</u> <u>132,3</u>	<u>14,0</u> 107,7	14,9	122,1

* у чисельнику – абсолютний показник, у знаменнику – відсоток до контролю

Таким чином, отримані результати можуть свідчити про певний фунгістатичний вплив легкогідролізованого органічного добрива (хрестоцвітого сидерату – редьки олійної), що, можливо, відбувається за рахунок затримання активізації фітопатогенних грибів завдяки розвитку конкуруючої бактеріальної флори [582].

Аналіз зміни величини врожаїв льонопродукції за роками з різними погодними умовами показав, що насіннева продуктивність льону визначалася погодними умовами в період вегетації на 90 %. Істотна частка участі органічних добрив у формуванні врожайності в середньому за 4 роки становила по соломі 28,5 %, по довгому волокну – 31 %. На частку мінеральних добрив припадало відповідно 46,7 та 52 %. Ефект від сумісної дії цих факторів на врожайність насіння коливався від 3 до 7 % і перебував у межах похибки експерименту (додатки K11, K12).

Оцінюючи дію досліджуваних варіантів альтернативної органо-мінеральної системи удобрення льону-довгунця, можна відмітити, що вони по-різному впливали на показники продуктивності культури (табл. 6.43). Нами встановлено, що середні прирости врожайності льонопродукції в середньому за чотири роки, порівняно з контролем (стерня, без мінеральних добрив) за внесення в ґрунт органічних добрив у вигляді соломи попередника, становили: льоносоломки – 4,4 ц/га (+8 %), довгого волокна – 0,9 ц/га (+8,7 %), насіння – 0,5 ц/га (+10,2 %); фітомаси хрестоцвітого сидерату, відповідно – 5,7 ц/га (+10,4 %), 1,1 ц/га (+10,7 %) та 0,7 ц/га (+14,3 %). Злаковий сидерат забезпечував нижчі прирости врожаїв, відповідно до видів льонопродукції – 1,7 ц/га (+3,1 %), 0,3 (+2,9 %) та 0,3 ц/га (+6,1 %). Сумісне застосування соломи з сидератами дало додатковий ефект. Слід зазначити, що поєднання зеленого добрива у вигляді хрестоцвітого сидерату з соломою дало змогу одержати максимальний приріст до контролю, відповідно по льоносоломі – 9,7 ц/га (+17,7 %), довгому волокну – 1,8 ц/га (+17,5 %) та насінню – 1 ц/га (+20,4 %). Урожайність на контролі (стерня, без добрив) становила відповідно 54,8, 10,3 та 4,9 ц/га (табл. 6.43). Таким чином, за впливом окремих видів органічних добрив на формування приросту врожаїв льонопродукції їх можна розмістити наступним чином: солома + хрестоцвітий сидерат > хрестоцвітий сидерат > солома + злаковий сидерат > солома > злаковий сидерат.

Мінеральні добрива впливали по-різному на урожайність льону-довгунця. Так, їхнє внесення у повній дозі $N_{30}P_{60}K_{90}$ (вар. 2) у середньому за роки досліджень забезпечило найбільше підвищення приросту льоносоломи та довгого волокна порівняно з контролем, відповідно – 14,8 ц/га (+27 %) та 2,8 ц/га (+27,2 %) при врожайності на контролі 54,8 та 10,3 ц/га. Дуже близьким за приростами врожайності до нього був варіант із внесенням розрахунково-балансової дози $N_{31}P_0K_{68}$ (вар. 6) – приріст становив відповідно 14,2 ц/га (+25,9 %) та 2,7 ц/га або +26,2 % (табл. 6.43). В цілому за впливом окремих варіантів мінеральних добрив на формування приросту врожаїв льоносоломи та довгого волокна їх можна розмістити в такому порядку: $N_{30}P_{60}K_{90} > N_{31}P_0K_{68} > N_{15}P_{30}K_{45} > \text{Фоліферт супер (позакоренево)} > N_{13}P_{13}K_{13}$ (локально).

Щодо врожайності насіння льону-довгунця, то максимальний приріст в середньому за 4 роки було отримано на варіанті із застосуванням позакореневого обприскування рослин льону універсальним комплексним добривом з широким вмістом макро- та мікроелементів – Фоліферт супер (вар. 5) – 1,4 ц/га або +28,6 % до абсолютного контролю. Всі інші варіанти із внесенням мінеральних добрив забезпечували дещо менші прирости врожаю насіння – від 0,8 ц/га (+16,3 %) до 1,2 ц/га (+24,5 %) при врожаї на контролі – 4,9 ц/га (табл. 6.43). При цьому за насінневою продуктивністю різниця між варіантами перебувала в межах похибки експерименту.

При сумісному застосуванні органічних та мінеральних добрив позитивний вплив значно зростав. Максимального ефекту було досягнуто від використання всієї побічної продукції з додаванням повного мінерального добрива на фоні поєднаного внесення соломи, біомаси хрестоцвітного сидерату та $N_{30}P_{60}K_{90}$. Приріст урожайності при цьому становив по соломі 18,5 ц/га (+33,7 %), довгому волокну – 3,5 ц/га (+34,0 %), насінню – 1,9 ц/га (+38,8 %). У цих умовах близьким за продуктивністю до нього був варіант із розрахунково-балансовою дозою. На всіх інших варіантах величина приростів урожайності дещо зменшувалася (табл. 6.43).

Таблиця 6.43 – Урожайність льону-довгунця залежно від системи удобрення, середнє за чотири роки (усереднені дані по обох фонах захисту рослин)

Варіанти органічних добрив	Вид продукції	Варіанти мінеральних добрив										В середньому по фону	% до контрольного фону
		Без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (локально)	Фоліферт супер (по закореневу)	Балансово-розрахункова доза N ₃₁ P ₀ K ₆₈						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
		<u>54,8*</u>	<u>14,8**</u>	<u>11,1</u>	<u>10,1</u>	<u>10,3</u>	<u>14,2</u>						
		100	127,0	120,2	118,4	118,8	125,9						100
		<u>10,3*</u>	<u>2,8</u>	<u>2,0</u>	<u>1,9</u>	<u>2,0</u>	<u>2,7</u>						100
Стерня (контроль) фон 1	довге волокно	100	127,2	119,4	118,4	119,4	126,2						100
		<u>4,9*</u>	<u>1,1</u>	<u>0,8</u>	<u>1,4</u>	<u>1,2</u>	<u>1,2</u>						100
		100	122,4	116,3	128,6	124,5	124,5						100
		<u>4,4</u>	<u>16,3</u>	<u>12,5</u>	<u>12,7</u>	<u>10,9</u>	<u>14,8</u>						102,9
Солома 3 т/га Фон 2	довге волокно	108,0	129,7	122,8	123,2	119,9	127,0						103,3
		<u>0,9</u>	<u>3,1</u>	<u>2,4</u>	<u>2,4</u>	<u>2,1</u>	<u>2,8</u>						103,3
		108,7	130,1	123,3	123,3	120,4	127,2						103,3
		<u>0,5</u>	<u>1,6</u>	<u>1,3</u>	<u>1,4</u>	<u>1,3</u>	<u>1,4</u>						106,9
Редька олійна (сидерат 1) Фон 3	насіння	110,2	132,6	126,5	128,6	126,5	128,6						106,9
		<u>5,7</u>	<u>17,5</u>	<u>12,6</u>	<u>11,6</u>	<u>12,9</u>	<u>16,6</u>						104,6
		110,4	131,9	123,0	121,2	123,5	130,3						104,6
		<u>1,1</u>	<u>3,3</u>	<u>2,4</u>	<u>2,2</u>	<u>2,4</u>	<u>3,4</u>						104,9
Редька олійна (сидерат 1) Фон 3	довге волокно	110,7	132,0	123,3	121,3	123,3	133,0						104,9
		<u>0,7</u>	<u>1,7</u>	<u>1,4</u>	<u>1,5</u>	<u>1,6</u>	<u>1,9</u>						104,9
		114,3	134,7	128,6	130,6	132,6	138,8						110,3
		<u>0,7</u>	<u>1,7</u>	<u>1,4</u>	<u>1,5</u>	<u>1,6</u>	<u>1,9</u>						110,3

Продовження табл. 6.43

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пажитниця однорічна (сидерат 2) Фон 4	солома	<u>1,7</u> 103,1	<u>9,6</u> 117,5	<u>7,8</u> 114,2	<u>7,8</u> 114,2	<u>6,4</u> 111,7	<u>10,1</u> 118,4	62,0	95,7
	довге волокно	<u>0,3</u> 102,9	<u>1,8</u> 117,5	<u>1,5</u> 114,6	<u>1,5</u> 114,6	<u>1,2</u> 111,6	<u>1,9</u> 118,4	11,7	95,9
	насіння	<u>0,3</u> 106,1	<u>1,2</u> 124,5	<u>1,3</u> 126,5	<u>1,3</u> 126,5	<u>1,2</u> 124,5	<u>1,4</u> 128,6	6,0	103,4
	солома	<u>9,7</u> 117,7	<u>18,5</u> 133,7	<u>16,9</u> 130,8	<u>15,9</u> 129,0	<u>16,9</u> 130,8	<u>17,3</u> 131,6	70,6	108,9
Сидерат 1 + солома Фон 5	довге волокно	<u>1,8</u> 117,5	<u>3,5</u> 134,0	<u>3,2</u> 131,1	<u>3,0</u> 129,1	<u>3,2</u> 131,1	<u>3,3</u> 132,0	13,3	109,0
	насіння	<u>1,0</u> 120,4	<u>1,9</u> 138,8	<u>1,8</u> 136,7	<u>1,6</u> 132,6	<u>2,1</u> 142,8	<u>1,8</u> 136,7	6,6	113,8
	солома	<u>5,2</u> 109,5	<u>13,8</u> 125,2	<u>12,2</u> 122,3	<u>11,5</u> 121,0	<u>10,1</u> 118,4	<u>12,7</u> 123,2	65,7	101,4
Сидерат 2 + солома Фон 6	довге волокно	<u>1,1</u> 110,7	<u>2,6</u> 125,2	<u>2,3</u> 122,3	<u>1,9</u> 118,4	<u>1,9</u> 118,4	<u>2,4</u> 123,3	12,3	100,8
	насіння	<u>0,5</u> 110,2	<u>1,7</u> 134,7	<u>1,6</u> 132,6	<u>1,7</u> 139,7	<u>1,8</u> 136,7	<u>1,8</u> 136,7	6,4	110,3

* абсолютні показники на контролі; ** у чисельнику приріст до контролю, у знаменнику – відсоток до контролю.

НІР ₀₅ , ц/га:	солома	довге волокно	насіння
для будь-яких середніх	2,48	0,51	2,58
для органічних та мін. добрив	0,72	0,15	0,74
для їхньої взаємодії	1,75	0,36	1,82

На наш погляд, така закономірність впливу більш високих доз азоту у складі повного мінерального добрива на продуктивність культури перш за все обумовлюється низькою забезпеченістю ґрунту азотом та значними інфільтраційними процесами в даних ґрунтах. Що підтверджується даними Інституту ґрунтової мікробіології НААН, де зелене добриво сприяло зниженню інфільтрації вологи у 2-3 рази, а втрати біогенних елементів – у 1,5-2 рази (Е. Г. Дегодюк, С. Ю. Булигін, 2013) [542]. Безпосередньо в умовах Лівобережного Полісся, за даними лізиметричних досліджень Інституту сільсько-господарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, непродуктивні втрати сполук за межі півтораметрового шару ґрунту становили в середньому: азоту 40-47 кг/га, фосфору 1,5-5,6 і калію 1,3-8,5 кг/га. За впливу сидерації втрати зменшилися до 1,3-2,3 кг/га (О. М. Бердніков, В. В. Волкогон та ін., 2006, 2015) [583, 584].

Отже, поєднання соломи, хрестоцвітого сидерату та NPK в системі удобрення льону-довгунця до певної міри стабілізувало режим азоту, фосфору та калію як в орному, так і в підорному шарах ґрунту (0-40 см) протягом вегетації, що створювало передумови для більш високої продуктивності культури.

Дослідженнями встановлено вплив елементів захисту рослин на продуктивність льону-довгунця, особливо на удобрених фонах. При цьому усереднено по блоках та варіантах за 4 роки, порівняно з контролем без внесення гербіцидів, приріст змінювався наступним чином: льоносоломки – підвищувався на 1,5 ц/га (+2,3 %), а насіння – на 0,3 ц/га або +4,9 % при врожаї на безгербіцидному фоні відповідно 65,5 та 6,1 ц/га (додатки К11, К12). Коливання по блоках та варіантах перебувало в межах: по соломі – від 1,0 ц/га до 2,3 ц/га (+1,5-3,8 %), по насінню – 0,1-0,5 ц/га (+1,6-8,6 %). Аналогічні дані одержано і за врожаєм довгого волокна. Це пояснюється покращенням фітосанітарного стану посівів льону-довгунця за застосування хімічного захисту.

Слід відмітити також, що такий показник, як ступінь вилягання стеблостою льону-довгунця перед збиранням, від якого значною мірою залежать кількісні та якісні параметри врожаю льонопродукції, на гербіцидному фоні покращувався – ступінь стійкості рослин зростав у середньому на 3,7 % тобто з 3,78 балу до 3,9 балу. При цьому внесення мінеральних добрив, незалежно від фону органічних, порівняно з абсолютним контролем, знижувало стійкість рослин до вилягання в середньому на 10 % з коливаннями по варіантах від 0,2 до –19,3 % у відносних показниках або з 4,19 до 3,39 балу (додаток К14).

Сучасні енергоощадні та екологічно безпечні технології повинні бути зорієнтовані на максимально можливе використання у системі удобрення альтернативних джерел надходження біогенних елементів живлення рослин. Безумовно, солома та сидерати – не збалансовані добрива, але вони є дуже важливим технологічним доповненням до існуючих систем мінерального живлення, бо крім прямої дії на продуктивність культури мають ще й прихований пролонгований ефект щодо збереження та поліпшення родючості ґрунтів. При цьому одним із основних критеріїв поширення будь-яких агротехнологічних заходів є економічна та енергетична ефективність їхнього застосування.

Проведені нами економічні розрахунки як за окремими видами льонопродукції (додаток К13), так і за сумарним усередненим показником приросту врожайності культури (довге волокно + насіння) у зернових одиницях (табл. 6.44), свідчать про значну ефективність альтернативних систем удобрення льону-довгунця. В середньому за 4 роки в цілому всі види органічних добрив, що вивчалися, забезпечили 5 ц/га зернових одиниць приросту льонопродукції з коливаннями по видах органічної речовини від 1,8 до 8,5 ц/га зерн. од. при окупності одиниці діючої речовини продукцією 3,84 кг/кг з діапазоном у межах від 0,75 до 7,22 кг/кг (табл. 6.44). Мінеральні добрива відповідно – 10,6 ц/га зерн. од. та 17,4 кг/кг з коливаннями від 8,5 до 12,7 ц/га зерн. од. при окупності

одиниці туків продукцією від 6,57 до 60,38 кг/кг. При цьому окупність одиниці мінеральних туків була найвищою при позакореновому застосуванні складного комплексного добрива Фоліферт супер. Сумісне застосування сидератів і соломи у поєднанні з мінеральними добривами дозволяло в 1,8-4,5 разу збільшити їхню окупність продукцією (табл. 6.44).

Таблиця 6.44 – Приріст урожайності льнопродукції та окупність добрив у залежності від системи удобрення, середнє за чотири роки

Органічні добрива	Без мінеральних добрив	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃ (локально)	Фоліферт супер (позакореново)	Балансово-розрахункова N ₃₁ P ₀ K ₆₈
Пожнивні рештки (стерня)	-	<u>12,7</u> 6,57	<u>8,5</u> 8,23	<u>9,7</u> 18,55	<u>9,6</u> 60,38	<u>12,3</u> 10,86
Солома 3 т/га	<u>4,2*</u> 7,22	<u>14,7</u> 6,17	<u>11,5</u> 7,76	<u>11,7</u> 12,04	<u>10,3</u> 16,94	<u>13,3</u> 8,34
Редька олійна (сидерат 1)	<u>5,5</u> 4,65	<u>15,6</u> 5,23	<u>11,7</u> 5,62	<u>11,1</u> 7,06	<u>12,0</u> 9,93	<u>16,2</u> 7,42
Пажитниця однорічна (сидерат 2)	<u>1,8</u> 0,75	<u>9,0</u> 2,14	<u>7,9</u> 2,39	<u>7,9</u> 2,82	<u>6,7</u> 2,75	<u>9,7</u> 2,85
Сидерат 1 + солома 3 т/га	<u>8,5</u> 4,82	<u>16,6</u> 4,66	<u>15,2</u> 5,70	<u>14,6</u> 6,77	<u>15,7</u> 8,77	<u>15,8</u> 5,71
Сидерат 2 + солома 3 т/га	<u>5,2</u> 1,74	<u>12,8</u> 2,67	<u>11,4</u> 2,93	<u>11,2</u> 3,31	<u>10,4</u> 3,45	<u>12,2</u> 3,06

* у чисельнику – приріст сумарної продуктивності льону (довге волокно + насіння), ц/га зерн. од., у знаменнику – окупність добрив у кг зерн. од. на 1 кг д.р. NPK

Щодо величини показника додаткового чистого доходу з одиниці площі посіву та рівня рентабельності при застосуванні органо-мінеральної системи удобрення льону-довгунця, то найбільш

економічно привабливим виявився варіант із внесенням розрахунково-балансової дози NPK на фоні хрестоцвітного сидерату (табл. 6.45). Так, за величиною отриманого чистого доходу він перевищував показники отримані на інших фонах органічних добрив на 18,6-43,2 %, а за рівнем рентабельності – на 9-31%. Додавання соломи до цього фону дещо зменшувало величину чистого доходу – на 118,4 грн/га або на 18,6 %, а рівень рентабельності – на 21 % (з 152 до 131 %).

Таблиця 6.45 – Економічна ефективність органічних та мінеральних добрив при вирощуванні льону-довгунця, середнє за чотири роки

Органічні добрива	Мінеральні добрива	Показники				
		Додатковий чистий дохід з 1 га, грн	Приріст продукції у варіанті доміну виразі на 1 грн додаткових витрат, грн	Чистий дохід на 1 грн додаткових витрат, грн	Собівартість 1 ц умовного сумарного врожаю, грн	Рівень рентабельності, %
1	2	3	4	5	6	7
Поживні рештки (стерня)	1. Без добрив	-	-	-	63,69	118
	2. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	189,65	1,45	0,45	63,30	97
	3. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	292,25	2,40	1,40	57,60	117
	4. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	449,16	6,17	5,17	51,19	148
	5. Фоліферт супер	339,46	3,26	2,26	54,48	131
	6. N ₃₁ P ₀ K ₆₈	459,6	4,50	3,50	51,55	143
Солома 3 т/га	1. Без добрив	104,29	2,00	1,00	58,15	116
	2. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	216,39	1,41	0,41	65,26	93
	3. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	268,15	1,86	0,86	59,89	110
	4. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	413,02	3,16	2,16	54,14	132
	5. Фоліферт супер	286,69	2,12	1,12	58,37	117
	6. N ₃₁ P ₀ K ₆₈	427,20	2,81	1,81	54,87	129

Продовження табл. 6.45

1	2	3	4	5	6	7
Редька олійна (сидерат 1)	1. Без добрив	249,04	6,28	5,28	53,71	135
	2. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	322,91	1,69	0,69	61,89	103
	3. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	348,51	2,36	1,36	56,91	121
	4. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	459,71	4,43	3,43	52,12	143
	5. Фоліферт супер	447,65	3,27	2,27	53,94	135
	6. N ₃₁ P ₀ K ₆₈	635,94	4,56	3,56	49,94	152
Пажитниця однорічна (сидерат 2)	1. Без добрив	67,74	2,47	1,47	57,63	119
	2. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	22,79	1,05	0,05	68,78	84
	3. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	186,73	1,73	0,73	60,50	109
	4. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	308,74	3,32	2,32	54,93	130
	5. Фоліферт супер	207,77	2,06	1,06	78,91	116
	6. N ₃₁ P ₀ K ₆₈	361,15	3,04	2,04	55,19	130
Сидерат 1 + солома 3 т/га	1. Без добрив	283,53	2,87	1,87	55,54	128
	2. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	261,01	1,46	0,46	65,32	93
	3. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	409,58	2,14	1,14	58,16	117
	4. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	486,31	3,04	2,04	53,86	133
	5. Фоліферт супер	523,10	2,72	1,72	55,15	130
	6. N ₃₁ P ₀ K ₆₈	517,53	2,83	1,83	54,56	131
Сидерат 2 + солома 3 т/га	1. Без добрив	109,71	1,73	0,73	59,26	112
	2. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	101,73	1,18	0,18	69,13	83
	3. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	250,30	1,70	0,70	61,62	106
	4. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	371,48	2,56	1,56	56,36	125
	5. Фоліферт супер	306,24	2,02	1,02	59,62	114
	6. N ₃₁ P ₀ K ₆₈	376,11	2,33	1,33	57,29	121

Біологізація технологічних процесів, у тому числі системи удобрення льону-довгунця, забезпечує не тільки зростання продуктивності культури, а й підвищує ефективність використання антропогенної енергії в агросфері.

У досліді встановлено, що енергетичний ефект технологічних способів удобрення льону-довгунця різними видами органічної речовини на дерново-підзолистих ґрунтах Лівобережного Полісся

зростав порівняно до контролю на 4-18 %. При цьому максимальне підвищення стало можливим за поєднання проміжної сидерації редькою олійною та соломи. Мінеральні добрива за своєю енерговіддачею перевищували контроль на 10-20 % (табл. 6.46).

Таблиця 6.46 – Енергетична оцінка системи органо-мінерального удобрення льону-довгунця, середнє за чотири роки

Варіанти органічних добрив	Показники*	Варіанти мінеральних добрив					
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	фоліферт супер	N ₃₁ P ₀ K ₆₈
Пожнивні рештки – стерня (контроль)	1	-	12,2	6,5	6,4	0,45	9,8
	2	1,06	1,17	1,18	1,21	1,27	1,20
	3	100	110	111	114	120	113
Солома 3 т/га	1	0,1	12,3	6,6	6,5	0,54	9,9
	2	1,15	1,22	1,23	1,24	1,29	1,22
	3	109	115	116	117	122	115
Редька олійна (сидерат 1)	1	0,2	12,4	6,7	6,6	0,62	10,0
	2	1,19	1,24	1,24	1,24	1,34	1,28
	3	112	117	117	117	126	121
Пажитниця однорічна (сидерат 2)	1	0,3	12,5	6,8	6,7	0,79	10,1
	2	1,10	1,12	1,17	1,17	1,22	1,17
	3	104	105	110	110	115	110
Сидерат 1 + солома 3 т/га	1	0,4	12,6	6,9	6,8	0,85	10,2
	2	1,25	1,26	1,31	1,29	1,42	1,28
	3	118	118	124	122	134	120
Сидерат 2 + солома 3 т/га	1	0,5	12,6	7,0	6,8	0,94	10,2
	2	1,17	1,19	1,24	1,24	1,31	1,21
	3	110	112	117	117	124	114

*1 – частка енерговитрат на NPK добрив до загальних витрат на вирощування льону, %; 2 – біоенергетичний коефіцієнт, K_{ee}; 3 – K_{ee}, % до контролю.

Згідно з аналізом біоенергетичної ефективності системи органо-мінерального удобрення рослин льону-довгунця, найефективнішим, порівняно з контролем, є комбіноване його удобрення – позакореневе застосування комплексних добрив (Фоліферт супер) у поєднанні із

загортанням у ґрунт соломи попередника та біомаси редьки олійної. При цьому коефіцієнт біоенергетичної ефективності вирощування льону дорівнював 1,42 або був на 34 % вищим за контроль (варіант 1 – стерня). Приріст цього показника до базового варіанту – повного мінерального живлення ($N_{30}P_{60}K_{90}$) становив 21 % (табл. 6.46).

Таким чином, результати досліджу показали, що в зоні Лівобережного Полісся внесення у дерново-підзолистий супіщаний ґрунт соломи та зеленої біомаси сидератів є одним з перспективних джерел легкогідролізованої органічної речовини. Комплексне їхнє застосування на фоні помірних доз мінеральних добрив позитивно впливає на поживний режим ґрунту, рослини льону-довгунця та екологічну ситуацію загалом. Солома в даному випадку виступає у ролі інгібітора нітрифікації (що особливо важливо для ґрунтів з легким гранулометричним складом) і сприяє уповільненню розкладання зеленої маси сидератів. Це, у свою чергу, створює умови для накопичення у ґрунті поживних речовин. Внаслідок цього в подальшому відбувається забезпечення покращення умов росту рослин льону-довгунця та підвищення врожайності культури.

Підсумовуючи отримані результати, можна констатувати, що в даних умовах за вирощування льону-довгунця традиційна мінеральна система удобрення культури ($N_{30}P_{60}K_{90}$) забезпечила врожай: льоносоломки – 69,6 ц/га, довгого волокна – 13,1 ц/га та насіння – 6,0 ц/га. Альтернативна органо-мінеральна – зменшена на 50 % доза мінеральних добрив ($N_{15}P_{30}K_{45}$) та внесення в ґрунт соломи попередника (3 т/га) і біомаси поживного хрестоцвітого сидерату – редьки олійної (проміжна сидерація) забезпечувала рівень урожайності відповідно – 71,7 ц/га (+3 %), 13,5 ц/га (+3 %) та 6,7 ц/га (+11,7 %). При цьому порівняно із традиційною системою удобрення зростає умовно-чистий дохід у 2,2 разу, приріст продукції у вартісному виразі на 1 грн додаткових витрат – у 1,5 разу, чистий дохід на 1 грн додаткових витрат – у 2,5 разу, собівартість умовного сумарного врожаю льонопродукції знижувалася в 1,1 разу, рівень рентабельності зростає в 1,2 разу, а біоенергетичний коефіцієнт – у 1,1 разу.

РОЗДІЛ 7

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ЛЬОНАРСТВІ

7.1. Регулятори росту рослин та мікробні препарати як фактори збалансованого екологічно безпечного розвитку агроєкосистем

У світі гостро стоїть питання про адаптацію до навколишнього середовища одного з найпотужніших природокористувачів – аграрного виробництва. Тому кожна країна повинна мати свою, адаптовану до довкілля, структуру виробництва в аграрній сфері, яка забезпечить максимально можливий випуск відповідної продукції та підтримає оптимальний стан довкілля при заданих ресурсах [707, 709].

Екологічне неблагополуччя агроландшафтів викликане їхнім забрудненням внаслідок антропогенного впливу. Зокрема відомо, що найбільше навантаження агрохімікатів у перерахунку на гектар припадає на інтенсивні технології. При цьому основними причинами забруднення агроєкосистем є неправильне застосування мінеральних добрив і засобів захисту рослин, особливо в необґрунтованих дозах [13].

За даними ФАО, ВОЗ, відносно повна інформація про вплив на здоров'я людини є лише для 10 % хімічних пестицидів, які застосовуються в аграрному виробництві. Обмежена інформація щодо токсичності є для 25 % пестицидів, дуже обмежена – для 22%, і жодної інформації – стосовно токсичності понад 40 % пестицидів, які широко використовуються. З 28 найбільш поширених хімічних пестицидів 23 є канцерогенами. Альтернативою пестицидам можуть стати біологічні засоби, які мають цілу низку переваг [14].

PPP. Теорія гормональної регуляції росту рослин нараховує майже вікову історію, починаючи від перших морфологічних експериментів і до сучасних уявлень про гормональний статус рослин. Аналіз публікацій, що стосуються теорії принципів

використання біологічно активних речовин у рослинництві, дозволяє припустити, що в найближчі десятиріччя регулятори росту рослин будуть мати не менше значення для сільськогосподарського виробництва, ніж мінеральні добрива та засоби захисту рослин. Базується це припущення на тому, що вже у мікродозах рістрегулятори викликають відчутні зміни у фізіологічних та біохімічних процесах, рості, розвитку та продуктивності рослин. За умови, що на певні з цих процесів впливати можливо тільки шляхом застосування біологічно активних речовин [561, 585-587].

У всьому світі на великих площах та у значних обсягах використовують переважно синтетичні рістрегулятори рослин, які економічно вигідніші, ніж ендегенні. В сучасних умовах зусилля дослідників більше сконцентровані як на хімічному синтезі нових високоефективних, екологічно безпечних, малотоксичних РРР, так і на створенні дешевих ефективних препаратів на основі природних біологічно активних речовин, як найбільш безпечних для людини та довкілля [588-591].

Вплив біостимуляторів на зростання продуктивності посівів пов'язаний з тим, що вони сприяють передачі генетичної інформації, прискорюють поділ клітин, інтенсифікують життєдіяльність клітин рослинних організмів, підвищують проникність міжклітинних мембран та прискорюють у них біохімічні процеси, що призводить до посилення процесів живлення, дихання й фотосинтезу. При цьому підвищується на 20-30 % використання добрив, зростає стійкість посівів до несприятливих погодних умов і до ураження їх шкідниками й хворобами [586, 589, 590-595].

Питаннями підвищення за допомогою РРР продуктивності сільськогосподарських рослин дослідники займаються близько 50 років. Деяким економічно розвиненим країнам за допомогою комплексу регуляторів вдалося досягти збільшення виробництва продукції землеробства на 15-20 % і більше [596-598].

З біостимулюючими препаратами в Україні проводять роботу 10 наукових установ. Розробки українських учених протягом 20-ти

останніх років показали, що вітчизняні PPP нового покоління і технології їх застосування стають реальним здобутком світового рівня в галузі наноекобіотехнології. Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України зареєстровано і внесено до переліку препаратів, дозволених до застосування в агропромисловому виробництві, 58 регуляторів росту рослин [590, 599].

Завдяки малим дозам внесення та низьким цінам на закупівлю, сучасні біостимулятори характеризуються надзвичайно високим рівнем окупності витрат, приростами врожаїв. Нині жоден із відомих агрозаходів за окупністю витрат не спроможний змагатися з біостимуляторами. Так, результати дослідів (Давидова О. Е. та ін., 2004, Пономаренко С., 2008) свідчать, що на одному й тому ж агрофоні застосування PPP як для передпосівної обробки насіння, так і при обприскуванні вегетуючих рослин, навіть у мінімальній дозі (1 г PPP на 1 т насіння, або на 1 га посівної площі), при вирощуванні ряду сільськогосподарських культур дає приріст урожайності 8-9 %. Підвищення дози PPP у 5-8 разів збільшує урожайність ще на 4,5-6 %. Подальше підвищення дози рістрегуляторів знижує відносну величину приросту врожайності. Тобто існують оптимальні дози PPP, що гарантують максимальний приріст урожайності. В цілому, результатами наукової перевірки в Україні встановлено, що PPP спроможні підвищувати врожайність основних сільськогосподарських культур на 14-18 % [561, 599].

Слід зазначити, що існуючі рекомендації по застосуванню PPP не абсолютні – додаткове вивчення їхньої дії показує, що деякі з них, рекомендовані розробниками для застосування на певних культурах, можуть з успіхом використовуватися й на цілому ряді інших культур [599].

Останнім часом багато бізнесменів та зарубіжних фірм значно активізували рекламу, продаж і впровадження багатьох українських та закордонних PPP у виробництво, хоча більшість із них у наукових установах України до цього часу не вивчалася і не має дозволу держкомісії на застосування. Вибіркова перевірка цих препаратів

показала, що фактична ефективність багатьох із них далеко не відповідає рекламованій. Окрім того, виявлено, що способи застосування цих препаратів не завжди вписуються в сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур [589].

До того ж, у певній частині публікацій по застосуванню PPP на багатьох культурах спостерігаються значні розбіжності у величинах приросту врожайності, аж до відсутності такої. Очевидно, причиною таких розбіжностей є різні агрофони, сортова чутливість культур, вплив кліматичних факторів тощо [589].

У цілому економічна доцільність використання PPP не підлягає сумніву і, особливо сьогодні, коли землеробство України функціонує в умовах від'ємного балансу гумусу, фосфору, калію та інших поживних речовин, коли все частіше включається у біологічний кругообіг побічна продукція – солома та сидерати, широке застосування PPP може бути суттєвим ресурсом підвищення продуктивності рослинництва [594].

Щодо льону-довгунця, то дія стимуляторів на культурі мало вивчена. За даними літератури, найбільше розповсюдження, як PPP, отримали ретарданти [600-606]. Є також декілька досліджень ефективності застосування на льоні бітумів та гумату натрію [607, 608, 710].

Експериментів із вивчення ефективності на цій культурі українських біостимуляторів було проведено зовсім мало [175, 609]. За даними Волинського інституту АПВ УААН (Склянчук В.М. та ін., 2004), обробка насіння льону-довгунця Агростимуліном підвищувала врожайність волокна на 7,5 ц/га або на 18,8 %, а насіння – на 1,9 ц/га або на 39,6 % [621]. Ряд досліджень було проведено в умовах Лівобережного Полісся [610-620].

У Білорусі (РУП «Інститут льону») отримано експериментальні дані ефективності поєднаної дії на льон-довгунець хелатних форм мікроелементів (Zn, Cu, Fe), бору в органічно-мінеральній формі та регуляторів росту Екосил і Растін, які показують, що обробка насіння захисно-стимулюючими композиціями підвищує врожайність

насіння, загального та довгого волокна, покращує його якість. Вочевидь, що регулятори росту є потужним імуномодулятором та антистресовим препаратом, сумісно з хелатними формами мікроелементів, які легко і швидко поглинаються, здатні підвищувати пластичність рослин до несприятливих факторів довкілля та давати сталий урожай волокна у різні роки [622].

Десиканти. Наблизити строки визрівання волокна та насіння штучним шляхом можна за допомогою передзбирального підсушування льону на корені хімічними препаратами – десикацією.

Пошук ефективних десикантів для льону проводив ряд науково-дослідних установ та навчальних закладів. За наявними в науковій літературі матеріалами [623-631], використання десикантів для прискорення визрівання льону – перспективне, але потребує подальшого вивчення. В дослідженнях було встановлено підсушуючу дію на коробочки льону ряду препаратів та речовин: каустичної соди, суперфосфату, ціанаміду кальцію (кожного з них у дозі 100-120 кг/га), динітрофеноляту амонію (10 кг/га), динітроортокрезолу (2,5-10 кг/га д.р.), ендоталу (0,5-4 кг/га), реглону (0,5-3 кг/га), параквату (1 кг/га), дипіриділфосфату (1,5-3 кг/га д.р.). Однак їхня дія на рослини льону була досить жорсткою. Деякі з них викликали зміни кольору рослин льону вже через 1-3 доби, зниження вологості коробочок через 6 днів після обробки, а також маси насіння, їхньої схожості (на 4-36 %), виходу та якості волокна при обробці рослин у фазі зеленої та ранньої жовтої стиглості.

Найбільш придатними для десикації посівів льону-довгунця було визнано хлорат магнію (10-12 кг/га) та пуривел (5 кг/га – дрібнодисперсний порошок, який містить 80 % д.р. метоксурону). Застосування цих препаратів дозволяло прискорити визрівання насіння на 2-5 днів, знизити вологість вороху на 5-10 %, що підвищувало продуктивність сушильних пунктів в 1,2-1,6 разу та економило витрати палива й електроенергії до 20-30 % [628].

Ефективність препаратів значно залежала від погодних умов, що склалися протягом 5-10 днів після обробки. В умовах сухої та

жаркої погоди ефективність пуривелу була невисокою. Хлорат магнію в порівнянні з пуривелом мав ряд переваг: він дешевший, відрізняється високою активністю в суху теплу та помірно теплу дощову погоду. Але при середньодобових температурах нижче від 9 °С його ефективність знижується. Хлорат магнію більш жорстко діє на стебло, викликаючи його побуріння, деяке погіршення кольору волокна у верхній частині стебла. Запізнення зі збиранням льону, обробленого хлоратом магнію та пуривелом (збирати треба не пізніше 2 тижнів після десикації), збільшує втрати насіння, погіршує якість волокна. При перестой льону під дією роси та атмосферних опадів починається процес мацерації, стебло у верхній частині перетворюється на тресту на корені. Пізніше цей процес переходить на середину стебла. В результаті цих змін знижується міцність стебел, зменшується їхня технічна довжина за рахунок обриву верхньої частини стебла при збиранні [629, 630].

Таким чином, розбіжності в думках дослідників щодо доцільності використання десикантів на посівах льону-довгунця вказують на те, що це питання до кінця ще не вирішене. Окрім цього, з'явилися нові напрямки застосування в ролі десикантів гербіцидів суцільної дії, де дослідники намагаються поєднати гербіцидну та десикаційну дію препаратів. Такий підхід дозволяє вирішити одночасно кілька завдань: по-перше, прискорити визрівання насіння, по-друге, забезпечити підсушуючий ефект, по-третє, ефективно боротися з багаторічними бур'янами [631].

Дослідження, які проводилися у ВНДІ льону у Тверській області, а також в Україні у Львівській області передбачали передзбиральне застосування гербіциду Раундапу на льоні-довгунці у дозах 2, 3 та 4 л/га. Отримані результати показали, що в умовах Львівської області застосування Раундапу сприяло знищенню однорічних бур'янів у посівах льону відповідно до доз на 84-88-91 %, біомаса бур'янів знижувалася на 91-95-98 %. Урожайність льону-довгунця зростала по соломі на 15-20 %, по насінню – на 18-30 %. В умовах теплої та вологої погоди, що спостерігалася під час збирання, відмічено

підсушування насіння льону порівняно з необробленим варіантом. На контролі вологість насіння при збиранні становила 16,3 %, а на варіантах з Раундапом, згідно з дозуваннями, – 15,4-14,9-14,5 % [632].

У дослідях ВНДІ льону, під час проведення експериментів, у передзбиральний період погодні умови характеризувалися значною кількістю опадів та високою вологістю повітря. У цих умовах було отримано суттєвий підсушуючий ефект від застосування Раундапу. Через 9 днів після обробки препаратом посівів вологість коробочок та стебел на дослідних варіантах на 8-10 % була нижчою, ніж на контролі. Через 17 днів після обробки різниця між контрольними та обробленими рослинами за стиглістю і вологістю зростає ще більше. Так, якщо на контролі коричневого за кольором насіння було 76 %, то після обробки Раундапом (3 і 4 л/га) – 91-93 %. Вологість коробочок і стебел необроблених рослин була значною – 52 та 67 %, а після обробки – у 1,5-2,0 рази меншою [632].

Гербіциди та ад'юванти. Бур'яни – це постійний елемент агроecosистеми. При існуючій системі заходів боротьби з бур'янами господарства щорічно втрачають у середньому 15-20 % рослинницької продукції. На боротьбу із сегетальною рослинністю припадає біля третини витрат, які йдуть на вирощування сільськогосподарських культур.

За останні роки проблема захисту посівів від бур'янів значно загострилась у результаті погіршення фінансово-економічного стану більшості господарств, що значно скоротило їхні можливості в придбанні паливо-мастильних матеріалів, техніки, гербіцидів тощо. Це зробило ще більш актуальною задачу проведення заходів боротьби з бур'янами з урахуванням економічних порогів їхньої шкодочинності. При цьому переоцінка шкодочинності об'єкту призводить до необґрунтованих витрат на захисні заходи, а недооцінка – до значних втрат урожаю [633-637].

Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур навіть в одній ґрунтово-кліматичній зоні має свою специфіку. Ці особливості пов'язані перш за все з особливими умовами, що складаються в

посівах різних культур, початком і тривалістю їхньої вегетації, специфічним алелопатичним полем, особливостями обробітку ґрунту перед сівбою тощо. На структуру сходів бур'янів впливає і погода, особливо визначальним є її стан в останню декаду квітня – перші дві декади травня. Якщо погода в цей час буде дощовою і відносно прохолодною, то найбільш активно проростають ярі дводольні види бур'янів: лобода біла, редька дика, гірчиця польова, гірчак почечуйний. Якщо названий період весни сухий і теплий, то більш масово дають сходи кураче просо, щирія звичайна, мишій сизий, гірчак берізковидний, гірчак розлогий та інші теплолюбні види бур'янів [576, 638-640].

У результаті проведених обстежень (за останні 10 років) рівень потенційної засміченості орних земель України у шарі ґрунту 0-30 см на більшості площ зріс у середньому на 1/3 та досяг у зоні Полісся 1,14 млрд шт./га. За період вегетації на 1 м² орних земель (з глибини до 5 см) у середньому здатні проростати у зоні Полісся 1121 шт. рослин [577]. За інформацією ННЦ “ІЗ УААН”, в сучасних умовах засміченість посівів становить 90-98 % (понад 15 шт./м²), що призводить до зниження продуктивності культур більш ніж на 20 %. Ці дані підтверджуються й іншими дослідниками [641].

Нині обсяги українського ринку засобів захисту рослин (ЗЗР) становлять \$410-420 млн, частка гербіцидів на ринку ЗЗР – 48,6 % [627]. Тому понад 30 % усіх витрат у землеробстві припадає на боротьбу з бур'янами, у тому числі й при вирощуванні льону [642].

Застосування на польових культурах гербіцидів – це не тільки знищення бур'янів, а й негативний вплив на культурні рослини, зміна їхнього амінокислотного складу, а інколи і вплив на морфологічні ознаки рослин. Ефективність будь-якого пестициду, що застосовується, норми його та кратність обробок великою мірою залежать від стану засміченості поля, видового складу бур'янів та фази їхнього розвитку. Від його дії залежить господарська ефективність – рівень збереження врожаю та економічна ефективність – окупність затрат. Нині в практиці аграрного виробництва

гостро стоїть проблема ефективності хімічних обробок, зокрема, недостатньої дії гербіцидів проти дводольних бур'янів. Це зумовлено багатьма факторами: великою різноманітністю видового складу дводольних бур'янів на полях, розтягнутим періодом проростання їхнього насіння, фазовими змінами росту й розвитку самих рослин бур'янів (що робить їх менш чутливими до згубної дії гербіцидів), особливостями застосування препаратів. Безумовно, у наведеному комплексі факторів не всі вони рівноцінні за значенням [326, 640, 643, 644].

Аналіз результатів досліджень свідчить, що прямі втрати від бур'янів у посівах льону-довгунця коливаються у межах 10-80 % урожаю в залежності від видів бур'янів, густоти стеблостою, кліматичних умов та інших факторів [645, 646].

Шкодочинність бур'янів підтверджують дані К. Я. Короті та В. М. Кулика [647], де при наявності 25 бур'янів на 1 м² урожай насіння льону знижувався на 2,1-2,9 ц/га, а соломи – на 8,2-11,9 ц/га.

Боротьба з бур'янами в посівах льону має виняткове значення, оскільки згідно з діючими стандартами наявність бур'янів у тресті льону понад 10 % повністю знецінює волокнисту сировину й робить її непридатною для переробки [648, 649].

Продуктивність льону перебуває у прямій залежності від забур'яненості попередника і в подальшому – самої культури. Бур'яни постійно присутні в посівах, незалежно від того, застосовували гербіциди чи ні. Змінюється тільки їхня активність та разом із нею шкодочинність. Ставити питання про повне знищення бур'янів недоцільно – необхідно тримати їхню чисельність на безпечному рівні, і для цього необхідно вивчати закономірності формування їхнього видового складу в посівах культур.

На сьогодні льонарство в цілому в достатній кількості забезпечене засобами хімізації, і асортимент пестицидів постійно зростає. Тому актуальним стає питання розробки технологій їхнього раціонального використання, які дозволять отримувати максимальний ефект від їхнього застосування при незначній витраті

ресурсів та коштів і одночасному зведенні до мінімуму шкідливого впливу на навколишнє середовище [649-655].

При застосуванні гербіцидів необхідно обов'язково враховувати стійкість культурних рослин до дії препаратів і селективність самих гербіцидів до культурних рослин у різні фази їхнього росту. Селективності можна досягнути і за врахування фазових особливостей морфології культурних рослин, у цілому чутливих до дії гербіцидів.

Загалом рослини льону не відзначаються високою здатністю протистояти бур'янам, особливо багаторічним і раннім ярим видам, тому посіви легко заростають. Значно складніше надійно контролювати види бур'янів, які мають велику видову різноманітність і так само, як і льон, належать до класу Дводольних – *Dicotyledones*. Найбільш доцільно знищувати бур'яни в посівах льону на ранніх фазах їхнього росту та розвитку. У такий період бур'яни ще не здатні істотно проявляти свій негативний вплив на рослини культури, це міжфазний період «сім'ядолі – 4 листки». Як правило, більшість видів бур'янів дуже чутливі до дії гербіцидів саме у цей міжфазний період, що зумовлено не лише слабким накопиченням епікутикулярних восків, а й мінімальним резервом пластичних речовин у рослині. Ось у такий критичний період розвитку нанесення гербіциду дезорганізує процес фотосинтезу. Малі запаси пластичних речовин не здатні забезпечити зрослих енергетичних потреб, адже організм рослини перебуває у стані стресу, тому й гине. І, відповідно, чим більший у рослині на момент внесення гербіциду резерв пластичних речовин, тим вищу резистентність вона проявляє до його дії. Такий запас енергії дає рослині можливість певний час існувати, поки вона зможе інактивувати токсикант і відновити фотосинтезуючі процеси [640].

Роль бар'єрів на шляху проникнення препаратів у тканини відіграють покриви листя – кутикула. На поверхні кутикули формуються епікутикулярні воски, що значно посилюють її захисну дію. Товщина шару восків та їхнього складу змінюється залежно від

виду рослин, умов вегетації і фази розвитку. При обприскуванні льону у фазі “ялинка” (висота рослин 3-10 см), листки культури вкриті досить міцним восковим нальотом і розміщуються з малим кутом відхилення по відношенню до стебла (10-30°), краплі розчину скочуються, що значно обмежує попадання на рослини льону гербіциду і його проникнення [656, 657].

Результатами цілого ряду досліджень у різних зонах доведено високу ефективність застосування гербіцидів при вирощуванні льону-довгунця [658-667].

При цьому застосування гербіцидів дозволяє суттєво знизити енергетичні витрати: за підрахунками, такі витрати менші в 10 разів, ніж при механічному знищенні бур'янів, а рентабельність використання гербіцидів на технічних культурах перевищує 300 %. Але гербіциди лише частково витрачаються на знищення бур'янів: за різними оцінками, лише від 5 до 40 % застосованої кількості препаратів спрямовується на це безпосередньо. Інша частина надходить до агроценозів як забруднювач [668, 669].

Уже підкреслювалося раніше, що в системі застосування ЗЗР головними складовими є якісне внесення та економічна ефективність самого процесу застосування пестициду. Науковими дослідженнями встановлено, що залежно від якості виконання обприскування кількість препарату, який потрапляє на рослини та проявляє захисну дію, коливається від 10 до 90 %, а решта завдає шкоди довікіллю [652].

Проблема знесення пестицидів виникла близько 50 років тому – з появою самих пестицидів. Вона визначається як фізичне переміщення пестицидів повітрям під час обприскування в бік від самої цілі обприскування. За інформацією компанії «Агросфера», вартість хімічного захисту, залежно від культури, може коливатись від 400 до 1000 грн/га, а процес знесення призводить до зменшення ефективності обприскування на 35-55 %. Повністю виключити знесення неможливо, але його можна знизити до мінімуму, якщо пестициди застосовувати за сприятливих погодних умов і

використовувати доведені методи зниження знесення. При цьому економія тільки на пестицидах (коштів) може сягати 20-30 % [670].

Окрім цього, існує ряд біологічних та природних факторів, які більшою або меншою мірою впливають на ефективність робочого розчину пестицидів. Це стікання крапель з листя, змивання дощем, поверхневий натяг крапель, випаровування води з робочого розчину в період високої температури та низької вологості, наявність кутикули на листі, якість води тощо. Опубліковані дані свідчать, що без застосування спеціальних препаратів – сурфактантів (ад'ювантів) технічна ефективність розчинів пестицидів становить 45-47 %, а з їхнім застосуванням – може сягати рівня 85 %, дозволяє зменшити до 50 % потреби води для приготування розчинів, скоротити витрати препарату до 20 % [671, 672].

Протягом останніх років використання таких речовин зростає, що свідчить про їхню перспективу. Так, обсяг світового ринку ад'ювантів для хімічних засобів захисту рослин ще на початок 2005 року становив близько \$1 млрд, 35 % від цього об'єму припадало на США. Зростання ринку ад'ювантів відбулося під впливом декількох факторів, зокрема, необхідності застосування ад'ювантів при використанні післясходових гербіцидів, поширення гліфосатотолерантних культур; збільшення використання гербіцидів, які мають спрощені препаративні форми; розробок нових варіантів використання ад'ювантів для контролю шкідників та хвороб [673, 674].

В Інституті натуральних волокон та лікарських рослин (Польща, К. Хеллер, 2011) на основі сорока досліджень розроблені методи боротьби з бур'янами, які дозволяють мінімізувати негативну дію на довкілля: це зниження діючих доз препаратів, використання сумішей препаратів, періодичне чергування гербіцидів та їхнього застосування, виходячи із забур'яненості посівів. Одним із факторів, що дозволяють знизити норму внесення гербіцидів, є саме застосування ад'ювантів, які підвищують їхню біологічну активність. Польські вчені розробили і впровадили у льонарство новий ад'ювант

Lenmix 800 EC, головним компонентом якого є сира льонова олія [675].

Таким чином, будь-який спосіб боротьби з бур'янами не є абсолютним – завжди слід припускати, що, попри всі запобіжні заходи, певна кількість бур'янів проросте і вступить у конкурентну боротьбу з культурними рослинами. Запорука ефективної боротьби з бур'янами – оптимальне комбінування кількох агротехнологічних заходів. Синергетичне поєднання кількох чинників можливе також і для рослин льону-довгунця.

Мікробіологічні препарати. Дослідження мікробіологів, спрямовані на створення мікробних препаратів для землеробства, мають уже більш, ніж сторічну історію. Але в останні 20-30 років ставлення до мікробних препаратів і самої ідеї штучної бактеризації кардинально змінилось, що обумовлено низкою причин. По-перше, у цей час мікробіологами встановлено явище асоціативної азотфіксації; по-друге, доведено винятково важливе значення ризосферної мікрофлори в забезпеченні сільськогосподарських культур необхідними поживними речовинами; по-третє, значною мірою вивчено особливості взаємовідносин мікроорганізмів з рослинами. Розвиток цих досліджень відбувався на тлі загальнопланетарної екологічної кризи, викликаної причинами техногенного характеру, і в тому числі – безсистемним застосуванням агрохімікатів [583, 584, 676-683].

Однією з основних загроз довкіллю, що виникла внаслідок глобальної хімізації сільського господарства, є деградація ґрунтів. Це безпосередньо впливає на урожайність культур і якість продукції. На жаль, у більшості ґрунтів окремі мікроорганізми, які вважались індикаторами родючості, перебувають на межі зникнення. Але саме рослини, забезпечені повноцінним комплексом мікроорганізмів, здатні одержувати повноцінне живлення і, як результат, реалізувати свій генетичний потенціал щодо врожайності [676, 677].

Як зазначає В. В. Волкогон (2008), при біологічній активізації ризосферного ґрунту суттєво зростають коефіцієнти використання

поживних речовин і, в тому числі, мінеральних добрив. Застосовуючи разом із добривами біопрепарати, можна збільшити ступінь засвоєння елементів на 10-20 %, що позначається на урожайності сільськогосподарських культур. Зростання коефіцієнтів засвоєння добрив пояснюється збільшенням кореневої системи культурних рослин та її загальної і питомої поглинальної здатності. Бактеризація також ініціює синтез окремих ферментних рослинних систем, а це сприяє активнішому засвоєнню біогенних елементів та залученню їх до конструктивного метаболізму [582].

У зв'язку з цим виникає потреба у застосуванні агроприймів, спрямованих на збільшення чисельності та активності агрономічно цінних мікроорганізмів у кореневій зоні рослин, поряд із внесенням у ґрунт поживних речовин в оптимальних кількостях. Одним із таких заходів є застосування в технологіях вирощування культурних рослин мікробних препаратів шляхом штучної бактеризації насіння. Цей прийом відрізняється малозатратністю і високою ефективністю [684].

В останні роки в багатьох економічно розвинених країнах світу проявляють зацікавленість у мікробіологічних засобах інтенсифікації аграрного виробництва шляхом інтенсивного застосування біологічних препаратів на основі відселекціонованих мікроорганізмів, інтродукція яких у кореневу зону рослин забезпечує їхній комфортний розвиток. Крім цього, корисні мікроорганізми, заселивши кореневу систему, не допускають протягом тривалого часу патогенні мікроорганізми до інфікування рослин та покращують їхній загальний імунний стан [685].

Біопрепарати азотфіксуючих мікроорганізмів не тільки підвищують урожай рослин, але й підвищують у них вміст повноцінного білка на 0,5-3 % і більше. Застосування біопрепаратів сприятливо діє на ґрунтову родючість. Наприклад, у США потреби сільського господарства в азоті покриваються на 31 % за рахунок мінеральних добрив (близько 9 млн тонн), на 24,2 % – за рахунок гною, на 44,8 % – за рахунок біологічного азоту (в еквівалентному обчисленні 13 млн тонн) [13, 14].

На основі досліджень з рядом культур, у тому числі і з льоном, було встановлено, що фосфатмобілізуючі бактерії, поліпшуючи фосфатне живлення рослин, сприяють підвищенню продуктивності цих культур [686-693, 711]. Але позитивна дія інокуляції на розвиток рослин не обмежується лише підсиленням фосфорного живлення. Складових цього механізму набагато більше, і він має свою специфіку залежно від збудника процесу. Згідно з літературними даними, складові механізму активізації росту і розвитку інокульованих рослин можна звести до наступних [676]:

1. Продукування органічних кислот, ферментів та інших речовин, що сприяють розкладу важкорозчинних фосфатів. Ця властивість фосфатмобілізуючих мікроорганізмів не викликає сумніву [688, 694, 695].

2. Синтез мікроорганізмами рістстимулюючих речовин. За даними іспанських дослідників, майже половина досліджених фосфатрозчинних бактерій є активними продуцентами вітамінів – В12, рибофлавіну, біотину, пантотенової кислоти [696]. Синтез і екскрецію фосфатмобілізуючими мікроорганізмами біологічно активних речовин показано іншими дослідниками [697].

3. Активізація ферментної активності в інокульованих рослинах. Інокуляція фосфатмобілізуючими мікроорганізмами може ініціювати діяльність окремих ферментних систем рослин. Це підтверджується дослідженнями, які проводились на технічних культурах [695, 698, 699]. Не виключено, що до переліку можливих позитивів залежно від таксономічної належності можна віднести ще низку складових, але вони будуть вторинними, похідними. У першу чергу, це може бути зростання загальної біологічної активності внаслідок додаткового притоку вуглецьумісних речовин у корневих виділеннях ініційованих рослин. Наприклад, через активізацію фотосинтезу фітогормонами. За інтенсивної колонізації коріння інтродукованими мікроорганізмами може бути заповненою деякий час ніша, на яку претендують патогени. Біологічно активні сполуки

можуть також підвищувати стійкість інокульованих рослин до дії патогенів тощо [583].

На сьогодні в Україні створенням мікробних препаратів для землеробства і рослинництва займаються кілька профільних науково-дослідних установ.

При застосуванні мікробних препаратів землеудобрювальної дії слід обов'язково враховувати, що на відміну від препаратів фізіологічної дії – мікроелементів, рістстимуляторів, мікробні препарати застосовуються для передпосівної обробки насінневого матеріалу, оскільки їхнє позакореневе використання не забезпечує достовірного ефекту. Це пов'язане з особливістю взаємодії мікроорганізмів із рослиною. Якщо препарат наноситься на насіння, то “навантаження” мікроорганізмів на одну насінину становить від 100 тис. до 500 тис. бактеріальних чи грибних клітин, тобто інтродукований мікроорганізм займає до 99 % у мікробному пулі епіфітів насіння і є домінуючим [684]. У цих умовах корисний мікроорганізм має всі шанси перемогти в конкурентній боротьбі з іншими ґрунтовими мікроорганізмами і сформувати повноцінну мікробно-рослинну асоціацію або симбіоз. При застосуванні препаратів на вегетуючих рослинах інтродуцент вступає в жорстку конкурентну боротьбу, і для зайняття ним домінуючого становища потрібно внести в сотні разів більші дози препаратів, ніж для передпосівної інокуляції, що економічно невиправдано.

У цілому безпосередньо бактеризація не спроможна повністю замінити мінеральні добрива. Згідно з дослідженнями, проведеними на багатьох сільськогосподарських культурах, ефективність передпосівної інокуляції збільшується по фоні невисоких доз добрив. Насамперед, це пояснюється тим фактом, що в початковий період розвитку рослин вони ще не можуть сформувати повноцінного активного симбіозу або асоціації з мікроорганізмами, тому доцільно забезпечити певний рівень удобрення. Більш висока ефективність бактеризації при забезпеченні рослин NPK пояснюється також суттєвим впливом мікроорганізмів на коефіцієнти засвоєння добрив

(активний розвиток кореневої системи і зростання абсорбуючої здатності коріння забезпечують використання поживних речовин і в т. ч. мінеральних добрив на 20-35 %) [684]. Тому при застосуванні біопрепаратів рекомендується зниження доз мінеральних добрив на 30-50 % [703-706, 708].

В Інституті сільськогосподарської мікробіології УААН створено біопрепарат – Поліміксобактерин, який занесений до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [700-702]. Зазначений препарат створений на основі бактерій *Paenibacillus polymyxa* KB, однією з особливостей цього препарату є резистентність бактеріальних клітин та їхніх спор до дії низки пестицидів. Насіння можна обробляти разом з пестицидами за три місяці до посіву сільськогосподарських культур. Механізм позитивного впливу фосфатмобілізуючих бактерій на розвиток рослин пов'язаний з їхньою властивістю продукувати органічні кислоти, а саме: оцтову, масляну, янтарну (бурштинову), молочну, що приводить до розкладу важкорозчинних органічних фосфатів та неорганічних мінеральних сполук ґрунту, внаслідок чого поліпшується фосфорне живлення рослин. Крім мобілізації фосфатів ґрунту бактерії є активними продуцентами фітогормонів, зокрема, β -індолілоцтової та гіберелінової кислот, а також вітамінів групи B, тому препарат можна вважати рістстимулювальним. Препарат безпечний для людини та навколишнього середовища [690, 691].

Підсумовуючи все вищевикладене, можна констатувати, що в льонарстві всі ці напрями застосування агрохімікатів, з урахуванням сучасних умов господарювання, ще недостатньо відпрацьовані.

7.2. Ефективність застосування біостимуляторів при передпосівній обробці насіння льону-довгунця

Зміни клімату, одночасно з проблемами техногенного забруднення довкілля, вимагають невідкладного формування збалансованого біоенергетичного аграрного виробництва. Енергетичні витрати, що постійно зростають, все менше

виправдовуються додатковим урожаєм, а останніми роками виробництво стає навіть збитковим. Окрім цього, рівень використання рослинами макро- і мікроелементів із мінеральних добрив і ґрунтових сполук залишається досить низьким. Таким чином, у сучасних умовах гостро постає питання формування в технологічному процесі не лише структурних елементів рослин, а й сприяння ефективному перерозподілу між ними пластичних речовин, їхньому ефективному відтоку в репродуктивні органи, покращення їхньої якості за допомогою використання фізіологічно активних речовин.

У найближчі десятиріччя стимулятори росту рослин будуть мати не менше значення в сільськогосподарському виробництві, ніж мінеральні добрива та засоби захисту рослин. Застосування рістрегуляторів рослин (РРР) приводить до результатів, які не можуть бути отримані іншими агроприйомами та методами. Проте вплив РРР на рослини може мати як позитивну, так і негативну спрямованість, тому треба досконало знати технології їхнього застосування.

При використанні рістрегулюючих препаратів необхідно враховувати те, що кожен із них створений для стимулювання розвитку й підвищення продуктивності певних сільськогосподарських культур при відповідних дозах, термінах і способах застосування.

При розробці технологічних прийомів застосування створених РРР ми виходили з того, що вони повинні якнайкраще вписуватися в існуючі технології сільськогосподарського виробництва.

Метою досліджень було вивчення ефективності розроблених Інститутом біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України біостимуляторів рослин, розробка найбільш раціональних методів їхнього застосування, пошук способів підвищення впливу регуляторів на продуктивність льону-довгунця. Коротку характеристику головних РРР (Емістиму С, Агрозимуліну, Триману) наведено у Розділі 2.

Перспективність впровадження нових РРР, при їхній безумовній екологічній безпечності, зумовлюється конкурентоспроможністю

відносно зарубіжних PPP, що з'являються на ринку України. Оцінка конкурентоспроможності формується як інтегральний показник з ряду параметрів: вплив на врожайність та якість рослинницької продукції; питома витрата PPP; ринкова вартість препарату; вартість проведення робіт (за наявності відхилень у технології).

Відомо, що процес проростання насіння складний не тільки з точки зору біохімічних та морфологічних особливостей, він значно залежить від навколишнього середовища. Будь-який зовнішній вплив, усі природні та штучні фактори можуть впливати на проростаюче насіння та проросток, що формується, викликати глибокі зміни фізіолого-біохімічних процесів, які визначають здатність рослин давати високі врожаї. Наукові дослідження показали, що обробка насіння рістрегулюючими речовинами може значною мірою забезпечити стимуляцію росту і розвитку рослин. У цьому відношенні на першій план постає проблема вивчення стимулюючого впливу на ріст і розвиток рослин льону PPP при передпосівній обробці насіння.

У період проведення досліджень (**дослід 10, стор. 48**) гідротермічні умови вегетаційного періоду льону-довгунця мали значну мінливість, що обумовлює більш детальний аналіз їхніх параметрів (табл. 7.1, додатки Л1, Л2).

Таблиця 7.1 – Гідротермічні умови вегетаційного періоду під час проведення експерименту з обробки насіння льону-довгунця стимуляторами

Роки	Міжфазні періоди			
	Сходи – цвітіння		Цвітіння – визрівання	
	Умови зволоження			
	опади, мм	ГТК	опади, мм	ГТК
1996 р., помірно зволожений	66,4	2,30	38,8	1,63
1997 р., надмірно зволожений	116,1	2,57	174,9	5,89
1998 р., посушливий	44,2	1,44	98,6	3,00

Так, коефіцієнт варіації опадів від середнього багаторічного показника за вегетаційний період в експериментальні роки досліджень становив: у 1996 р. – 59 %, в 1997 р. – 153 %, в 1998 р. – 75 % при нормі 184,2 мм; середньодобової температури повітря відповідно – 109, 101 та 107 % при нормі 16,9 °С; гідротермічного коефіцієнту (ГТК) – 63, 155 та 78 % при нормі ГТК 2,78; суми ефективних температур повітря вище +10 °С – 94, 99 та 95 % від норми 662,4 °С. Таким чином, погодні умови вегетаційного періоду змінювалися у широкому діапазоні – від посушливих до надмірно зволжених.

Аналіз впливу гідротермічних умов вегетаційного періоду на продуктивність льону-довгунця та ефективність обробки насіння льону біостимуляторами показав, що цей фактор на 76,9 % визначає урожайність соломки, на 75,7 % – довгого волокна, на 87,7 % – насіння.

Більш високий урожай соломки незалежно від варіанту досліду був отриманий за умови помірного зволоження при величині ГТК 2,30 у першій половині вегетації (сходи – цвітіння) (табл. 7.2). При збільшенні в цей період показника ГТК в 1,1 разу (до 2,57) відмічена тенденція до зниження врожайності соломки на 8 %, при зменшенні ГТК в 1,6 разу (до 1,44) врожайність соломки знизилась на 48 %. Урожай довгого волокна при підвищенні показника ГТК від 1,44 до 2,57 зростав у 1,9 разу.

На насінневу продуктивність льону-довгунця негативно впливала кількість опадів у другій половині вегетаційного періоду (цвітіння – визрівання). При збільшенні кількості опадів у цей період з 38,8 до 174,9 мм або в 4,5 разу врожайність насіння льону зменшувалася в 3 рази (табл. 7.2).

У помірно вологий рік вплив обробки насіння біостимуляторами на врожайність соломки, довгого волокна та насіння був неістотним. При цьому у порівнянні з контролем на всіх варіантах із застосуванням біостимуляторів спостерігалася незначна тенденція до

зменшення продуктивності, величина якої не перевищувала помилку дослідів (табл. 7.2).

Таблиця 7.2 – Продуктивність льону-довгуця та ефективність обробки насіння біостимуляторами в залежності від гідротермічних умов вегетаційного періоду, ц/га

Вид льонопродукції	Варіанти дослідів										
	Контроль – без стимуляторів	Емістим С – 10 мл/г	Емістим С – 15 мл/г	Емістим С – 20 мл/г	Агростимулін – 10 мл/г	Агростимулін – 20 мл/г	Триман – 10 г/г	Триман 20 г/г	Протон – 20 мл/г	Метіур – 10 г/г	
1996 – помірно зволожений											
солома	71,1	52,1	60,5	58,9	59,3	58,2	65,5	50,6	65,7	55,6	
довге волокно	11,0	8,1	9,4	9,1	9,2	9,0	10,2	7,0	10,2	8,6	
насіння	10,3	7,0	9,8	9,1	8,9	8,1	8,4	8,3	11,1	10,0	
НІР ₀₉₅ , ц/га	солома Fф < Fт			довге волокно Fф < Fт				насіння 1,22			
1997 р. – надмірно зволожений											
солома	41,5	47,7	61,3	54,4	49,1	58,5	57,0	65,0	51,7	62,8	
довге волокно	7,8	9,0	11,5	10,2	8,9	11,0	10,7	12,2	9,8	11,8	
насіння	1,6	2,3	3,9	2,5	2,7	3,5	2,9	4,0	3,0	3,7	
НІР ₀₉₅ , ц/га	солома 4,03			довге волокно 0,86				насіння 0,63			
1998 р. – посушливий											
солома	27,6	32,1	34,1	33,5	18,6	34,8	26,1	31,5	37,7	35,5	
довге волокно	4,7	5,5	5,9	5,8	3,2	6,0	4,5	5,4	6,5	6,1	
насіння	6,7	8,7	9,7	9,7	6,6	9,7	8,4	8,0	9,5	7,8	
НІР ₀₉₅ , ц/га	солома 3,60			довге волокно 0,67				насіння 2,60			
НІР ₀₉₅ , ц/га для погодніх фактора	13,26			5,70				1,79			

За умов надмірного зволоження всі біостимулятори позитивно впливали на врожайність соломки, насіння та довгого волокна. Приріст урожаю становив: соломки – 15-57 %, довгого волокна – 14-56 %, насіння – 44-150 %.

У посушливий рік дія рістрегулюючих речовин була теж позитивною: врожайність соломки по відношенню до контролю зростала на 14-37 %, довгого волокна – на 15-38 %. Винятком у цих умовах був варіант, де застосовували Агростимулін у дозі 10 мл/т: спостерігалось зниження врожайності соломки на 33 %, довгого волокна – на 32 %, насіння – на 1 % (табл. 7.2).

Порівняльна оцінка продуктивності кожного варіанту в умовах помірного зволоження (умовний контроль) та цих показників за умов надмірного або недостатнього зволоження дала можливість спостерігати безпосередньо дію кожного регулятора в стресових ситуаціях (табл. 7.2). У контрольному варіанті продуктивність льону-довгунця знижувалася таким чином: у посушливий рік по соломі – на 61 %, довгому волокну – на 57 %, насінню – на 35 %; в умовах надмірного зволоження – відповідно на 42, 29 та 85 %.

Аналізуючи дані порівняльної оцінки фізіологічно активних препаратів, слід відзначити, що при надмірному зволоженні істотний приріст урожайності соломки 14,4 ц/га або 28 % отримано лише при обробці насіння Триманом у дозі 20 г/т. При цьому Триман прискорював ріст рослин у висоту в період «швидкий ріст – цвітіння», підвищував щільність стеблостою на одиниці площі перед збиранням. Обробіток насіння Протоном у цих умовах викликав істотне зниження врожаю соломки – на 14 ц/га (21 %). Застосування Емістиму С (15 мл/т), Агростимуліну (20 мл/т) та Метіуру (10 г/т) викликало за цих умов лише позитивний ефект. Емістим С (10 та 20 мл/т), Агростимулін (10 мл/т) та Триман (10 г/т) негативно впливали на величину врожаю соломки при надмірному зволоженні (табл. 7.2).

У посушливих умовах на всіх варіантах обробки насіння біостимуляторами врожайність соломки знизилась у середньому на

27 % (з коливаннями від 19 до 41 %). Аналогічним чином біостимулятори діяли на врожайність довгого волокна (табл. 7.2).

Урожайність насіння при значному зволоженні зменшувалась на контрольному варіанті (без стимуляторів) на 85 %, а на всіх інших варіантах – у середньому на 64 % (з коливаннями від 52 до 73 %). При недостатньому зволоженні істотне зниження врожайності насіння було на варіанті із застосуванням Агростимуліну (10 мл/т) та Метіуру (10 г/т) – воно дорівнювало 22-26 %. Застосування в цих умовах Агростимуліну в дозі 20 мл/т та Емістиму С в дозі 10 мл/т викликало позитивний ефект, стабілізуючи врожай насіння льону-довгунця (табл. 7.2).

Отримані дані свідчать про антистресову активність рістрегуляторів, оскільки їхня дія на адаптивні параметри рослин найефективніше проявилася у рік із несприятливими умовами вегетації – надмірно зволожений. Можливо, це можна пояснити здатністю вищезазначених сполук активізувати ферментні системи рослин саме в умовах значного підвищення вологозабезпеченості у першій половині вегетації. Таким чином, важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища.

Для розуміння причин антистресової дії препаратів нами проведено комплексне дослідження параметрів біометричного стану посіву та морфологічних ознак рослин льону-довгунця. При дії препаратів простежується тенденція до зростання важливих показників продукційного потенціалу рослин. Застосування PPP позитивно вплинуло на виживання рослин протягом вегетаційного періоду – в середньому гинуло на 3 % рослин менше (на контролі цей показник становив 18 %, а на варіантах з PPP – від 10,6 до 17,4 %); зростала кількість сформованих на одній рослині насінневих коробочок – на 6,8 % у середньому, рослини були більш високорослими – на 2 см або на 2,2 % (табл. 7.3).

Найкращі значення відмічено у варіанті з Емістимом С, де застосовували препарат у дозі 15 мл/т насіння. Аналіз показав, що у

цьому варіанті порівняно з контролем гинуло на 7,4 % менше рослин, технічна довжина рослин була на 1,3 см (2 %) більшою, зростала на 8,5 % кількість сформованих на одній рослині коробочок, на 4,3 % збільшувалася маса 1000 насінин (табл. 7.3).

Таблиця 7.3 – Вплив обробки насіння льону-довгуця біостимуляторами на біометричні показники посіву, морфологічні ознаки рослин, динаміку росту рослин, середнє за три роки

Показники		Варіанти досліджу									
		без стимуляторів (контроль)	Емістим С			Агрости-мулін		Триман		Протон 20 мл/г	Метіур 10 г/г
			10 мл/г	15 мл/г	20 мл/г	10 мл/г	20 мл/г	10 г/г	20 г/г		
Повнота сходів, %		57,0	54,7	56,0	56,7	51,7	55,6	52,9	55,7	58,4	60,1
Густота стебел, шт./м ²	повні сходи	1426	1368	1399	1417	1291	1391	1322	1392	1460	1502
	збирання	1171	1121	1245	1182	1059	1224	1119	1165	1211	1259
Загнуло рослин за вегетацію, %		18,0	17,4	10,6	16,2	16,9	11,5	14,8	15,5	16,5	15,4
Технічна довжина рослин, см		75,0	74,7	76,3	76,7	74,6	74,9	71,6	73,7	74,8	75,7
Сформувалося коробочок на рослині, шт.		4,7	4,7	5,1	4,7	5,0	5,2	5,1	5,8	4,6	5,0
Маса 1000 насінин, г		4,6	4,4	4,8	4,6	4,4	4,6	4,6	4,6	4,5	4,6
Динаміка лінійного росту рослин, см	“ялинка”	9,3	9,6	9,3	9,3	9,1	9,0	8,8	8,9	8,9	8,5
	швидкий ріст	27,4	29,3	28,3	28,2	27,5	28,4	27,5	27,8	27,4	26,8
	початок бутонізації	60,6	61,8	60,9	63,6	60,0	62,0	59,5	60,6	61,3	59,3
	кінець цвітіння	82,9	84,6	84,1	85,3	82,5	85,0	83,5	84,7	83,8	83,6
	повна стиглість	92,4	93,5	95,2	94,3	93,9	95,3	93,7	94,6	94,4	94,9

Таким чином, передпосівна обробка насіння Емістимом С створювала передумови для більш активного росту рослин у динаміці та здатності їх протягом вегетаційного періоду лабільно витримувати абіотичні стресові фактори. На наш погляд, синергізм дії компонентів даного препарату і зумовлює його високу фізіологічну активність.

Відомо, що критерієм оцінки будь-якого агрозаходу вирощування культури є її врожайність, яку можна розглядати як реалізацію генетичного потенціалу рослин, та реакції не тільки на погодні умови, але й на вплив певних агротехнічних прийомів у процесі онтогенезу. Найбільші врожаї можуть бути отримані за найвищої активності фотосинтетичного апарату і найбільшої стійкості рослин до несприятливих умов довкілля.

Проведений нами дисперсійний аналіз експериментальних даних показав, що в середньому за три роки при обробці насіння біостимуляторами частка їхньої участі в зміні продуктивності льону-довгунця розподілилася наступним чином: вплив на врожайність соломи – 67,6 %, довгого волокна – 73,1 %, по відношенню до насіннєвої продуктивності він виявився неістотним.

У наших дослідженнях встановлена різна реакція льону-довгунця на передпосівну обробку насіння РРР. Максимальний приріст урожайності льоносоломки 5,2-5,0 ц/га або 11 відсотків отримано при обробці насіння відповідно Емістимом С – 15 мл/т та Протоном – 20 мл/т (табл. 7.4). Збільшення дози Емістиму С до 20 мл/т знизило величину врожаю соломки. Застосування Емістиму в дозі 10 мл/т також зменшувало її врожайність. Зменшення дози Агростимуліну на 50 % (з 20 до 10 мл/т) викликало значне зниження врожайності соломки – з 50,5 до 42,3 ц/га або на 16 %. Обробка насіння Триманом позитивно впливала на врожайність соломки. Збільшення дози Триману в 2 рази дещо знижувало показники. Близьким за ефективністю до Емістиму С та Протону виявився вплив Метіуру.

Істотне збільшення врожайності довгого волокна спостерігалось при застосуванні Метіуру (10 г/т), Протону (20 г/т), Агростимуліну (20 мл/т) та Емістиму С (15 мл/т). Обробка Триманом (незалежно від

дозі) та Емістимом С в дозі 20 мл/т сприяла збільшенню волокнистої продуктивності. Істотне зниження врожайності волокна спостерігалось при застосуванні Агростимуліну в дозі 10 мл/т. Зменшення дози Емістиму С до 10 мл/т також знижувало врожай довгого волокна. Аналогічний результат отримано і для врожайності насіння (табл. 7.4).

Таблиця 7.4 – Ефективність застосування біостимуляторів при передпосівній обробці насіння льону-довгуця, середнє за 3 роки

№ з/п	Варіанти дослідів	Урожайність								
		соломи			довгого волокна			насіння		
		ц/га	± до конт-ролю	% до конт-ролю	ц/га	± до конт-ролю	% до конт-ролю	ц/га	± до конт-ролю	% до конт-ролю
1	Контроль – без стимуляторів	46,7	-	100	7,9	-	100	6,2	-	100
2	Емістим С – 10 мл/т	44,0	-2,7	94	7,5	-0,4	95	6,0	-0,2	97
3	Емістим С – 15 мл/т	51,9	+5,2	111	8,9	+1,0	113	7,8	+1,6	126
4	Емістим С – 20 мл/т	48,9	+2,2	105	8,4	+0,5	106	7,1	+0,9	115
5	Агростимулін – 10 мл/т	42,3	-4,4	91	7,1	-0,8	90	5,8	-0,4	94
6	Агростимулін – 20 мл/т	50,5	+3,8	108	8,7	+0,8	110	7,1	+0,9	115
7	Триман 10 г/т	49,5	+2,8	106	8,5	+0,6	108	6,6	+0,4	106
8	Триман 20 г/т	49,0	+2,3	105	8,5	+0,6	108	6,9	+0,7	112
9	Протон 20 мл/т	51,7	+5,0	111	8,8	+0,9	111	7,8	+1,6	126
10	Метіур 10 г/т	51,3	+4,6	110	8,8	+0,9	111	7,1	+0,9	115

НР₀₅, ц/га
Р, %

4,79
3,31

0,78
3,80

F_φ < F_τ
0,66

У дослідженнях встановлено, що кожна гривня, витрачена на придбання і внесення регуляторів росту рослин, при допосівній обробці насіння культури окупається приростами сумарного врожаю льону (насіння + волокно) в середньому в 13 разів (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – Економічна ефективність застосування біостимуляторів при передпосівній обробці насіння льону-довгуниця, середнє за три роки

Варіанти дослідю	Показники				
	Вартість гектарної дози, грн	Приріст сумарного врожаю, \pm , ц/га	Вартість додаткової продукції, \pm , грн/га	Розрахункова окупність, \pm , грн/га	Розрахункова окупність, грн/грн, разів
1. Контроль – без стимуляторів	-	-	-	-	-
2. Емістим – 10 мл/т насіння	7,56	-0,6	-85,6	-93,2	11,3 (-)
3. Емістим – 15 мл/т насіння	11,34	+2,6	+410,4	+399,1	36,2
4. Емістим – 20 мл/т насіння	15,12	+1,4	+223,1	+208,0	14,7
5. Агростимулін – 10 мл/т насіння	8,34	-1,2	-171,2	-179,5	20,5 (-)
6. Агростимулін – 20 мл/т насіння	16,68	+1,7	+260,5	+243,8	15,6
7. Триман – 10 г/т насіння	8,50	+1,0	+146,3	+137,8	17,2
8. Триман – 20 г/т насіння	17,0	+1,3	+199,9	+182,9	11,7
9. Протон – 20 мл/т насіння	17,0	+2,5	+398,0	+381,0	23,4
10. Метіур – 10 г/т насіння	8,5	+1,8	+273,0	+264,5	32,1
В середньому по дослідю	12,23	+1,2	+183,8	+171,6	13,2

Однак при цьому варіанти за зазначеним показником суттєво відрізнялись. Найкращі економічні результати отримано у варіантах із застосуванням Емістиму С (15 мл/т) та Метіуру (10 г/т). У середньому за три роки показник окупності витрат відповідно становив 399,1 та 264,5 грн/га або вартість приросту додатково отриманої продукції у 36,2 та 32,1 разу перевищувала витрати на проведення даної технологічної операції. При обробці насіння препаратами Емістим С та Агростимулін у дозі 10 мл/т агрозахід був збитковим (табл. 7.5).

Таким чином, використання PPP, особливо Емістиму С, для допосівної обробки насіння льону-довгунця надає можливість спрямовано впливати на найважливіші процеси у рослинному організмі, мобілізувати потенційні можливості, закладені в геномі природою і селекцією.

7.3. Особливості росту та розвитку рослин льону-довгунця і їхньої продуктивності за позакореневого застосування біостимуляторів

З метою формування максимальної продуктивності льону-довгунця необхідно в кожному конкретному фітоценозі формувати співвідношення, що отримали назву донорно-акцепторних відносин – між споживачами та асимілюючими органами [325. 592].

Аналіз наявної інформації показує, що ефективність стимулюючих речовин проявлятиметься настільки, наскільки вони здатні впливати на формування співвідношень між донором (фотосинтезуючі органи) і акцептором (плоди, пагони, коренева система тощо), синхронізувати на різних етапах розвитку рослин їхні взаємовідношення, сприяти формуванню провідної системи, підвищувати здатність акцептора до утилізації пластичних речовин та нуклеїновий обмін речовин. При цьому особлива увага приділяється впливу біостимуляторів на ефективність роботи мітохондрій (“силових станцій” клітини), що обумовлюється в багатьох випадках передчасним згасанням мітохондріальної діяльності на заключних

етапах органогенезу та пов'язаним із цим зниженням надходження до генеративних органів наявних запасних речовин стебла. Саме оптимальне співвідношення «донор-акцептор» визначатиме продуктивність культури.

Враховуючи можливі особливості ростової реакції рослин та зміни їхнього фізіологічного сприйняття до умов обробки регуляторами росту, було застосовано три строки обприскування посівів льону-довгунця: у фазі повних сходів, “ялинки” та бутонізації. Перший строк – стартова стимуляція у фазі повних сходів: коли молоді рослини мають тільки сім'ядольні листочки та невеличку бруньку між ними, передбачали те, що у цей період рослини частіше за все можуть піддаватися швидким ударним навантаженням (сила впливу PPP). Це може залежати від невеликого розміру їхнього листового апарату й кореневої системи, відсутності значних запасів метаболітів, які могли б забезпечити компенсацію можливого несприятливого впливу.

Другий строк – фаза “ялинки”. Це фаза росту від утворення першої пари справжніх листочків до періоду інтенсивного росту. Висота рослин на даному етапі становить 5-15 см, є 5-6 пар справжніх листочків. Ріст надземної частини рослин повільний – 0,3-0,6 см на добу, але відзначається активний ріст кореневої системи.

Третій строк застосування PPP – фаза бутонізації. На даному етапі бутони виходять назовні, приріст у висоту стебла у цей час може сягати від 1,5 до 5 см на добу, посилено формуються елементарні волокна, закладаються генеративні органи. При цьому збільшення розмірів надземної частини рослин може гарантувати достатні фонди різних метаболітів, що включаються в реакцію адаптації.

Для контролю дії PPP на рослини льону, на нашу думку, візуально найбільше відповідають реакції рослин, що характеризуються змінами швидкості росту і розмірів органів – морфологічні ознаки рослин та визначення таких показників, які інтегрально відображають загальний стан посіву. Тобто біометричні

параметри: повнота сходів, щільність рослин на одиниці площі (вихідна та кінцева), а також динаміка лінійного росту рослин і накопичення ними біомаси за міжфазними інтервалами.

Аналіз даних нашого експерименту (**дослід 11, стор. 48-50**) показав, що обприскування вегетуючих рослин льону-довгунця РРР може значно впливати на стан посіву та показники структури врожаю. При вивченні цього питання нами встановлено, що застосування Емістиму С та Агростимуліну в фазі повних сходів підвищувало в порівнянні з контролем загальну щільність рослин на одиниці площі в середньому на 3 %, знижувало загибель рослин за вегетацію на 4 %, збільшувало кількість сформованих на одній рослині насінин на 4 %, підвищувало масу 1000 насінин та темпи лінійного приросту рослин у висоту на 2 % (табл. 7.6).

У наших дослідженнях встановлена позитивна дія позакореневого обприскування рослин льону у фазі “ялинки” Емістимом С на біометричні показники стану посіву. Це сприяло зростанню загальної щільності стеблостою на одиниці площі на 5 %. Важливим показником ефективності позакореневої біостимуляції рослин є їхнє виживання, яке при цьому зростало на 14 %. Закономірно підвищувалася на цьому варіанті на 16 % кількість сформованих на одній рослині коробочок. Заслуговує на увагу і підвищення на 1 % темпів лінійного приросту стебел (табл. 7.6).

Механізм позитивного впливу регулятора росту Емістим С при позакореневій обробці посівів льону-довгунця, на наш погляд, підтверджується аналогічними даними, отриманими в Інституті пшениці УААН (Г. В. Мазильников, О. І. Шевченко, Б. М. Черемха, 1998) при вивченні впливу біостимуляторів нового покоління на донорно-акцепторні відносини у зернових культур. Результати даних досліджень засвідчили, що при позакореневій обробці посівів озимої пшениці Емістимом С відмічено підсилення обмінних процесів у рослини і, як наслідок, більш інтенсивне надходження асимілятів до активної точки росту – конусу наростання на четвертому етапі органогенезу рослин.

Таблиця 7.6 – Вплив обробки посівів льону-довгуця біостимуляторами на біометричні показники посіву, морфологічні ознаки рослин, динаміку їхнього росту, середнє за три роки

№ з/п	Показники	Варіанти досліду									
		Контроль – без РРР (обрискування водою)	Повні сходи			Фаза “ялинки”					Емісія С 5 м/га фаза бутонізації
			Емісія 5 м/га	Агресивність мулін	Агресивність мулін	Емісія 5 м/га	Протон 10 м/га	Вотник 10 м/га	Трипан 5 г/га		
1	Повнота сходів, %	73,3	71,7	70,9	71,9	70,8	71,2	70,3	69,8	70,6	
2	Густота стебел, шт./м ²	під час сходів	1741	1773	1798	1770	1781	1758	1746	1765	
		на період збирання	1434	1442	1482	1486	1440	1416	1413	1451	
3	Загинуло рослин за вегетацію, %	16,9	15,6	17,4	15,8	14,6	16,9	17,6	16,8	16,0	
4	Висота рослини, см	загальна	71	69	69	69	66	63	67	67	
		технічна	62	60	60	60	59	58	58	59	
5	Сформувалося на одній рослині, шт.	коробочок	1,8	1,9	2,0	2,2	2,1	2,1	1,6	1,8	
		насінин	9,8	10,0	10,9	10,9	9,8	9,6	10,3	8,6	9,8
6	Діаметр стебел, мм	1,68	1,51	1,54	1,64	1,66	1,60	1,55	1,59	1,45	
7	Маса 1000 насінин, г	“ялінка”	4,4	4,5	4,4	4,3	4,4	4,3	4,3	4,5	
		початок бутонізації	14,5	14,8	15,2	14,5	14,3	13,6	14,7	14,0	15,1
8	Динаміка лінійного росту, см	кінєць цвітіння	51,3	54,3	56,1	53,2	52,6	50,4	50,0	52,4	
		початок бутонізації	65,4	66,9	66,5	66,0	66,3	64,5	65,4	63,8	63,6
9	Накопичення повітряно-сухої речовини, г/10 рослин	“ялінка”	0,69	0,64	0,75	0,58	0,61	0,64	0,68	0,69	
		початок бутонізації	2,73	3,21	3,31	2,87	3,00	3,00	3,08	2,84	2,92
	кінєць цвітіння	4,15	5,00	4,83	4,51	5,71	4,60	4,50	4,65	4,49	

При цьому було встановлено, що термін позакореневої обробки РРР є одним із вирішальних факторів [598].

У експерименті ми спостерігали певні негативні зміни у рості та розвитку рослин льону, які відбувалися на варіантах з обприскуванням такими препаратами, як Протон, Вогник та Триман, що обумовило порівняно з контролем зниження параметрів перелічених показників у середньому на 1-3 % (табл. 7.6).

Доказом того, що позакореневе обприскування РРР сприяє змінам продуктивності льону, є результати дисперсійного аналізу врожайних даних. Вони свідчать, що в середньому за три роки частка впливу цього заходу на врожайність соломки становила 75,5 %, довгого волокна – 76,6 %. Вплив позакореневого застосування рістактиваторів на насінневу продуктивність не підтвердився.

Результати визначення продуктивності культури свідчать, що обробка вегетуючих рослин льону Емістимом С та Агростимуліном забезпечувала підвищення врожайності соломи та волокна. У середньому за три роки найбільш ефективним виявився варіант із застосуванням Емістиму С у фазі “ялинки”. Максимальний приріст урожайності порівняно з контролем від цього агрозаходу становив по соломі 5,9 ц/га або 13 %, по довгому волокну – 1,1 ц/га (14 %). У всіх варіантах досліджу, де застосовували Протон, Вогник і Триман, відмічена тенденція до зниження продуктивності, хоча в залежності від препаратів цей вплив був різним. Обробка Триманом викликала істотне зниження продуктивності льону (табл. 7.7).

Обробіток посівів Емістимом С та Агростимуліном у фазі повних сходів обумовив лише позитивну тенденцію до росту врожайності соломки на 1,6-2,8 ц/га (4-6 %), показники перебували в межах помилки досліджу. Аналогічні результати отримано при обробці посівів Емістимом С у фазі бутонізації. Такі ж результати отримані й по врожайності довгого волокна (табл. 7.7).

За нашими даними, біостимуляція вегетуючих рослин льону різними препаратами на врожайність насіння помітно не вплинула. Певна тенденція до збільшення цього показника спостерігалася при

застосуванні у період повних сходів Емістиму С, Агростимуліну та Вогнику у фазі “ялинки”. Більш негативно льон реагував на РРР на фоні обприскування Триманом і Протоном у фазі “ялинки” та Емістимом С у фазах “ялинки” і бутонізації.

Таблиця 7.7 – Вплив позакореневої обробки посівів біостимуляторами на врожайність льону-довгунця, середнє за три роки

Варіанти дослідю	Урожайність								
	соломи			довгого волокна			насіння		
	ц/га	приріст до контролю	% до контролю	ц/га	приріст до контролю	% до контролю	ц/га	приріст до контролю	% до контролю
Контроль – без стимуляторів (обприскування водою – повні сходи)	44,6	-	100	8,1	-	100	4,3	-	100
Емістим – 5 мл – повні сходи	46,2	+1,6	104	8,4	+0,3	104	4,5	+0,2	105
Агростимулін – 5 мл - повні сходи	47,4	+2,8	106	8,7	+0,6	107	4,7	+0,4	109
Агростимулін – 10 мл – повні сходи	46,9	+2,3	105	8,6	+0,5	106	4,9	+0,6	114
Емістим – 5 мл – фаза “ялинки”	50,5	+5,9	113	9,2	+1,1	114	4,2	-0,1	98
Протон – 10 мл – фаза “ялинки”	43,4	-1,2	97	7,9	-0,2	98	4,0	-0,3	93
Вогник – 10 мл – фаза “ялинки”	43,9	-0,7	98	8,1	0	100	4,4	+0,1	102
Триман – 5 г – фаза “ялинки”	41,6	-3,0	93	7,6	-0,5	94	4,0	-0,3	93
Емістим – 5 мл - бутонізації	45,6	+1,0	102	8,3	+0,2	102	4,1	-0,2	95

НР₀₉₅, ц/га

2,84

0,38

F_φ < F_τ

P, %

2,11

1,57

5,12

На наш погляд, більш пізнє використання регуляторів росту, а саме у фазі “ялинки” та бутонізації, стимулювало розвиток фотосинтезуючих метамерів (стебел), що вплинуло на інтенсивність загального фотосинтезу, але, водночас, зменшило відтік метаболітів до репродуктивних органів. Наслідком такого внесення регуляторів було зменшення урожайності насіння (табл. 7.7). Таким чином, достовірної залежності між обробкою рослин льону РРР та рівнем урожайності насіння у середньому за три роки встановити не вдалося.

У дослідженнях спостерігалася помітна різниця у рівні продуктивності льону-довгунця за різних гідротермічних умов вегетаційного періоду (табл. 7.8, додатки ЛЗ, Л4).

Таблиця 7.8 – Гідротермічні умови вегетаційного періоду під час проведення експерименту за позакореневої обробки рослин льону-довгунця стимуляторами

Роки	Міжфазні періоди			
	Сходи – цвітіння		Цвітіння – визрівання	
	Умови зволоження			
	опад, мм	ГТК	опад, мм	ГТК
1996 р., помірно зволожений	50,7	1,60	47,6	1,98
1997 р., надмірно зволожений	101,3	3,53	180,9	6,11
1998 р., посушливий	37,4	1,25	88,0	3,41

Аналіз гідротермічних даних за період інтенсивного росту та розвитку рослин льону-довгунця (сходи – цвітіння) показав, що при величині ГТК за цей період 1,25 і кількості опадів 37,4 мм врожайність соломки та довгого волокна становили на контрольному варіанті відповідно 33,2 та 6,1 ц/га (табл. 7.9). При підвищенні цих метеопказників до 1,60 та 50,7 мм або відповідно на 28 і 36 % урожайність соломки зростала на 27 ц/га (81 %) довгого волокна – на 4,6 ц/га (75 %). Приріст урожаю насіння становив 4,1 ц/га (121 %). Подальше підвищення ГТК до 3,53 та кількості опадів до 101,3 мм обумовило зниження врожайності соломки з 60,2 до 40,3 ц/га або на

33 %, довгого волокна – з 10,7 до 7,6 ц/га (на 29 %), насіння – з 7,5 до 2,1 ц/га (на 72 %). При цьому в посушливих умовах рівень продуктивності був значно нижчим, ніж при підвищеному зволоженні. Збільшення величини ГТК у другій половині вегетації, в період формування репродуктивних органів (цвітіння – визрівання) знижувало насінневу продуктивність льону.

Таблиця 7.9 – Продуктивність льону-довгуця та ефективність обробки посівів біостимуляторами в залежності від гідротермічних умов вегетаційного періоду, ц/га

Вид льонопродукції	Варіанти дослідів								
	Контроль – без стимуляторів	Емістим С 5 мл/га повні сходи	Агростимулін 5 мл/га повні сходи	Агростимулін 10 мл/га повні сходи	Емістим 5 мл/га “ялінка”	Протон 10 мл/га “ялінка”	Вогник 10 мл/га “ялінка”	Триман 5 г/га “ялінка”	Емістим 5 мл/га бутонізація
1996 – помірно зволожений									
солома	60,2	55,2	57,3	57,2	56,2	54,4	51,2	51,3	58,6
довге волокно	10,7	9,8	10,1	10,1	10,0	9,6	9,1	9,1	10,4
насіння	7,5	6,6	6,2	6,5	5,3	4,6	4,9	5,1	4,7
НІР ₀₉₅ , ц/га	солома $F_{\phi} < F_T$			довге волокно $F_{\phi} < F_T$			насіння 1,22		
1997 р. – надмірно зволожений									
солома	40,3	44,4	48,3	44,8	56,7	41,6	50,9	40,1	48,0
довге волокно	7,6	8,3	9,1	8,4	10,7	7,8	9,6	7,6	9,1
насіння	2,1	2,6	2,5	3,2	2,8	2,5	3,4	2,3	2,7
НІР ₀₉₅ , ц/га	солома 4,26			довге волокно 0,88			насіння 0,48		
1998 р. – посушливий									
солома	33,2	39,0	36,6	38,8	38,7	34,2	29,6	33,5	30,1
довге волокно	6,1	7,1	6,7	7,1	7,1	6,3	5,4	6,1	5,5
насіння	3,4	4,3	5,4	5,1	4,6	5,0	4,9	4,5	4,9
НІР ₀₉₅ , ц/га	солома 4,26			довге волокно 0,73			насіння 0,80		
НІР ₀₉₅ , ц/га для погодного фактора	6,86			1,26			$F_{\phi} < F_T$		

Ступінь та спрямованість фізіологічної реакції рослин льону на застосування рістстимуляторів при зміні погодних умов була різною. В помірно вологий рік при ГТК у першій та другій половині вегетації відповідно 1,60 і 1,98 ефективність впливу рістстимулюючих речовин на врожайність соломки та довгого волокна була неістотною. Спостерігалася тенденція до зниження продуктивності льону в усіх варіантах використання Протону, Вогнику, Триману. Урожайність насіння при застосуванні регуляторів істотно знижувалась, за винятком варіантів обробки рослин Емістимом С (5 мл/га) та Агростимуліном (10 мл/га), коли ці речовини використовували в фазі повних сходів (табл. 7.9).

При значному збільшенні зволоженості (ГТК відповідно 3,53 та 6,11) обприскування посівів Агростимуліном у фазі повних сходів, Емістимом С у фазі “ялинки” та бутонізації, Вогником у фазі “ялинки” сприяло істотному підвищенню врожайності льону в порівнянні з контролем. У більш посушливих умовах першої половини вегетації (ГТК 1,25) та підвищеного зволоження у другому її періоді (ГТК 3,41) максимальний ефект збільшення врожайності соломки й довгого волокна досягнуто у варіантах з обприскуванням посівів Емістимом С (5 мл/га) та Агростимуліном (10 мл/га) у фазі повних сходів, а також Емістимом С у фазі “ялинки”. Урожайність насіння за цих умов істотно збільшувалась при застосуванні біостимуляторів. Найбільший приріст урожаю насіння отримано за використання Агростимуліну, Протону, Вогнику на початку вегетації льону та Емістиму С у фазі бутонізації (табл. 7.9).

Дослідження характеру дії (пригнічення – стимулювання) кожного біостимулятора виявило вплив різних агрокліматичних умов на цей процес. Умовним контролем вважали врожайність у кожному окремому варіанті в найбільш сприятливий рік з помірним зволоженням та з ним порівнювали врожайність цього ж варіанту в роки з більш посушливими або більш зволоженими умовами. Встановлено, що застосування біостимуляторів викликало незначне зниження врожайності – при обробці посівів Емістимом С у фазі

повних сходів зменшення врожаю становило в зволожений рік: соломки – 20 %, довгого волокна – 15 %, насіння – 61 %; у посушливий рік – відповідно 29, 28 та 35 %. Якщо Емістим С застосовували в фазі “ялинки”, то при підвищеному зволоженні врожайність соломки та довгого волокна підвищувалась відповідно на 1 та 7 %; урожайність насіння зменшувалась на 47 %.

У посушливих умовах зниження врожайності соломки та волокна отримано при обприскуванні рослин Емістимом С у період повних сходів. Урожайність насіння при цьому зменшувалась на 13 %. Застосування Емістиму С у фазі бутонізації у зволожений рік викликало зменшення врожайності соломки та волокна на 18 і 12 %, насіння – на 43 %; в умовах посухи зменшення становило 49 та 47 %, приріст урожайності насіння дорівнював 2 %. Агростимулін (5 мл/га) при підвищеному зволоженні знизив продуктивність відповідно на 16,10 та 60 %, при засусі – на 36, 34 та 13 %. Двократне збільшення дози цього препарату посилило негативний ефект його дії в обох випадках зволоження.

При застосуванні Протону та Триману врожайність соломки, волокна і насіння знизилась у вологі роки в середньому на 23, 18 та 51 % відповідно. У посушливі роки врожайність соломки та волокна зменшувалась на 36 і 34 %, при цьому Протон підвищив насінневу продуктивність на 9 %, а Триман знизив на 12 %.

Обприскування посівів Вогником в умовах значного зволоження стабілізувало врожайність соломки та волокна, але знижувало врожайність насіння на 31 %. У посушливих умовах урожайність насіння не змінювалась, а соломки та волокна знижувалась на 42 %.

Оцінка фітосанітарного стану агроценозів є підґрунтям для інтегрованого захисту і технології вирощування культури. Фітосанітарну діагностику проводили з урахуванням таких екологічних чинників, як температура – що є найбільш впливовим на ріст і розвиток не тільки культурної рослини, але й бур'янів та збудників хвороб. Адже кожний живий організм в амплітуді коливань має свій біологічний мінімум, максимум та оптимум температур.

Крім того, при високих денних температурах і низькій вологості повітря знижується проникність кутикули листя, що може негативно вплинути на ефективну дію PPP, а також утримуваність робочих рідин на рослинах. Вологість є другим важливим фактором, оскільки різні види бур'янів та хвороб потребують певних умов для свого росту й розвитку. В поєднанні з оптимальними температурами вологість сприяє їхньому прискореному розвитку та розмноженню. Наприклад, при низькій вологості в поєднанні з температурами понад 20 °C інтенсивність пошкодження рослин може збільшуватися у 2-3 рази. Особливо такі умови сприятливіші для спорозосних збудників хвороб.

Визначальним є стан параметрів погодного фактору у першій половині вегетації (остання декада квітня – перші дві декади травня), оскільки значно впливає на структуру сходів бур'янів. Якщо у даний період відмічається дощова і відносно прохолодна погода, то найбільш активно проростають ярі дводольні бур'яни. Якщо в цей час суха і тепла погода, то масово проростають теплолюбні види злакових та дводольних бур'янів.

Для оцінки стану забур'янення посівів застосовували кількісно-ваговий метод обліків бур'янів. Такий метод точний і дає змогу оцінювати ситуацію на посівах на будь-якій стадії розвитку рослин культури та бур'янів. Для визначення поширеності хвороб і ступеня ураженості ними рослин оглядали певну кількість рослин та показували у відсотках від загальної кількості рослин в обліках. Ця інформація дає змогу оцінити ефективність заходів, що досліджуються.

Результати обліків та вимірів дозволили прослідкувати характер прямого впливу гідротермічних умов та опосередкованого – біостимуляції вегетуючих рослин льону на фітосанітарний стан агроценозу.

Встановлено, що найбільш висока насиченість бур'янами посівів спостерігалась у посушливих умовах (16 %), в умовах помірного зволоження вона становила 13 %, при значній кількості опадів – 3 %.

При помірному зволоженні найвищий ступінь забур'яненості спостерігався на варіанті із застосуванням Агростимуліну (5 та 10 мл/га) у фазі повних сходів (20 та 18 % відповідно); мінімальний – при обприскуванні Триманом у фазі “ялинки” (6 %), рівень засміченості на контролі – 13 % (табл. 7.10).

Таблиця 7.10 – Ступінь засміченості посіву льону-довгунця в залежності від біостимуляторів та гідротермічних умов вегетаційного періоду

Умови зволоження	Показники	Контроль – без стимуляторів	Емістим, 5 мл/га, повні сходи	Агростимулін, 5 мл/га, повні сходи	Агростимулін, 10 мл/га, повні сходи	Емістим, 5 мл/га, “ялінка”	Протон, 10 мл/га, “ялінка”	Вогник, 10 мл/га, “ялінка”	Триман, 5 г/га, “ялінка”	Емістим, 5 мл/га, бутонізація
1996 р. Помірно зволожені	1*	12,9	15,3	20,1	18,2	9,9	9,2	14,0	5,8	8,2
	2*	184,0	131,0	191,0	177,0	123,0	103	104	63	88
1997 р. Надмірно зволожені	1*	2,6	3,4	1,9	4,9	4,4	2,6	1,9	3,3	4,5
	2*	10,0	9,0	9,6	11,6	15,8	9,1	8,3	11,4	8,1
1998 р. Посушливі	1*	29,3	15,4	11,1	14,0	9,5	15,9	16,0	24,1	8,7
	2*	80,1	98,1	65,6	79,3	81,3	71,3	92,7	104,0	58,0
Середнє за 3 роки	1*	14,9	11,4	11,0	12,4	7,9	9,2	10,6	11,1	7,1
	2*	91,4	79,4	88,7	89,3	79,4	61,1	68,3	59,5	57,4

*1 – ступінь забур'яненості, %; 2 – повітряно-суха маса бур'янів перед збиранням, г/м²

В умовах надмірного зволоження (ГТК 3,53) максимальну засміченість відмічали при застосуванні Агростимуліну (10 мл/га) у фазі повних сходів – 5 % та Емістиму С у фазі “ялинки” і бутонізації – 5 % (на контролі – 3 %). Мінімум засміченості в цих умовах забезпечувало обприскування посівів Вогником у фазі “ялинки” – 2 %. У посушливих умовах на всіх без винятку варіантах

стимуляторів спостерігалось зниження засміченості посівів льону на 5-21 %.

В умовах експерименту (табл. 7.10), в цілому за три роки спостережень, найбільший ступінь засміченості посівів відмічався на контрольному варіанті. Відносна кількість бур'янів у порівнянні з густотою стояння культурних рослин становила 15 %, а повітряно-суха маса бур'янів на одиниці площі перед збиранням – 91,4 г/м². При цьому на всіх варіантах із застосуванням РРР у середньому ці показники відповідно дорівнювали 10,1 % та 72,9 г/м². Найменшою кількістю бур'янів була на варіанті із обприскуванням посівів Емістимом С у фазах “ялинки” та бутонізації – відповідно 7,9 та 7,1 %. На всіх інших варіантах цей показник коливався у межах від 9 до 12,4 %.

Бур'яноочисний ефект біостимуляторів, на наш погляд, був пов'язаний насамперед зі спрямованістю реакції (пригнічення – стимулювання) льону-довгунця на застосування кожного окремого рістактиватора при зміні фактору погоди, тобто з варіюваннями продуктивності культури та підвищенням конкурентоздатності її рослин відносно бур'янів. Загалом це сприяло отриманню позитивного фітосанітарного ефекту – ступінь засміченості посівів льону знижувався у кількісному відношенні в 1,5 разу, у ваговому – в 1,3 разу. В роки з екстремальними погодними умовами ефективність застосування стимуляторів зростала.

Дослідження ураженості посівів льону хворобами (табл. 7.11) показали, що в середньому за три роки загальне ураження рослин комплексом хвороб становило 12,9 % (коливання по варіантах від 11 до 15 %). Іржею було уражено 37 % (різниця по варіантах від 26 до 44 %), аскохітозом – 28 % (14-44 %), антракнозом – 20 % (9-34 %), поліспорозом – 16 % (8-27 %).

В окремі роки ураженість посівів була наступною: у помірно зволожений рік загальна ураженість становила 11,3 %, в т.ч. іржею – 56 %, поліспорозом – 15%, антракнозом – 5 %, аскохітозом – 25 %; у посушливих умовах ці показники відповідно становили:

Таблиця 7.11 – Ступінь ураженості посівів льону-довгунця хворобами в залежності від біостимуляторів та гідротермічних умов вегетаційного періоду

Умови зволоження	Види хвороб	Ураженість, %									
		Контроль – без стимуля-торів	Емістим, 5 м/га, повні сходли	Агростиму-лін, 5 м/га, повні сходли	Агростиму-лін, 10 м/га, повні сходли	Емістим, 5 м/га, “ялинка”	Протон, 10 м/га, “ялинка”	Вогник, 10 м/га, “ялинка”	Триман, 5 г/га, “ялинка”	Емістим, 5 м/га, бутонізація	
1996 р. Помірно зволожені	Всього	11,4	12,1	10,7	14,7	8,0	13,4	9,9	10,7	11,3	
	в т.ч. іржа	64,1	55,6	62,5	54,5	58,3	55,0	60,0	31,3	58,8	
	поліспороз	-	22,5	-	27,3	-	40,0	26,6	-	17,6	
	антракноз	5,9	-	31,3	-	-	-	6,7	-	-	
1997 р. Надмірно зволожені	аскохітоз	29,4	22,2	6,2	18,2	41,7	5,0	6,7	68,7	23,6	
	Всього	15,3	12,3	18,3	15,3	14,6	17,7	12,7	13,7	15,0	
	в т.ч. іржа	28,2	18,9	25,5	23,9	20,5	24,5	15,8	34,1	40,0	
	поліспороз	10,9	10,8	3,6	10,9	9,0	18,0	21,1	17,1	10,0	
	антракноз	19,6	48,6	49,1	41,3	50,0	24,5	34,2	24,4	33,3	
	аскохітоз	41,2	21,7	21,8	23,9	20,5	32,1	28,9	24,4	16,7	
1998 р. Посушливі	Всього	11,0	14,0	13,3	11,0	13,3	13,0	10,3	12,3	13,7	
	в т.ч. іржа	30,3	35,7	32,5	21,2	32,5	51,3	3,4	37,8	14,6	
	поліспороз	12,1	11,9	30,0	12,1	25,0	23,0	25,8	10,8	34,1	
	антракноз	36,4	19,0	22,5	21,2	17,5	2,7	29,0	13,5	9,8	
	аскохітоз	33,0	33,4	15,0	45,5	25,0	23,0	41,9	37,9	41,5	
	Всього	12,6	12,8	14,1	13,7	12,0	14,7	11,0	12,2	13,3	
В середньому за три роки	в т.ч. іржа	40,9	36,7	40,2	33,2	37,1	43,6	26,4	34,4	37,8	
	поліспороз	7,7	15,4	11,2	16,8	11,3	27,3	24,5	9,3	21,4	
	антракноз	20,6	22,5	34,3	20,8	22,5	9,1	23,3	9,3	14,4	
	аскохітоз	34,5	25,8	14,3	29,2	29,1	20,0	25,8	43,7	27,3	

загальна – 12,4 %, в т.ч. по видах хвороб – 29, 21, 19 та 33 %; у надмірно зволжених умовах – 15 %, в т.ч. – 26, 12, 36 та 26 %.

Таким чином, спостерігалася наступна закономірність: у роки з екстремальними погодними умовами ступінь загального ураження рослин хворобами зростав при надмірному зволоженні в 1,3 разу, в посушливих умовах – в 1,1 разу.

Щодо варіантів з окремими біостимуляторами, то в середньому за 3 роки найменший ступінь ураженості рослин комплексом хвороб спостерігався на фоні обприскування посівів у фазі “ялинки” Емістимом С та Вогником, відповідно 12 та 11 % (на контролі – 12,6 %). На всіх інших варіантах показник ураженості був вищим на 0,3-2,2 % у порівнянні з контролем (табл. 7.11).

Аналіз дії біостимуляторів на ступінь ураженості льону-довгунця найбільш розповсюдженим захворюванням – іржею показав, що в умовах помірного зволоження всі стимулятори знижували ступінь ураження посівів даною хворобою на 2-33 %. Найбільш ефективним виявилось обприскування посівів льону Триманом (5 г/га) у фазі “ялинки”. При підвищеній кількості опадів цей вплив зберігався – ураженість іржею знижувалася на 3-12 %. За цих умов найефективнішим виявився Вогник. У посушливих умовах фітосанітарний ефект спостерігався при застосуванні Агрозимуліну (10 мл/га) у фазі повних сходів, Вогнику – у фазі “ялинки” та Емістиму С – у фазі бутонізації. Ураженість посівів знижувалася відповідно на 9,27 та 16 % (табл. 7.11).

Таким чином, різноманітність агрометеорологічних умов у роки проведення досліджень дала можливість повніше оцінити ефективність впливу окремих РРР на підвищення конкурентоспроможності рослин льону щодо бур'янів та стійкості до комплексу хвороб як при сприятливих, так і стресових умовах вирощування.

Результати польового дослідження свідчать про позитивний вплив позакореневої біостимуляції льону у фазі “ялинки” препаратом Емістимом С у дозі 5 мл/га за рахунок покращення елементів

біометрії посіву на найперших етапах розвитку рослин (більш дружня поява сходів, підвищення повноти сходів), формування більш розвинених стебел, зростання виживання рослин за підвищення імунної стійкості рослин щодо комплексу хвороб.

Економічний аналіз даних досліджу показав, що при позакореновому обприскуванні льону-довгунця доцільним є застосування препаратів Емістиму С та Агростимуліну (табл. 7.12).

Таблиця 7.12 – Економічна ефективність позакоренового обприскування посівів льону-довгунця біостимуляторами, середнє за три роки

Варіанти досліджу	Показники				
	Вартість гектарної дози, грн	Приріст сумарного врожаю, ц/га	Вартість додаткової продукції, ц/га	Розрахункова окупність, грн/га	Розрахункова окупність, грн/грн, разів
1. Контроль – без стимуляторів	-	-	-	-	-
2. Емістим – 5 мл/га (сходи)	3,80	+0,5	+73,1	+69,3	18,2
3. Агростимулін – 5 мл/га (сходи)	4,15	+1,0	+146,3	+142,1	34,2
4. Агростимулін – 10 мл/га (сходи)	8,30	+1,1	+169,5	+161,2	19,4
5. Емістим С – 5 мл/га “ялинка”	3,80	+1,0	+119,2	+115,4	30,4
6. Протон 10 мл/га “ялинка”	8,30	-0,5	-78,5	-86,8	10,4 (-)
7. Вогник 10 мл/га “ялинка”	8,30	+0,1	+17,9	+9,6	1,1
8. Триман – 5 г/га “ялинка”	4,15	-0,8	-115,9	-120,0	28,9 (-)
9. Емістим С – 5 мл/га (бутонізація)	3,80	-	-10,8	-14,6	3,8 (-)
В середньому по досліджу	5,58	+0,3	+40,1	+34,5	7,5

При застосуванні цих біостимуляторів приріст сумарного врожаю коливався від 0,5 до 1,1 ц/га, розрахункова окупність – від 69,3 до 161,2 грн/га, тобто розрахункова окупність перевищувала витрати у 18,2-34,2 разу. Максимального ефекту було досягнуто при обробці посівів льону Агростимуліном (5 мл/га) у фазі повних сходів.

Таким чином, застосування на льоні фізіологічно активних речовин у вигляді препаратів Емістиму С та Агростимуліну у малих дозах (5 мл/га) здатне впливати на метаболізм рослин протягом усього періоду вегетації, від чого значною мірою залежить продуктивність.

Можливо, це пов'язано з тим, що їхнє локальне внесення на органи рослин викликає ефект атрагування, тобто приток іонів та органічних речовин до обробленої зони – верхівкової ділянки стебла, листя, ростучих плодів, у проростаючого насіння – зародку [560]. У свою чергу синтез, активність та розпад цих речовин у рослинному організмі значною мірою залежить від умов середовища, особливо гідротермічних факторів вегетаційного періоду, тобто важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища. Це все обумовлює високу технологічність, рентабельність та екологічність використання РРР – Емістиму С та Агростимуліну.

7.4. Вплив ад'юванту Енпосану на ефективність застосування гербіцидів та врожайність льону-довгунця

Проблема боротьби з бур'янами – пріоритетна в загальному обсязі робіт по захисту посівів льону. В останні роки вона стала ще гострішою, оскільки моніторинг видового складу бур'янів показав, що на посівах культури відбувається збільшення кількості найбільш шкодочинних та стійких до гербіцидів бур'янів. При цьому економія ресурсів у напрямку захисту рослин особливо актуальна, бо спостерігається стабільно високий рівень фінансових втрат у відносному та абсолютному вимірах.

Встановлено, що господарська ефективність застосування того чи іншого гербіциду залежить від ступеня засміченості посівів та технології його застосування. Середні показники частки збереженого врожаю при різному поширенні бур'янів для льону-довгунця (при рівні ефективності препаратів 80 %) становлять: при низькому засміченні посівів культури – 7,4 %, середньому – 14,8 %, високому – 21,3 % [61].

Льон-довгунець як двосім'ядольна рослина є умовно стійким до протидводольних гербіцидів, які застосовують на його посівах. Щодо чутливості льону до гербіцидів, то вона перебуває у прямій залежності від площі листя, кількості продохів на одиниці поверхні листка та їхніх розмірів. Найменший розмір продохів відмічається при висоті рослин льону 3-10 см, тобто у фазі “ялинки”.

Згідно з даними В. Г. Дідори (2003), у фазі “ялинки” приріст стебел льону у висоту незначний і становить лише 14,6 мм за добу. При цьому різке уповільнення швидкості росту з повною зупинкою спостерігається о 8-10 годині ранку. За різних погодних умов мінімальна швидкість росту в середньому відмічається о 9-й годині ранку і становить 0,05 мм/годину [275]. Тому обробіток посівів льону гербіцидами саме у цей час найменш шкодочинний для його рослин.

Серед великої різноманітності видів бур'янів з-поміж однорічних видів шкодочинними є види дводольних і менш шкідливими – злакових. Їхня негативна роль у процесі вегетації змінюється, як змінюються і пороги їхньої шкодочинності. Чим менший період спільної вегетації бур'янів з рослинами культури, тим більшим буде господарський поріг маси і кількості бур'янів. Порогова маса бур'янів наприкінці вегетації може бути в 3-4 рази меншою, ніж у першу третину вегетаційного періоду [61].

Застосовуючи гербіциди, треба бути дуже уважними – багато з них мають специфічні особливості, оскільки механізм дії гербіцидів тісно пов'язаний з характером та поведінкою речовин – токсикантів у рослині, з поглинанням та їхнім переміщенням по рослині та з безпосереднім впливом на життєво важливі процеси – основний,

проміжний та вторинний метаболізм. За даними К. Федке (1985), дія гербіцидів на основний метаболізм проявляється у порушенні процесів утворення органічних сполук у ході фотосинтезу, процесів генерування високоенергетичних хімічних зв'язків при диханні та окислювальному фосфорилуванні, у інгібуванні синтезу основних клітинних полімерів – білків, нуклеїнових кислот, крохмалю тощо. У результаті дії гербіцидів на проміжний метаболізм порушуються процеси розпаду та утворення низькомолекулярних органічних сполук, необхідних для нового синтезу. Дія на вторинний метаболізм виражається у порушенні синтезу різних специфічних компонентів рослинних клітин типу алкалоїдів, кумаринів, фітогормонів, пектинів, танінів, антоціанів. Практичний інтерес викликають сполуки, що діють на процеси основного і вторинного метаболізмів [639].

Найбільш безпечними для людини та тварин є препарати, що впливають на структури і процеси, властиві рослинним організмам, та відсутні у теплокровних. Це, перш за все, гербіциди, що впливають на процеси фотосинтезу. До гербіцидів-інгібіторів фотосинтезу належать і похідні сечовини. Перспективними є гербіциди, що впливають на синтез органічних азотовмісних речовин, а саме: амінокислот у тканинах рослин – сульфонілсечовини. Розширення асортименту сульфонілсечовин, зростаючий попит на ці препарати, обумовили значні темпи росту їхнього виробництва та використання в сільському господарстві й, зокрема, в льонарстві. Льюнок та Кросс, що ми застосовували у дослідженнях, належать до цієї групи гербіцидів. Ці препарати відрізняються значною хронічною фітотоксичністю, що зумовлена впливом пестицидів на процеси обміну речовин у рослинах, які обробляються. Вона проявляється поступово і виражається у зниженні інтенсивності асиміляційних процесів і пригніченні росту.

Сучасні гербіциди – це біологічно активні речовини, що впливають не тільки на цільові об'єкти (бур'яни), але й на рослини, для захисту яких вони застосовуються (льон-довгунець). Їхня дія

може бути як позитивною – стимулюючою, так і негативною – фітотоксичною.

У зоні Лівобережного Полісся на кожному полі залежно від екологічних умов конкретного року зазвичай зустрічається від десяти до сотні видів бур'янистих рослин. Безумовно, що для розробки заходів боротьби з ними необхідно орієнтуватися не на окремі види бур'янів, а на сукупність їхніх домінуючих представників. Тобто на бур'яни, маса яких за окремою оцінкою становить не менше 10 % від загальної маси всіх бур'янів даного сегетального угруповання поля [578].

Відомо, що чутливість рослин (як бур'янів, так і культурних) до гербіцидів визначається багатьма факторами, серед яких основні – це:

- фізичні (характер нанесення і контакту з поверхнею рослин та утримання препаратів на їхній поверхні);

- біологічні (морфологічна характеристика рослин – будова листя, площа листової поверхні, форма, кут нахилу, характер поверхні);

- фізіологічні (здатність до поглинання гербіцидів, інактивації молекул токсикантів, акумуляції, адсорбції та виділення гербіцидів через листя і корені);

- метаболічні (визначаються впливом гербіцидів на життєво важливі процеси обміну речовин у рослині);

- фактори зовнішнього середовища (світло, волога, температура тощо).

Таким чином, розуміння механізму стійкості рослин до гербіцидів створює передумови для управління цим процесом.

Досить цікавим у цьому напрямку є застосування ад'ювантів у робочих розчинах. Адже вони сприяють взаємодії тих речовин, які не можуть розчинятися одна в одній (особливо в бакових сумішах). Ад'юванти, або ж сурфактанти, знижують поверхневий натяг на межі речовин: молекули розташовуються на межі води та ліпідного шару, утворивши емульсію. Тобто робочий розчин надійно закріплюється на листовій поверхні носіїв, причому різні його елементи виконують

свої захисні функції набагато ефективніше. Норма витрати ад'юванту в розрахунку на гектар площі рідко перевищує 0,3 л.

Найчастіше сьогодні застосовуються ад'юванти на основі багатоатомних спиртів та органосиліконів. Препарати першої групи дають змогу, знижуючи поверхневий натяг, збільшувати площу робочого розчину до 15-26 разів. Зокрема, це допомагає скоротити норму витрати робочої рідини приблизно на чверть. З одного боку це забезпечує певну фінансову економію, з іншого – знижує стресовий вплив на посіви.

Органосиліконові ад'юванти дещо ефективніші, бо допомагають діючій речовині потрапляти в середину рослини через мікропори. Наявність у складі таких препаратів полісахаридів забезпечує триваліше збереження вологи на поверхні листя.

Щороку в Україні на 1 га площі вноситься пестицидів на суму принаймні \$100 і навіть більше. При цьому сумарна вартість усіх допоміжних препаратів, таких, як прилипачі, ад'юванти, пом'якшувачі тощо, не перевищує \$2 на 1 га [712].

Метою наших досліджень (дослід 12, стор. 50-51) було вдосконалення способів захисту льону-довгунця від бур'янів у напрямку ресурсозбереження та поліпшення екологічного стану агробіоценозів і довкілля за рахунок застосування ад'юванту Енпосану. Це вітчизняний ад'ювант (біодеградабельний екзополісахарид мікробного походження) для робочих розчинів гербіцидів.

Для досягнення поставленої мети передбачалось довести можливість і ефективність поєданого застосування різних доз Енпосану та гербіцидів при обробці вегетуючих рослин льону-довгунця шляхом вивчення закономірностей їхнього росту, розвитку та врожайності льонопродукції і дати економічну оцінку оптимальним дозам внесення ад'юванту та гербіцидів.

Враховуючи значний вплив погодних умов на ефективність застосування гербіцидів, для оцінки вегетаційних періодів, що аналізуються, наведемо більш детальну агрометеорологічну

інформацію. Так, аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду за роки досліджень показав, що їхня мінливість була значною: коефіцієнт варіації опадів у 2003 році (за період «посів – збирання» – 97 днів) від середнього багаторічного становив за цей час 53,4 %, тобто сума опадів за вегетацію культури була 108,5 мм при нормі 203 мм; у 2004 р. (108 днів) – 82,5 %, відповідно 176 та 214,5 мм; у 2005 р. (73 дні) – 64,4 % або 108,2 мм проти 168 мм. Середньодобова температура повітря за вегетацію, відповідно по роках, становила: 20,5 °C (+1,8 °C або 110 %); 17,2 °C (+0,8 °C або 104 %); 21,8 °C (+4,5 °C або 126 % норми). Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) дорівнював: 1,06 (43,4 %), 2,25 (77 %), 1,26 (40 %). Сума ефективних температур повітря ($t > +10$ °C) за вегетацію відповідно дорівнювала: 1028,4 °C (123,5 %), 790,9 °C (108 %), 861,4 °C (161,6 %).

Ступінь забур'янення льону оцінювався згідно з методикою випробування та застосування пестицидів (Трибель С. О. та ін., 2001 р.) [61].

Кількісний метод оцінки міри забур'яненості за рекомендованою шкалою показав, що на дослідних варіантах до застосування гербіцидів нараховувалося в середньому 157 шт./м² бур'янів (з коливаннями від 113 до 189 шт./м²), з них дводольних – 98 шт./м² (60-147 шт.), злакових – 51 шт./м² (44-60), тобто ступінь забур'яненості оцінювався як дуже високий (табл. 7.13).

Серед бур'янів на представників родини Лободових припадало 62% (98.7 шт./м²). Щодо видів, то найбільш розповсюдженими були лобода біла, лобода багатонасінна та гібридна. Значне розповсюдження мали представники родини Амарантових – 20 % (31,8 шт./м²). Найбільш масовими видами були щиряця звичайна та біла. Представників родини Тонконогових нараховувалося 7,7 % або 12.3 шт./м² (мишій сизий та зелений, півняче просо). Родина Гречкових – 4,5 % або 7,2 шт./м² (гірчаки розлогий та берізковидний). Родина Капустяних – 3.9 % або 6.2 шт./м² (гірчиця польова, редька дика). Родина Айстрових – 1,9 % або 3 шт. м² (пушняк канадський, волошка синя та ромашка непахуча).

Таблиця 7.13 – Ефективність впливу різних комбінацій ад'юванту Енпосану та гербіцидів на ступінь засміченості посівів льону-довгунця дводольними бур'янами, середнє за три роки

№ з/п	Показники	Варіанти дослідів								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Кількість бур'янів до обробітку, шт./м ²	Контроль (без гербіцидів)	Льнок* – 10 г/га (загальнорекмендована доза)	Льнок – 8 г/га	Льнок – 6 г/га	Льнок – 6 г/га + 2 л/га Енпосану	Льнок – 6 г/га + 3 л/га Енпосану	Кросс** – 140 г/га (еталон)	Кросс – 80 г/га + 2 л/га Енпосану	
	всього	187	189	184	185	151	132	116	113	
	у т.ч. злакових	44	55	59	38	60	59	43	53	
	дводольних	143	134	125	147	91	73	73	60	
2	% бур'янів до кількості рослин льону перед збиранням	9,6	11,7	11,6	11,7	8,3	7,7	7,7	7,3	
3	Повітряно-суха маса бур'янів перед збиранням, г/м ² , всього	26	11	20	23	15	13	17	13	
4	Бур'яни в стадії сильного пригнічення перед збиранням, шт./м ² ****	всього	92	82	87	56	38	30	51	48
		у т.ч. злакових дводольних	77	76	76	45	32	27	47	44
		15	6	11	11	6	3	4	4	
5	Ефективність застосування гербіцидів, %****	-	57,3	16,1	28,7	37,1	60,8	47,8	36,5	

* 85 % в. г. калієвої солі хлорсульфурону;

** водний розчин – хлорсульфурон – 55 г/л + хлорсульфоксим – 109 г/л;

*** Ефективність дії гербіцидів та ад'юванту розраховують при другому або третьому обліках щодо початкового рівня забур'яненості з обов'язковою поправкою на контроль, оскільки впродовж вегетації на варіантах контролю може бути істотне природне наростання або зниження кількості бур'янів за формулою:

$$E = 100 - \frac{D_2 \times K_1}{D_1 \times K_2} \times 100,$$

де: E - зниження щільності бур'янів до початкової забур'яненості в досліді з поправкою на контроль, %;

D1 – щільність бур'янів при першому обліку в дослідному варіанті (початкова забур'яненість), шт./м²;

D2 – щільність бур'янів при другому (третьому) обліку на дослідному варіанті, шт./м²;

K1 – щільність бур'янів при першому обліку на контролі (початкова забур'яненість), шт./м²;

K2 – щільність бур'янів при другому (третьому) обліку на контролі, шт./м²;

**** рослини бур'янів на 51-75 % мають біло-жовте некрогічне забарвлення.

Враховуючи те, що для гербіцидів листової дії основними факторами вибірковості дії є дози, форми препаратів, їхня здатність утримуватися на поверхні листя, світло, волога, температура, ми звернули увагу на параметри саме цих факторів.

Аналіз забур'яненості посіву льону-довгунця свідчить про те, що в середньому за 3 роки зниження доз гербіцидів викликало зменшення їхнього фітосанітарного ефекту. Поєднання зменшених доз гербіцидів із ад'ювантом Енпосаном стабілізувало цей процес (табл. 7.13). Найвищого показника гербіцидного ефекту досягнуто при застосуванні зменшеної на 40 відсотків дози Льонку (6 г/га) та 3 л/га Енпосану – 60,8 % (вар. 6).

Низька вибірковість гербіцидів в умовах досліджень, на наш погляд, може пояснюватися декількома причинами. По-перше, екстремальними погодними умовами, а саме: посушливими явищами. У середньому за три роки кількість опадів за вегетаційний період (особливо в першій половині вегетації) не перевищувала 66,8 % норми, середньодобові температури повітря були вищими за норму на 13,3 %, а сума позитивних температур понад 10 °C перевищувала середній багаторічний показник на 31 %. При цьому рівень зволоження (ГТК) за період, що аналізується, перебував у межах 53,5 % від норми. По-друге, відомо, що при високих денних температурах на інтенсивному сонячному світлі органічні пестициди швидко розпадаються на нетоксичні сполуки.

Крім того, при високих денних температурах і низькій вологості повітря знижується проникність кутикули листя, що негативно впливає на ефективну дію системних пестицидів, а також утримання робочих рідин на рослинах.

Встановлено, що в середньому на 18-20-й день після появи сходів рослини льону досягають висоти 6-7 см та мають 5-6 пар справжніх листочків. Це – показник переходу рослин у фазу “ялинки”, що характеризується інтенсивнішим розвитком кореневої системи та повільним ростом стебла у висоту. В цей час листя рослин льону вкриті більш щільним шаром воску. По відношенню до стебла листя

розташовуються під кутом 10-30°, і в них проникає менше гербіциду, ніж при обробці у більш ранні або більш пізні строки. Тому обприскування вегетуючого льону гербіцидами здійснюють у фазі “ялинки”, коли рослини досягають у висоту 5-10, але не більше 15 см від сім’ядольних листочків. Більша чутливість льону до гербіциду у період початку фази швидкого росту при висоті рослин понад 15 см викликана збільшенням листової поверхні та кута нахилу листків по відношенню до стебла, і зменшенням воскового шару на листях. На рослинах у цей час більше затримується та більше проникає в них розчину гербіциду, що пригнічує рослини льону, призводить до деформування стебел і, в свою чергу, до зниження врожайності та погіршення якості льонопродукції.

Зрозуміло, що у вищенаведеному комплексі факторів не всі рівноцінні за значенням. На нашу думку, серед найголовніших питань, що дають можливість зрозуміти причини істотного зниження ефективності дії гербіцидів на бур’яни взагалі й особливо – на дводольні види, є проблема їхньої фазової стійкості. Чим рослина бур’янів фазово молодша, тим інтенсивніше в ній відбуваються ростові процеси й обмін речовин. Руйнування таких процесів гербіцидом тим легше, чим молодша вегетуюча рослина бур’яну. У нашому випадку інтенсивне наростання суми позитивних температур певною мірою прискорювало ростові процеси не тільки у льонувдугунця, а й у бур’янів. Крім змін морфологічної будови у рослинах зростав вміст сухих речовин і знижувалася обводненість тканин. Як відомо, органічні речовини в клітинах часто здатні кон’югувати з токсичними сполуками, що проникають у клітини. Зв’язані молекули гербіциду не справляють токсичної дії і поступово руйнуються ферментами рослини протягом подальшої вегетації [639]. Таким чином, чим більший у рослині на момент нанесення гербіциду резерв пластичних речовин, тим вищу резистентність вона проявляє до його дії. Такий запас енергії дає рослині можливість певний час існувати, поки вона зможе інактивувати токсикант і відновити фотосинтезуючі процеси.

Важливим фактором відносної стійкості щодо проникнення в тканини і дії гербіцидів, на думку багатьох дослідників, є місце розміщення на листі продихів, через які робоча рідина з гербіцидом проникає в рослину і безпосередньо впливає на ніжні паренхімні клітини, минаючи всю систему рослинних бар'єрів, а саме: епітикутикулярні воски, кутикулу та епідерміс, які вкривають листки [61].

Доведено, що в більшості дводольних рослин продихи розміщуються лише на нижньому боці листової пластинки. До них можна віднести бур'яни, що спостерігалися на досліджуваних варіантах. У нашому випадку це гірчак шорсткий, щиряця звичайна, лобода біла, берізка польова (яка, до речі, має продихи на обох боках листків). Зазначені види бур'янів, крім берізки польової, мають невеликі за довжиною та розмірами продихи, що служить певним бар'єром на шляху проникнення препаратів у тканини. Як правило, на молодих листках бур'янів, що активно ростуть, продихів значно більше, ніж на тих, які закінчили ріст.

Отже, одним із головних факторів значного зниження ефективності хімічних заходів контролю бур'янів у нашому випадку можна вважати рівень фазової резистентності рослин бур'янів до дії гербіциду у зв'язку з тим, що бур'яни при внесенні препаратів перебували на більш пізніх фазах свого онтогенезу і, вірогідно, накопичували більшу кількість епікутикулярних восків на поверхні рослин та пластичних і сухих речовин у цілому в тканинах. У цих умовах застосування ад'юванту певною мірою дозволяло знизити резистентність рослин бур'янів до дії гербіцидів за рахунок зростання показника змочування поверхні листя робочою рідиною та її утримання на рослинах.

Результати проведених нами спостережень характеру росту та розвитку рослин льону в процесі вегетації свідчать про позитивну динаміку лінійного приросту стебел льону-довгунця у висоту на варіантах із внесенням гербіцидів (табл. 7.14). Встановлено, що в середньому за три роки в цілому за вегетаційний період на всіх

Таблиця 7.14 – Залежність динаміки росту рослин льону-довгуця від комбінацій застосування ад'юванту Енпосану та гербіцидів, середнє за три роки

№ з/п	Фаза росту та розвитку	Варіанти досліду							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Контроль (без гербіцидів)	Льонок – 10 г/га (загально-рекомендований варіант)	Льонок – 8 г/га	Льонок – 6 г/га	Льонок – 6 г/га + Енпосан – 2 л/га	Льонок – 6 г/га + Енпосан – 3 л/га	Кросс – 140 г/га (еталон)	Кросс – 80 г/га + Енпосан – 2 л/га
1	“Ялинка”	14,2	15,5	14,8	14,2	14,8	15,1	14,5	14,8
	± до контролю	-	+1,3	+0,6	-	+0,6	+0,9	+0,3	+0,6
	% до контролю	100	109	104	100	104	106	102	104
2	Швидкий ріст	35,0	36,4	37,8	39,4	41,2	40,0	39,5	37,0
	± до контролю	-	+1,4	+2,8	+4,4	+6,2	+5,0	+4,5	+2,0
	% до контролю	100	104	108	112	118	114	113	106
3	Бутонізація	62,6	62,6	65,2	67,8	64,5	67,2	68,6	66,3
	± до контролю	-	-	+2,6	+5,2	+1,6	+4,6	+6,0	+3,7
	% до контролю	100	100	104	108	103	107	109	106
4	Цвітіння	77,3	79,0	86,0	84,6	86,0	86,1	85,0	84,8
	± до контролю	-	+1,7	+8,7	+7,3	+8,7	+8,8	+7,7	+7,5
	% до контролю	100	102	111	109	111	111	110	110
5	Зелена стиглість	89,0	89,5	89,9	89,6	91,4	89,9	92,3	92,9
	± до контролю	-	+0,5	+0,9	+0,6	+2,4	+0,9	+3,3	+3,9
	% до контролю	100	101	101	101	103	101	104	104

варіантах хімічного захисту від бур'янів динаміка приросту рослин збільшувалася порівняно з контролем (без внесення гербіцидів) на

1,0-4,4 см або на 2-8 %. Зменшення дози гербіциду Льонек на 20 % (вар. 3) та 40 % (вар. 4) сприяло посиленню динаміки приросту стебел порівняно з варіантом із загальнорекомендованою дозою (вар. 2) відповідно на 2,1 см (3,7 %) та 2,5 см (4,4 %). Обробка рослин баковою сумішшю 6 г/га Льонка + 3 л/га Енпосану (вар. 6) забезпечила додатковий приріст – 0,6 см або 1 % порівняно з фоном без ад'юванту (вар. 4).

Для підвищення продуктивності культури, безсумнівно, велике значення має спрямованість дії досліджуваних факторів на процес формування господарсько-цінних ознак рослин.

Наші спостереження показали, що зниження дози гербіциду на фоні використання ад'юванту Енпосану (вар. 6) сприяло поліпшенню морфологічних показників рослин льону. Аналіз структурних елементів урожайності свідчить, що даний прийом супроводжувався (порівняно з контролем) підвищенням технічної довжини стебел на 8 %, зростанням кількості сформованих на одній рослині насінневих коробочок на 17,2 % та маси 1000 насінин – на 3,4 %. Порівняно з варіантом із адекватною дозою гербіциду на фоні без ад'юванту (вар. 4) це підвищення відповідно становило – 1, 9,6 та 1 % (табл. 7.15).

Комплексним проявом ефективності дії будь-якого фактору є продуктивність рослин.

Дисперсійний аналіз експериментальних даних продуктивності культури показав, що в середньому за 3 роки найбільший вплив на врожайність льону спричинили особливості агрометеорологічних умов вегетаційного періоду (фактор – рік вирощування). Частка впливу цього фактору на врожайність соломи – 95,1 %, насіння – 96,2%. Вплив гербіцидів та ад'юванту був відповідно на рівні 1,5 та 1,3 %, на частку неконтрольованих факторів припадало 3,4 та 2,5 %.

Аналіз продуктивності льону-довгунця (табл. 7.16) дає підставу стверджувати, що застосування гербіцидів у максимально рекомендованих дозах в екстремальних погодних умовах викликає тенденцію до зниження врожаю. Порівняно до усередненого в

експерименті врожаю (як більш сталої величини), в середньому за 3 роки зниження продуктивності становило: по соломі 0,2-3 ц/га або 1-7 %, по насінню – 0,2-0,3 ц/га (3-5 %).

Таблиця 7.15 – Вплив комплексного застосування ад'юванту Енпосану та гербіцидів на біометричні параметри посіву й морфологічні ознаки рослин льону-довгунця, середнє за три роки

№ з/п	Показники	Варіанти досліду								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Контроль (без гербіцидів)	Льонок – 10 г/га (загально-рекомендований варіант)	Льонок – 8 г/га	Льонок – 6 г/га	Льонок – 6 г/га + Енпосан – 2 л/га	Льонок – 6 г/га + Енпосан – 3 л/га	Кросс – 140 г/га (еталон)	Кросс – 80 г/га + Енпосан – 2 л/га	
1	Кількість рослин льону, шт./м ²	повні сходи	1944	1608	1592	1584	1828	1720	1508	1552
		% до вихідної	88,4	73,1	72,4	72,0	83,1	78,2	68,5	70,5
		перед збиранням	1603	1454	1327	1462	1543	1481	1379	1431
		загинуло за вегетацію, %	17,5	9,6	16,7	7,7	15,6	13,9	8,6	7,8
2	Висота рослин, см	загальна	71,2	71,0	74,4	73,5	74,9	71,7	73,5	72,0
		технічна	62,3	63,5	66,3	66,7	67,2	67,3	65,9	65,6
3	Співвідношення загальної висоти до технічної	1:0,87	1:0,89	1:0,89	1:0,91	1:0,90	1:0,94	1:0,90	1:0,91	
4	Кількість коробочок на 1-й рослині, шт.	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,0	3,4	
5	Діаметр стебел, мм	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	
6	Маса 1000 насінин, г	4,68	4,58	4,79	4,79	4,69	4,84	4,57	4,67	

Таблиця 7.16 – Вплив комплексного застосування ад'юванту Енпосану та гербіцидів на продуктивність льону-довгуця, середнє за три роки

№ з/п	Показники	Варіанти досліду								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Контроль (без гербіцидів)	Льоніок – 10 г/га (загально-рекомендований варіант)	Льоніок – 8 г/га	Льоніок – 6 г/га	Льоніок – 6 г/га + Енпосан – 2 л/га	Льоніок – 6 г/га + Енпосан – 3 л/га	Кросс – 140 г/га (етагон)	Кросс – 80 г/га + Енпосан – 2 л/га	
1	Урожай насіння	6,0	6,5	7,4	6,6	7,0	7,1	6,6	7,0	
2	Відхилення від абсолютного контролю	±	-	+0,5	+1,4	+0,6	+1,0	+1,1	+0,6	+0,1
		%	100	108	123	110	117	118	110	117
3	Відхилення від середнього врожаю по досліді	±	-0,8	-0,3	+0,6	-0,2	+0,2	+0,3	-0,2	+0,2
		%	88	95	109	97	103	104	97	103
4	Урожай соломи	40,9	39,3	43,3	41,2	43,2	45,0	42,1	43,5	
5	Відхилення від абсолютного контролю	±	-	-1,6	+2,4	+0,3	+2,3	+4,1	+1,2	+2,6
		%	100	96	106	101	106	110	103	106
6	Відхилення від середнього врожаю по досліді	±	-1,4	-3,0	+1,0	-1,1	+0,9	+2,7	-0,2	+1,2
		%	97	93	102	97	102	106	99	103

	насіння	соломи
Усереднений урожай по досліді, ц/га	6,8	42,3
НІР ₀₅ ц/га до абсолютного контролю	1,29	5,85
НІР ₀₅ ц/га до середнього врожаю по досліді	0,75	3,37
Р, %	6,32	4,54

Зниження доз гербіцидів на 40-43 % та їхнє комплексне застосування з ад'ювантом Енпосаном у дозі 2-3 л/га сприяло підвищенню врожайності: по соломі – на 1,2-2,7 ц/га (3-6 %), по насінню – на 0,2-0,3 ц/га (3-4 %), при середній урожайності в експерименті відповідно 42,3 та 6,8 ц/га (табл. 7.16).

Порівняння ефективності спільного застосування гербіциду Льюнок з ад'ювантом показало (табл. 7.17), що розрахункова

Таблиця 7.17 – Ефективність спільного застосування гербіцидів з ад'ювантом Енпосаном при обробці посівів льону-довгунця, середнє за три роки

№ з/п	Препарати	Доза на 1 га	Вартість дози на 1 га, грн	Приріст урожаю				Вартість додаткової продукції, грн/га	Розрахункова окупність, грн/га
				волокна		насіння			
				±, ц/га	±, %	±, ц/га	±, %		
1	Без гербіцидів	-	-	11,4*	-	6,0*	-	-	-
2	Льюнок – 100 % дози	10 г	23,85	-0,4	-3,5	+0,5	+8,3	39,46	15,61
3	Льюнок – 80 % дози	8 г	19,08	+0,7	+6,1	+1,4	+23,3	337,36	318,28
4	Льюнок – 60 % дози	6 г	14,31	+0,1	+0,9	+0,6	+10,0	119,65	105,34
5	Льюнок – 60 % дози, Енпосан – 100% дози	6 г + 2 л	16,31	+0,7	+6,1	+1,0	+16,6	265,90	149,59
6	Льюнок – 60 % дози, Енпосан – 150% дози	6 г + 3 л	17,31	+1,2	+10,5	+1,1	+18,3	346,09	328,78
7	Кросс – 100 % дози	140 мл	39,17	+0,4	+3,5	+0,6	+10,0	157,05	117,88
8	Крос – 57 % дози, Енпосан – 100% дози	80 мл + 2 л	24,38	+1,0	+7,0	+0,8	+16,6	278,37	253,99

*Урожайність на абсолютному контролі, ц/га

окупність від зменшення дози гербіциду на 40 % і застосування його з Енпосаном (3 л/га) перевищують ефект дії одного гербіциду (вар. 2 – 100 % дози) в 21,1 разу.

За рахунок комплексного застосування гербіциду та ад'юванту товаровиробники економлять на закупівлі препаратів на кожній гектарній дозі 9,54 грн. При цьому вартість додаткової продукції збільшується на 313,17 грн/га.

Якщо ж зменшену на 40 % дозу гербіциду (вар. 4) застосувати без ад'юванту, то порівняно з комплексним їхнім унесенням, вартість додатково отриманої продукції з одиниці площі зменшується на 226,44 грн або у 2,9 разу. Щодо еталонного варіанту із застосуванням гербіциду Кросс (вар. 7), то зменшення його дози на 43 % за рахунок додавання ад'юванту (вар. 8) дозволило економити на закупівлі гербіциду 16,79 грн/га та отримати додаткової продукції, порівняно із застосуванням повної дози, на 121,32 грн/га або в 1,8 разу більше (вар. 8).

Таким чином, високоефективне застосування гербіцидів залежить від багатьох змінних факторів, які необхідно враховувати, обираючи правильний варіант. У рішенні цієї проблеми важливе місце належить впровадженню нових технологій застосування гербіцидів, у тому числі в комплексі з ад'ювантами. Оскільки особливо загострюється проблема зниження ефективності гербіцидів у екстремальних погодних умовах. Отже, ефективність їх застосування в таких умовах визначається не лише якістю обприскування, а, насамперед, правильністю вибору часу нанесення у найбільш чутливі до дії гербіцидів фази розвитку рослин бур'янів. У зв'язку з чим слід враховувати динаміку появи сходів бур'янів різних видів і особливості фазової резистентності та конкурентоздатності рослин льону, а також норми витрат гербіцидів і набір їхніх композицій з ад'ювантом, стан погоди тощо. Застосування ад'юванту в економічному аспекті дозволяє отримати оптимальне співвідношення між приростом урожайності та рівнем використання гербіцидів. При цьому такий спосіб застосування пестицидів сприяє не лише

підвищенню врожайності культури, в тому числі за несприятливих кліматичних умов, а й поліпшенню екологічного стану агробіоценозу та навколишнього середовища.

7.5. Зональна ефективність застосування комплексного препарату Альбіту при вирощуванні льону-довгунця в умовах Лівобережного Полісся

Альбіт – комплексний препарат, який має властивості регулятора росту, фунгіциду, мікродобрива та антистресанта (антидоту). Цей препарат біологічного походження розроблений в Інституті біохімії і фізіології мікроорганізмів ім. Г. К. Скрябіна сумісно з ООО «Науково-виробнича фірма “Альбіт”» (патент №99118894 – «Препарат для підвищення врожаю рослин і захисту їх від фітопатогену»).

Альбіт містить очищені діючі речовини із ґрунтових бактерій *Bacillus megaterium* та *Pseudomonas auerofacins*. У звичайних природних умовах дані бактерії розташовані на коренях рослин, стимулюють їхній ріст, захищають від хвороб і несприятливих умов зовнішнього середовища. До складу препарату також входять сосновий екстракт (терпінові кислоти), збалансований набір макро- і мікроелементів (NPK, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Na, B, Co, Ni, Cl, Ca, I, Se, Si) [713]. Оригінатори препарату займаються створенням біопрепаратів вже більше 20 років. Альбіт практично не токсичний для людини, тварин та рослин (4 клас небезпечності).

Препарат Альбіт містить природний мікробний полімер – полігідроксимаєляну кислоту із ґрунтових бактерій, збалансований стартовий набір макро- і мікроелементів. Діючі речовини та їхні концентрації у препараті: полі-бета-гідроксимаєляна кислота – 6,2 мг/кг, магній сірчаноокислий – 29,8 г/кг, калій фосфорноокислий двозамінний – 91,1 г/кг, карбамід – 181,5 г/кг [713].

Згідно з дослідженнями, урожайність льоносоломи під дією Альбіту (за сумісного обробітку ним насіння та посівів) підвищилась на 32 % до контролю, вихід довгого волокна становив 15,5 %, процентономер – 200,5, у той час, як без обробки засобами захисту льону-довгунця – 13,5 % та 185,4 відповідно [716, 717].

Ряд дослідників звертають увагу на те, що бакові суміші Альбіту та фунгіцидів можна застосовувати у боротьбі з великою кількістю захворювань. Альбіт складається із очищених діючих речовин мікробного походження, завдяки чому його активність не знижується при сумісному застосуванні з хімічними пестицидами [716, 717].

У дослідях ВНДЛ з виявлення впливу передпосівного обробітку насіння льону-довгунця препаратом Альбітом у дозі 0,05-0,07 кг/т, значно знизилось ушкодження сходів бактеріозом, антракнозом, крапчастістю, а врожайність насіння та волокна достовірно підвищилась [720, 721].

Рядом дослідів доведено, що додавання Альбіту до робочих розчинів гербіцидів практично не знижувало біологічну ефективність їхньої роботи проти комплексу бур'янів і в той же час пом'якшувало стресовий ефект від гербіцидів у середньому на 5-38 % [714].

В умовах України експериментів з препаратом Альбітом на льоні-довгунці було проведено обмежену кількість. Так, в умовах Центрального Полісся на дерново-середньопідзолистому супіщаному ґрунті дослідного господарства “Трозинське” Інституту сільського господарства Полісся УААН у 2005-2007 рр. було проведено досліді з даним препаратом на льоні-довгунці. Використовували середньо-стиглий сорт Лірина, який виведений на Могильовській державній сільськогосподарській дослідній станції.

В експерименті для вивчення дії регулятора росту Альбіту на продуктивність льону-довгунця застосовували його в передпосівну обробку насіння в дозах 50, 60, 70 мл/т з додатковим позакореневим підживленням у фазу “ялинка” із розрахунку 40 мл/га як окремо, так і в баковій суміші з пестицидами (В. Г. Дідора, С. М. В'юнцов). Результати досліді показали, що комплексне застосування регулятора росту Альбіту для обробки насіння перед посівом у дозі 60 мл/тонну з наступним позакореневим підживленням у фазі “ялинка” дозою 40 мл/га у баковій суміші з гербіцидами та фунгіцидами забезпечує густоту стеблестою на 206 шт./м² більше порівняно з варіантом без добрив і на 166 шт./м² – відносно контролю (N₃₀P₆₀K₉₀) та на

86 шт./м² – до фону (N₃₀P₆₀K₉₀ + гербіцид + фунгіцид). При цьому на варіанті передпосівної обробки насіння льону регулятором росту Альбітом у дозі 60 мл/т з додатковим позакореневим підживленням на фоні забезпечувало формування висоти стеблостою – 86,0 см, яка на 13,2 см вище за абсолютний контроль (без добрив) та на 10,2 см – за варіант N₃₀P₆₀K₉₀ (контроль), а також на 3,4 см відносно фону (N₃₀P₆₀K₉₀ + гербіцид + фунгіцид) [715].

Коефіцієнт використання ФАР посівами, залежно від бакової суміші у складі гербіцидів, фунгіцидів та регулятора росту Альбіт, коливається у межах 1,19-1,32 %, що на 0,32-0,45 % більше за варіант без добрив, на 0,29-0,42 % – за контроль (N₃₀P₆₀K₉₀) та на 0,18-0,32 % – порівняно з гербіцидно-фунгіцидним + N₃₀P₆₀K₉₀ фоном. Передпосівна обробка насіння регулятором росту Альбітом у дозі 50-70 мл/т та додаткове позакореневе підживлення у фазу “ялинка” дозою 40 мл/га у баковій суміші з пестицидами забезпечило отримання достовірного приросту урожаю соломи 0,63-1,13 та насіння 0,08-0,16 т/га відносно гербіцидно-фунгіцидного фону. Найкращі технологічні показники якості волокна забезпечує сумісне застосування передпосівної обробки насіння регулятором Альбітом у дозі 60-70 мл/т та додаткове позакореневе підживлення у фазу “ялинка” дозою 40 мл/га в баковій суміші із засобами захисту льону від шкочочинних організмів. Даний технологічний прийом підвищує якісні показники: міцність, гнучкість, розщепленість та добротність пряжі відповідно на 2,0-3,0 кгс, 3,0 мм, 5-7 та 0,8-1,0 км порівняно з контрольним варіантом та на 1 кгс, 2,0 мм, 4,0-6,0, 0,3-0,5 км по відношенню до гербіцидно-фунгіцидного фону.

Отже, на думку авторів, за врожайними та якісними показниками волокна найвищий ефект отримано за умов застосування регулятора росту Альбіту – 60-70 мл/т для обробки насіння перед посівом та додаткового позакореневого підживлення у дозі 40 мл/га у фазу “ялинка” у баковій суміші з гербіцидами та фунгіцидами [718, 719].

Нами в умовах Лівобережного Полісся на дослідному полі Чернігівського інституту агропромислового виробництва НААН було

проведено наукову перевірку ефективності застосування препарату Альбіту. Ґрунт дослідного поля – дерново-середньопідзолистий суглинковий з потужністю орного шару 20 см. Уміст гумусу в орному шарі становить (за Тюрінім) – 0,99 – 1,1 %, сума увібраних основ (за Каппеном) – 3,23 мг-екв/100 г ґрунту, гідролітична кислотність (за Каппеном) – 2,13 мг-екв/100 г ґрунту, легкогідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 8,75 – 9,20 мг/100 г ґрунту, рухомих сполук фосфору (за Кірсановим) – 29,5 – 31,7, обмінного калію (за Масловою) – 10,8-13,9 мг/100 г ґрунту, рН сольове – 5,0 – 5,5.

Дослідження проводилися шляхом закладання польового досліду.

Схема досліду:

1. N₃₀P₆₀K₉₀ – без обробки насіння та вегетуючих рослин (контроль).
2. Обробка посівів у фазу “ялинка” баковою сумішшю – фунгіцид + гербіциди + Альбіт 50 мл/га.
3. Передпосівний обробіток насіння – протруювач + Альбіт 60 мл/т.

Стимулятор росту Альбіт застосовували шляхом обробки насіння Вітавакс + Альбіт. Обприскування посівів робочим розчином: вода – 200 л/га + гербіцид Льонок 0,8 л/га + гербіцид Пантера 1,25 л/га + фунгіцид Фундазол 600 г/га + Альбіт 50 мл/га.

Фосфорно-калійні добрива вносили восени під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – навесні під передпосівний обробіток. Площа посівної ділянки – 60 м², облікової – 25 м². Повторність – чотириразова. Розміщення ділянок у досліді – систематичне.

У досліді використано насіння льону першого класу районowanego сорту Глінум. Норма висіву – 22 млн схожих насінин на 1 га. Технологія вирощування льону в досліді є типовою для Лівобережного Полісся [82].

Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду 2008 р. засвідчив, що середньодобова температура протягом вегетації льону

становила 20,1 °С, тобто була вищою за середній багаторічний показник на 2,6 °С, тоді як опадів випало 111,3 мм, що менше від середньобагаторічного показника на 58,3 %. Тобто вегетація льону в 2008 році відбувалася в умовах посухи.

Проведений нами дисперсійний аналіз показав, що в умовах експерименту частка впливу препарату Альбіту на врожайність льону-довгунця сорту Гліnum була наступною: по соломі – 26,8 %, насінню – 74,1 %, вплив неконтрольованих факторів, відповідно – 5.4 та 24,0 %.

Відомо, що на величину та якість врожаю льону-довгунця впливає значна кількість факторів, у число яких також входять показники параметрів біометрії посіву та морфологічних ознак рослин. Наприклад, від щільності стеблостою на одиниці площі значною мірою залежить використання рослинами ФАР (фотосинтетичної активної радіації), а це позначається в свою чергу на морфологічній та анатомічній будові, а в кінцевому результаті – на продуктивності.

Під впливом багатьох чинників за час вегетаційного періоду льону-довгунця кількість рослин на одиниці площі зменшується. У нашому досліді польова схожість по варіантах коливалася від 46,4 % на фоновому контролі (варіант 1) до 49,9 % – обробка насіння баковою сумішшю + PPP (варіант 2) та 68,8 % – обробка насіння PPP (вар.3). Тобто була невисокою, що, на наш погляд, пов'язане перш за все з екстремальними погодними умовами (посухою). Це збігається з даними Інституту фізіології рослин. Альбіт на 10-60 % посилює здатність рослин витримувати посуху (тобто підвищені температури та дефіцит вологи). При цьому підвищена посухостійкість рослин зберігається протягом декількох місяців після обробки препаратом. Враховуючи думку багатьох дослідників, що оптимальна густина стеблостою льону-довгунця перед збиранням для формування високої продуктивності перебуває в межах 1800-2000 шт./м² рослин, нами було проаналізовано збереженість рослин на площі перед збиранням (табл. 7.18).

Таблиця 7.18 – Порівняльна ефективність способів застосування препарату Альбіт при вирощуванні льону-довгунця, сорту Глінум, 2008 р.

№ з/п	Показники		Варіанти досліджу		
			Без обробки (контроль 1)	Обробка посівів	Обробка насіння
1	Динаміка росту рослин, см	“ялинка”	12,6	12,8	13,4
		швидкий ріст	26,3	27,0	27,0
		бутонізація	50,2	53,9	54,8
		цвітіння	85,6	86,4	87,1
		рання жовта стиглість	87,1	89,3	89,7
2	Кількість рослин, шт./м ²	після сходів	1022	1099	1514
		перед збиранням	898	1092	1384
		% до вихідної	87,9	99,4	91,4
3	Висота рослин, см	загальна	85,1	88,7	90,9
		технічна	71,9	73,7	74,1
4	Кількість коробочок на 1-й рослині, шт.		5,8	7,5	8,5
5	Діаметр стебел, мм		2,2	2,1	2,0
6	Маса 1000 насінин, г		5,1	5,2	5,2
7	Урожай, ц/га	соломи	50,6	56,1	60,1
		± до контролю	-	+5,5	+9,5
		% до контролю	100	110,9	118,8
		цвітіння	8,5	10,7	11,5
		± до контролю	-	+2,2	+3,0
		% до контролю	100	125,9	135,3

НІР₀₅, ц/га: для соломи – 4,2, насіння – 2,45;

Р, %: для соломи – 2,71, насіння – 6,07.

Дані таблиці 7.18 свідчать, що густина стеблостою на контрольному фоні (варіант 1) була найменшою – 898 шт./м² (47,3 % від оптимальної), тобто випадання рослин за період вегетації було 124 шт./м² і становило 87,9 % від вихідної (повні сходи). При позакореновому внесенні Альбіту (50 мл/га) цей показник зростав до 99,4 % (варіант 2). Обробка насіння РРР (60 мл/т) відчутно

підвищувала польову схожість, але дещо слабше впливала на збереженість рослин перед збиранням – 91,4 % (таблиця 7.18).

Відомо, що інтенсивність росту рослин у висоту до певної міри є інтегральним показником продуктивності. Аналіз динаміки лінійного росту рослин у міжфазні періоди свідчить, що застосування Альбіту посилює ростові процеси. При позакореновому його внесенні (варіант 2) прирости льону в висоту, порівняно з фоновим контролем (варіант 1), відповідно до фаз становили: “ялинка” – 1,6 %, швидкий ріст – 2,7 %, бутонізація – 7,4 %, цвітіння – 0,9 %, рання жовта стиглість – 2,5 %. За передпосівної обробки насіння РРР приріст до контролю відповідно до фаз сягав: 6,3 %, 2,7 %, 9,2 %, 1,7 % та 3 %, тобто був дещо інтенсивнішим (таблиця 7.18).

Перед збиранням, на початку ранньої жовтої стиглості, на контрольному варіанті висота рослин становила: загальна – 85,1 см, технічна – 71,9 см. При позакореновому внесенні РРР – відповідно 88,7 та 73,7 см, приріст до контролю дорівнював 3,6 та 1,8 см; при обробці насіння – 5,8 та 2,2 см. Як бачимо, найкращі результати отримано на варіанті передпосівної обробки насіння регулятором росту (таблиця 7.18).

Можливо, інтенсивність росту рослин льону пов’язана з тим, що Альбіт активізує діяльність асоційованих із рослинами мікроорганізмів, підсилює мікробну азотфіксацію та мобілізацію фосфатів. За даними кафедри агрохімії МДУ, Альбіт на 18-47 % збільшує коефіцієнт використання елементів мінерального живлення рослинами з ґрунту та добрив, за рахунок цього скорочуються витрати добрив на 10-30 %. Так, на середньокультуреному ґрунті використання Альбіту спроможне замінити до 18 кг д.р./га азотних добрив та 14 кг – фосфорних, препарат підсилює дію калійних добрив (Бюлетень ВІДА, № 113, 2000).

Дослідженнями встановлено, що якість волокна в першу чергу залежить від довжини стебла та його товщини. Льон-довгунець за товщиною стеблостою поділяють на три групи: тонкостебловий

(діаметр стебла 0,8-1,1 мм), середньостебловий (1,2-1,5 мм) та товсто-стебловий (більше 1,5 мм). Найбільший вихід довгого волокна мають стебла з технічною частиною, не меншою від 70 см, та товщиною 1,1-1,5 мм [302].

У наших дослідженнях діаметр стебла коливався у межах 2,0-2,2 мм, тобто характеризувався як товстостеблій, що пояснюється зрідженістю стеблостою. На варіантах, де застосували Альбіт, відмічалася тенденція до зменшення діаметра стебла на 4,6-9,1 % (таблиця 7.18).

Від кількості коробочок на стеблі та маси 1000 насінин залежить урожайність насіння. Кількість коробочок на рослину в умовах досліду коливалася в межах 5,8-8,5 шт. Найбільша кількість коробочок була на варіантах, де застосовували Альбіт. Так, при позакореновому внесенні РРР їхня кількість була 7,5 шт. (+29,3 %), при обробці насіння – 8,5 шт. (+46,5 %), при кількості на контролі – 5,8 шт. При цьому маса 1000 насінин зростала лише на 2 % (таблиця 7.18).

У дослідженнях в умовах Центрального Полісся (В. Г. Дідора, С. М. В'юнцов, 2008-2010 рр.) було встановлено, що найбільший вплив на врожайність соломи льону-довгунця мала чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ, г/м²) – $r = 0,96$. Коефіцієнт кореляції між густрою рослин і врожайністю соломи характеризувався середньою залежністю – $r = 0,84$. Щодо врожайності насіння, то вплив ЧПФ становив – $r = 0,97$, вплив індексу листової поверхні та густоти рослин відповідно – 0,88 і 0,78. Максимальні прирости врожайності льонопродукції отримано за поєднання обробки насіння та позакоренового внесення Альбіту [718, 719].

У нашому досліді максимальну продуктивність льону-довгунця отримано на варіанті із застосуванням препарату Альбіту при обробці насіння (табл. 7.18). Приріст урожаю до контролю становив: по соломі – 9,5 ц/га (18,8 %), по насінню – 3,0 ц/га (35,3 %). Різниця між варіантами з обробкою насіння та вегетуючих рослин препаратом за

врожайністю як соломи, так і насіння перебувала в межах похибки досліду, і її можна характеризувати як позитивну тенденцію на користь способу з обробкою насіння.

Ці дані підтверджуються аналізом величин параметрів біометрії посіву та морфологічних ознак рослин (табл. 7.18).

7.6. Переджнивне застосування Раундапу на посівах льону-довгунця

Однією із біологічних особливостей льону-довгунця є те, що його насіння визріває на 7-10 днів пізніше, ніж стебла та волокно. Економічно вигідно починати збирання льону у фазі ранньої жовтої стиглості, оскільки в такому разі досягається краща якість соломи та трести, меншими є втрати вирощеного врожаю. Якість насіння при цьому строкові збирання не дуже висока, і при штучному сушінні зеленого насіння воно втрачає схожість. Перед збиранням льону комбайнами коробочки мають високу (55-70 %) вологість, і тому потрібні значні витрати трудових та енергетичних ресурсів на їхнє штучне сушіння.

Пошук ефективних десикантів для льону проводили В. Я. Тихомирова, М. М. Боярченкова, Л. П. Сергеева та ін. У дослідженнях було встановлено підсушуючу дію на коробочки льону ряду препаратів та речовин: каустичної соди, суперфосфату, цианаміду кальцію (кожний із них у дозі 100-120 кг/га), динітрофеноляту амонію (10 кг/га), динітроортокрезолу (2,5-10 кг/га д.р.), ендоталу (0,5-4 кг/га), параквату (1 кг/га), дипіриділфосфату (1,5-3 кг/га д.р.). Однак їхня дія на рослини льону була досить жорсткою. Найбільш придатними для десикації посівів льону-довгунця було визнано хлорат магнію (10-12 кг/га) та пуривел (5 кг/га). Застосування цих препаратів дозволяло прискорити визрівання насіння льону на 2-5 днів, але ефективність залежала від погодних умов протягом 5-10 днів після обробки [625-631, 722]. Аналіз літературних джерел свідчить, що дослідники по-різному оцінюють доцільність використання десикантів па посівах льону.

Існує й інша досить актуальна проблема льонарства – велика забур'яненість посівів. За результатами вибіркової оцінки забур'яненості площ під посівами вона зросла за 15 років з 60 до 85 % полів, ступінь засміченості яких досягає середнього та високою рівня. Фітосанітарна ситуація продовжує ускладнюватися – спостерігається тенденція до збільшення засміченості полів багаторічними злісними бур'янами (осотами, пириєм повзучим та ін.). Тому з'явилися нові напрями застосування як десикантів гербіцидів суцільної дії: дослідники намагаються поєднати гербіцидну та десикаційну дію препаратів, щоб вирішити одночасно триєдине завдання – прискорити визрівання насіння, забезпечити підсушуючий ефект, ефективно боротися з багаторічними бур'янами [631].

Мета нашої експериментальної перевірки полягає в тому, щоб визначити наскільки наближуються строки визрівання волокна та насіння льону в умовах Лівобережного Полісся при передзбиральному підсушуванні льону на корені за допомогою препарату Раундап; як вирішується проблема нерівномірного або повільного досягання залежно від погодних умов за допомогою цього прийому; наскільки зменшуються витрати на штучну механічну сушку та доочистку вороху й підвищується продуктивність збиральної техніки; як ефективно знищуються багаторічні бур'яни під наступні культури сівозміни тощо.

Експериментальна перевірка проводилася у 2001 р. на базі дослідного господарства «Прогрес» Чернігівського інституту АПВ УААН на дерново-підзолистому легкосуглинковому ґрунті з такою агрохімічною характеристикою орного шару (0-20 см): вміст гумусу – 0,99-1,1 %, $pH_{\text{сол.}}$ – 5,5, гідролітична кислотність – 2,13 мг-екв/100 г ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту – 7,6-9,9, рухомого фосфору – 27,2-36,1, обмінного калію – 11,4-16,3 мг/100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 2,35-4,10 мг-екв/100 г ґрунту.

Загальна площа ділянок – 50 м², облікова – 25 м², повторність – чотириризова; розташування ділянок – рендомізоване; попередник –

овес після сидерального пару (люпин вузьколистий); сорт – Томський 16. Посів проведено 11 травня, поява сходів зафіксована 16 травня, повні сходи – 23 травня, цвітіння – 19 червня, початок ранньої жовтої стиглості – 26 липня. Обробіток посівів Раундапом проводився 27 липня (перший строк) та 1 серпня (другий строк).

Схема досліджу:

Варіант	Доза гербіциду Раундапу на 1 га за препаратом	Умови застосування
1. Обробіток водою (контроль)	—	на початку ранньої жовтої стиглості
2. Без обробітку водою (контроль2)	—	
3. Раундап (перший строк)	2 л/га	
4. Раундап (перший строк)	3 л/га	
5. Обробіток водою (другий строк)	—	через 5 днів після першого строку
6. Раундап (другий строк)	2 л/га	
7. Раундап (другий строк)	3 л/га	

Препарат застосовується на початку ранньої жовтої стиглості. На цій фазі стиглості формується 65-75 % жовто-зелених коробочок, насіння – блідо-зелене з жовтим носиком. Інші коробочки – жовті з жовтим насінням. Лише окремі коробочки зелені з зеленим насінням та бурі з коричневим насінням. Збирання культури було проведене 13 серпня.

Норма виграти препарату – 2-3 л/га; робочий розчин – 100-200 л/га. Для приготування робочого розчину спочатку наповнюють ємність на 95 % чистою водою, потім додають необхідну кількість препарату і ретельно перемішують.

Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду в рік проведення експериментальної перевірки показав, що їхня мінливість

була значною. Коефіцієнт варіації опадів (за період «посів – збирання» – 94 дні) від середнього багаторічного становив за цей період 71 %, тобто сума опадів за вегетацію культури – 147,1 мм при нормі 206 мм. Гідротермічний коефіцієнт дорівнював 1,53 при середньобагаторічному показнику 3,00 (або 51 % норми). Сума ефективних температур ($t > +10\text{ }^{\circ}\text{C}$) за травень – серпень досягала 961,8 $^{\circ}\text{C}$ при нормі 686 $^{\circ}\text{C}$, або сягала 140 %.

Застосування Раундапу не викликало зниження продуктивності льону-довгунця та погіршення морфологічних ознак рослин, навіть спостерігалася тенденція до поліпшення цих показників при застосуванні препарату в перший строк. При цьому прискорювався процес підсихання біомаси льону залежно від дози препарату (в середньому): соломи – на 18,6-22,9 %, коробочок – на 14,1-15,7 % (табл. 7.19).

Таблиця 7.19 – Вплив переджнивного обробітку посівів на врожайність, морфологічні ознаки рослин та динаміку підсихання біомаси льону-довгунця

№ з/п	Показники		Варіанти дослідів						
			Без обробітку – контроль	Обробіток водою (перший строк)	Раундап 2 л/га (перший строк)	Раундап 3 л/га (перший строк)	Обробіток водою (другий строк)	Раундап 2 л/га (другий строк)	Раундап 3 л/га (другий строк)
1	2		3	4	5	6	7	8	9
1	Урожайність, ц/га	трести	32,8	33,2	34,7	34,3	32,9	33,6	32,8
		насіння	2,9	2,7	3,5	3,2	2,7	2,7	2,5
2	Висота рослин, см	загальна	68,6	63,5	59,3	70,1	69,4	77,5	73,8
		технічна	52,4	50,8	49,5	56,6	55,2	62,1	59,3
3	Маса 1000 насінин, г		3,94	3,78	3,90	3,99	3,97	3,84	3,75

Продовження табл. 7.19

1	2		3	4	5	6	7	8	9
4	Вологість соломи, %	до обробітку	63,0	60,0	65,0	63,5	60,5	60,0	59,3
		через 5 днів після обробітку	53,9	57,1	46,5	39,4	55,4	41,2	37,6
		± % до вихідної	-9,1	-2,9	-18,5	-24,1	-5,1	-18,8	-21,7
5	Вологість коробочок, %	до обробітку	38,5	42,0	39,3	41,0	37,4	37,7	38,6
		через 5 днів після обробітку	27,1	26,5	26,3	27,2	27,1	22,4	21,0
		± % до вихідної	-11,4	-15,5	-13,0	-13,8	-10,3	-15,3	-17,6

	трести	насіння
НР ₀₅ ц/га	0,80	0,35
P, %	1,98	2,73

Перевірка лабораторної схожості насіння з оброблених Раундапом ділянок показала, що вона була на рівні контрольних варіантів.

Десикація сприяла більш рівномірному визріванню насіння та зниженню вологості коробочок, що позитивно вплинуло на процес збирання (табл. 7.20).

Аналіз складу лляного вороху показав, що у воросі, зібраному з ділянок, оброблених Раундапом, на 3-5 % зменшився вміст домішок, у тому числі на 2,1-3,3 % – плутанини, яка є додатковим баластом при його транспортуванні та сушці. Знижувалася вологість окремих компонентів вороху – насінневих коробочок, вільного насіння, домішок. Це дозволило проводити обмолот вороху в умовах експерименту відразу після збирання. При цьому в 1,2-1,5 разу зменшується обсяг вороху.

Таблиця 7.20 – Вплив десикації Раундапом на визрівання насіння льону-довгуця при застосуванні його на початку ранньої жовтої стиглості (перший строк)*

Показники		Варіанти досліду			
		Обробіток водою	Без обробітку водою	Раундап 2 л/га	Раундап 3 л/га
Кількість коробочок, %	зелених	23	23	21	17
	жовтих	13	10	6	13
	коричневих	64	67	73	70
Кількість насіння, %	зелених	3	0	0	0
	жовтих	50	5	4	3
	коричневих	47	95	96	97

* через 8 днів після десикації.

Аналіз забур'яненості посівів льону показав, що після застосування на посівах у фазі “ялинки” гербіциду 2М-4Х на ділянках спостерігалася в основному наявність злакових бур'янів – пирію повзучого та курячого проса.

Як видно з даних таблиці 7.21, насиченість посівів льону бур'янами була в межах 10-18 %, при цьому на злакові бур'яни припадало 89 %, у тому числі пирій повзучий – 70 %.

Застосування Раундапу дозволило знизити вологість біомаси бур'янів у посівах льону перед збиранням: при внесенні препарату в дозі 2 л/га – на 18-34 %, 3 л/га – на 26-40 % залежно від строків обприскування (табл. 7.21).

Економічний аналіз показав, що найкращим виявився варіант із внесенням Раундапу в дозі 2 л/га в перший строк, який забезпечив приріст урожайності трести 1,9 ц/га, а насіння – 0,6 ц/га. При цьому витрати на придбання та внесення препарату становили 156 грн/га, а умовно-чистий прибуток – 288 грн/га.

Таблиця 7.21 – Десикаційний ефект застосування Раундапу відносно фітосанітарного стану льону-довгунця

Показники		Варіанти дослідів						
		Без обробітку – контроль	Обробіток водою (перший строк)	Раундап 2 л/га (перший строк)	Раундап 3 л/га (перший строк)	Обробіток водою (другий строк)	Раундап 2 л/га (другий строк)	Раундап 3 л/га (другий строк)
Кількісне співвідношення бур'янів до рослин льону, %		17	18	15	15	10	13	17
Кількість бур'янів, шт./м ²	злакових	59	80	78	65	63	67	87
	дводольних	25	5	6	8	1	12	3
	всього	84	85	84	73	64	79	90
Кількість бур'янів за видами, шт./м ²	пирій	32	50	52	45	51	57	63
	кураче просо	27	30	27	20	12	10	24
	лобода	21	–	1	3	–	–	–
	жабрії	3	3	2	2	–	–	–
	берізка	–	1	2	3	1	–	–
	ромашка	1	–	–	–	–	–	–
	хвоць	–	1	–	–	–	–	–
Сира біомаса бур'янів на 8-й день після десикації	г/м ²	128	161	105	95	138	84	77
	± г до контролю	–	+33	-23	-33	+10	-44	-51
	% до контролю	100	126	82	74	108	66	60
Вологість біомаси пирію, %	до десикації	64	63	67	64	62	65	63
	перед збиранням льону	54	56	49	44	57	47	41
	± до вихідної	-11	-7	-18	-20	-5	-18	-22

Таким чином, застосування Раундапу забезпечує прискорення процесу визрівання насіння на 4-6 днів, знижує вологість льоновороху на 10-15 %, на 3-5 % зменшує вміст домішок у складі

вороху, в тому числі на 2,5-3,5 % плутанини, яка є додатковим баластом при транспортуванні та сушінні вороху, зменшує загальний обсяг вороху в 1,2-1,5 разу, підвищує продуктивність пунктів сушіння в 1,5 разу, на 30-40 % знижує витрати пального та на 24-45 кВт·год електроенергії на 1 га посіву, підвищує продуктивність роботи льонокомбайнів на 40 %, зменшує знос збиральної техніки на 6-8 %.

Раундап – це екологічна безпека, відсутність негативного впливу на сівозміну та суттєве зниження інтенсивності обробітку ґрунту, зменшення витрат на боротьбу з багаторічними бур'янами наступного року.

7.7. Ефективність застосування біологічного препарату Мікрогуміну в технології вирощування льону-довгунця

Необхідність проведення досліджень у напрямі використання біопрепаратів комплексної дії, створених на основі оптимального поєднання активних штамів азотфіксуючих бактерій і стимуляторів росту рослин, є надзвичайно актуальним. Оскільки, при незаперечній доцільності застосування, існуючі бактеріальні препарати мають такий недолік, як нестабільність їхньої ефективності, що залежить від ряду екологічних факторів. Достовірний господарчий ефект вони забезпечують в 60-70 % їхнього застосування (Волкогон В. В. та ін., 2006, 2021) [583, 709].

Тому, на думку вищезгаданих авторів, комплексні біологічні препарати, що містять оптимальні кількості рістрегуляторів, можуть бути ефективними навіть у разі, коли бактеріальний компонент не зможе забезпечити повноцінного інокуляційного процесу через складні погодні умови. У цьому випадку фізіологічно активні речовини змогли б “підстрахувати” неповноцінність бактеріального впливу й забезпечити приріст врожаю. За сприятливих умов можна сподіватись на синергійний ефект компонентів препарату.

За вищеписаними принципами в Інституті сільськогосподарської мікробіології УААН створено комплексний препарат Мікрогумін для передпосівної інокуляції насіння. Препарат включає бактеріаль-

ний компонент (бактерії роду *Azospirillum*) та екстракт біогумусу (вермикомпосту), що містить фізіологічно активні речовини. Крім сполук гормональної дії, біогумус містить ряд вітамінів, макроелементи та мікроелементи, причому останні, завдяки взаємодії з наявними амінокислотами, окремими органічними кислотами, в тому числі фульвокислотами та гуміновими кислотами, перебувають у вигляді хелатів. Слід також зазначити, що під час вермикомпостування органіки, в субстраті, внаслідок інтенсивного розвитку мікроорганізмів, накопичуються полісахариди бактеріального походження. Сума вищезазначених ознак у поєднанні з дією активних штамів азотфіксуючих бактерій, на думку авторів, здатна забезпечити істотне збільшення активності процесу азотфіксації та урожаю сільськогосподарських культур (Волкогон В. В. та ін., 2006, 2021) [583, 709].

Польові досліді проводили на дослідному полі Чернігівського інституту АПВ УААН протягом 2003-2005 років (дослід 13, стор. 51). Ґрунт – дерново-середньопідзолистий, легкосуглинковий. Згідно з методикою суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України, дослідні ділянки мали дуже низький вміст гумусу, за ступенем кислотності були слабокислі, дуже низько забезпечені гідролізованим азотом та мали низьку суму ввібраних основ, низько забезпечені обмінним калієм, дуже високо – рухомим фосфором. У дослідях використано сорт льону-довгунця Чарівний. Норма висіву насіння – 22 млн шт./га схожих насінин. Технологія вирощування – загальноприйнята для зони Лівобережного Полісся [82].

Літературні дані свідчать, що вплив біологічно активних сполук в умовах дерново-підзолистих ґрунтів на продуктивність цілого ряду сільськогосподарських культур був більш ефективним по фоні невисоких доз мінеральних добрив [583, 709]. Наскільки правомірні аналогії для рослин льону-довгунця, ми вирішили перевірити в наших дослідженнях. У схемі польового досліді було передбачено варіант із внесенням тільки мінеральних добрив – $N_{21}P_{42}K_{63}$ (рекомендована зональна доза зменшена на 30 %) і варіант із інокуляцією по фоні такої самої дози добрив.

Норма застосування Мікрогуміну – 200 г препарату на гектарну порцію насіння (рекомендована розробниками препарату). Препарат змішували з водою – 2 % від маси насіння. Інокуляцію проводили за день до посіву.

Враховуючи, що в умовах польового дослідження дія біологічних факторів (ефективність взаємодії рослин льону з інтродукованими мікроорганізмами) значною мірою може нівелюватись реальною ґрунтово-кліматичною обстановкою та іншими складовими загального оточення рослин, ми детально проаналізували агрометеорологічні параметри вегетаційного періоду. Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду за роки досліджень свідчить, що їхня мінливість була значною. Так, коефіцієнт варіації опадів у 2003 році (за період «посів – збирання» – 97 днів) від середнього багаторічного становив за цей час 53,4 %, тобто сума опадів за вегетацію культури становила 108,5 мм при нормі 203 мм; у 2004 р. (108 днів) – 82,5 %, відповідно 176 та 214,5 мм; у 2005 р. (73 дні) – 64,4 % або 108,2 мм проти 168 мм. Середньодобова температура повітря за вегетацію, відповідно за роками становила: 20,5 °C (+1,8 °C або 110 %); 17,2 °C (+0,8 або 104 %); 21,8 °C (+4,5 °C або 126 % норми). Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) дорівнював: 1,06 (43,4 %), 2,25 (77 %), 1,26 (40 %). Сума ефективних температур повітря ($t > +10$ °C) за вегетаційний період відповідно дорівнювала по роках: 1028,4 °C (123,5 %), 790,9 °C (108 %), 861,4 °C (161,6 %).

Проведені дослідження свідчать про істотний вплив препарату на розвиток надземної біомаси рослин та їхнє виживання (табл. 7.22). Застосування Мікрогуміну сприяло прискоренню лінійного росту рослин у висоту в середньому на 0,7-4,6 см (4,6-8,9 %) у залежності від фаз розвитку культури.

Ступінь стійкості рослин льону до несприятливих умов вегетаційного періоду зростала. Завдяки цьому загальна щільність стеблостою на одиниці площі на оброблених варіантах була вищою на 233 шт./м² або на 19,3 %. Інокуляція покращувала параметри

таких морфологічних показників рослин: технічної довжини – на 12,8 см (23,6 %), кількість сформованих на одній рослині насінневих коробочок зростала на 6,2 %, а маса 1000 насінин – на 12,5 %.

Таблиця 7.22 – Вплив інокуляції насіння Мікрогуміном на біометричні показники посіву та морфологічні ознаки рослин льону-довгунця, середнє за три роки

№ з/п	Показники		Варіанти дослідів			
			Контроль		Мікрогумін	
			абсолют.	%	абсолют.	%
1.	Динаміка росту рослин по фазах, см	початок швидкого росту	15,1	100	15,8	104,6
		цвітіння	40,3	100	43,9	108,9
		початок ранньої жовтої стиглості	63,9	100	68,5	107,2
2	Кількість рослин перед збиранням, шт./м ²		1208	100	1441	119,3
3.	Висота рослин, см	загальна	66,3	100	73,7	111,2
		технічна	54,1	100	66,9	123,6
4	Кількість коробочок на 1-й рослині, шт.		4,3	100	4,6	106,2
5	Діаметр стебел, мм		1,47	100	1,57	106,6
6	Маса 1000 насінин, г		4,26	100	4,79	112,5

Пояснення цьому з'являються при зіставленні урожайних даних у варіанті без інокуляції і у варіанті із застосуванням даного агроприйому. Бактеризація сприяє суттєвому зростанню врожайності льону, вірогідно, завдяки первинному впливу на рослини стимуляторів росту бактеріального походження. Так, у середньому за три роки (табл. 7.23) урожайність соломи підвищувалася на 10,1 ц/га (31,8 %), насіння – на 1,2 ц/га (21,4 %).

Таблиця 7.23 – Вплив інокуляції насіння Мікрогуміном на врожайність льону-довгунця

Варіанти дослідів	Урожайність соломи, ц/га	Приріст		Урожайність насіння, ц/га	Приріст	
		ц/га	%		ц/га	%
2003 рік						
Без внесення мікробного препарату (контроль)	30,3	-	-	2,5	-	-
Обробка насіння Мікрогуміном	52,0	21,7	72,0	3,7	1,2	48,0
НІР ₀₅	6,98			0,92		
2004 рік						
Без внесення мікробного препарату (контроль)	14,4	-	-	2,3		
Обробка насіння Мікрогуміном	14,6	0,2	1,0	2,3		
НІР ₀₅	4,10			$F_{\phi} < F_T$		
2005 рік						
Без внесення мікробного препарату (контроль)	50,7	-	-	12,0	-	-
Обробка насіння Мікрогуміном	59,0	8,3	16,0	14,4	2,4	20,0
НІР ₀₅	1,83			0,97		
В середньому за три роки						
Без внесення мікробного препарату (контроль)	31,8	-	-	5,6	-	-
Обробка насіння Мікрогуміном	41,9	10,1	31,8	6,8	1,2	21,4
НІР ₀₅	6,98			0,92		

Дані таблиці 7.24, де наведено економічні результати від застосування мікробного комплексного препарату Мікрогуміну, розраховані на основі цін на матеріально-технічні та інші ресурси і цін на сільськогосподарську продукцію станом на 1.02.2006 р., свідчать про високу економічну ефективність даного засобу біологізації вирощування льону-довгунця.

Таблиця 7.24 – Економічна ефективність інокуляції насіння льону-довгуця мікробним препаратом Мікрогуміном, середнє за три роки

№ з/п	Показники		Варіанти досліджу	
			Контроль	Мікрогумін
1	Урожайність, ц/га	треста	25,0	32,9
		насіння	5,6	6,8
2	Середній номер трести		0,87	1,5
3	Затрати праці на 1 ц, люд.-год	треста	2,07	1,56
		насіння	7,68	10,75
4	Собівартість 1 ц, грн	треста	32,57	36,46
		насіння	180,0	151,0
5	Ціна реалізації 1 ц, грн	треста	41,2	64,8
		насіння	200	200
6	Загальна вартість продукції, грн/га	треста	1030,0	2131,92
		насіння	1120,0	1360,0
7	Затрати на вирощування, грн/га		1475,8	1850,0
8	Прибуток, грн/га		674,2	1641,92
9	Рентабельність, %		45,7	88,7

Господарський ефект досягається, передусім, завдяки досить значному приросту урожайності льонопродукції, поліпшенню її якості – номер трести зростає на 0,63 одиниці або на 72,4 %, що, разом із порівняно незначним рівнем додаткових витрат на його застосування, сприяє зростанню прибутку з розрахунку на 1 га посівів на 967,72 грн або в 2,4 разу та підвищенню рівня рентабельності в 1,9 разу (з 45,7 до 88,7 %). Отже, застосування мікробного препарату Мікрогуміну є дієвим засобом підвищення економічної ефективності льонівництва.

Таким чином, застосування Мікрогуміну в технології вирощування льону-довгунця як біопрепарату комплексної дії на основі активних асоціативних азотфіксаторів та фізіологічно активних речовин, на наш погляд, є дієвим заходом оптимізації мікробіологічних процесів у ризосфері рослин. Вірогідно, це відбувається за рахунок формування активних азотфіксуючих симбіозів та асоціацій, збільшення ступеня засвоєння мінеральних добрив (така аналогія простежується в спеціальних мікробіологічних та фізіологічних дослідженнях на інших сільськогосподарських культурах). А це як безпосередньо, так і значною мірою опосередковано (оскільки інокулянт, що містить широкий спектр регуляторів росту рослин, активно діє на формування фотосинтетичного апарату) впливає на зміну ростових параметрів, що позитивно позначається на урожайності культури та якості продукції.

7.8. Вплив інокуляції насіння мікробним препаратом Поліміксобактерином на ріст, розвиток та продуктивність льону-довгунця

Постійний винос поживних речовин з ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур потребує систематичного внесення добрив. У зв'язку з економічними, енергетичними та екологічними проблемами нарощування виробництва та споживання мінеральних добрив зростає актуальність розробки нових шляхів поліпшення мінерального живлення рослин. Один із них полягає у створенні ефективних біопрепаратів, що сприяють посиленню мобілізації зольних елементів із ґрунтових резервів.

Багаточисельні мікробіологічні дослідження виявили повсюдне розповсюдження ґрунтових мікроорганізмів, які здатні розчиняти ортофосфати кальцію. У різних типах ґрунтів мікроорганізми, що трансформують ці сполуки, можуть становити 5-95 % загальної кількості мікрофлори, причому кореляції між їхньою кількістю у ґрунті та його механічним складом, кислотністю, вмістом гумусу, азоту та фосфору не виявлено [583].

Проте, як свідчать літературні джерела, вивільнені мінеральні фосфати активно поглинаються ґрунтом і тривалість їхнього існування в такому вигляді досить коротка. Тому є невеликий шанс, що вони зможуть дістатися кореня, якщо процес пройшов на деякій відстані від нього. Лише у ризосфері, де діє градієнт переміщення розчинених поживних мінеральних елементів з ґрунту в корінь, існує ймовірність, що фосфор, вивільнений ризосферною мікрофлорою, може бути використаний рослинами [583].

На основі досліджень з багатьма культурами, в тому числі й льоном-довгунцем (дуже незначна кількість експериментів) було встановлено, що фосфатмобілізуючі бактерії, поліпшуючи фосфатне живлення рослин, сприяли підвищенню продуктивності культур. Зазначені обставини свідчать про необхідність проведення досліджень з оптимізації поєднань двох активних чинників впливу на процеси росту та розвитку рослин – добрив та біопрепаратів [694].

Основним завданням наших досліджень цієї важливої проблеми було уточнення в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах Лівобережного Полісся ступеня впливу інокуляції насіння льоно-довгунця мікробним препаратом Поліміксобактерином за різних рівнів мінерального живлення (**дослід 14, стор. 52-53**).

Дослідження проводилися упродовж 2006-2008 рр. у Чернігівському інституті АПВ УААН на дерново-середньопідзоли-тому ґрунті, який характерний для льоносійної зони України. Агрохімічна характеристика орного шару (0-20 см): вміст гумусу 0,99-1,1 %, рН_{сол.} – 5,5, Нг – 2,13 мг-екв/100 г ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту – 8,75, рухомого фосфору – 31,7, обмінного калію – 13,9 мг/100 г ґрунту, сума увібраних основ – 3,23 мг-екв/100 г ґрунту. Льон вирощували за рекомендованою науково обґрунтованою технологією [82]. У досліді використано сорт льону-довгунця Глінум.

Льон вирощувався на 4-х фонах мінерального живлення: N₀P₀K₀, N₂₀P₂₀K₂₀, N₆₀K₆₀P₆₀, N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀. Поліміксобактерин – бактеріальний

препарат, розроблений на основі бактерій *Paenibacillus polymyxa* KB. Активізує фосфорне живлення, стимулює ріст і розвиток рослин.

Відселекціонований штам *P. polymyxa* KB характеризується резистентністю до окремих інсектицидів та фунгіцидів. Клітини зазначених бактерій зберігають життєздатність і агрономічно цінні властивості як у суспензіях із пестицидами, так і тривалий час на протруєному насінні [690, 691].

За даними розробників, позитивна дія Поліміксобактерину на формування урожаю різних сільськогосподарських культур пояснюється, вірогідно, регуляторним впливом препарату на ріст і розвиток рослин. Підтвердженням цьому є здатність даного штаму до активного продукування β -індолілоцтової кислоти, гіберелової кислоти, вітамінів. При активізації росту й розвитку не виключено також і зростання фосфорного живлення рослин. Така можливість реалізується через розростання кореневої системи та збільшення її абсорбуючої активності. Ефективність опосередкованої дії на продуктивність окремих культур (зокрема гречки) підтверджується даними кореляційного аналізу між виносом фосфору і низкою інших показників (Токмакова Л. Н., 1997): активна питома поглинальна поверхня ($r = 0,90$); активна сумарна поглинальна поверхня ($r = 0,86$); маса коріння ($r = 0,76$); чисельність бактерій, що розчиняють мінеральні фосфати (0,68); чисельність бактерій, які гідролізують органічні фосфати (0,23); фосфатазна активність (-0,01); вміст P_2O_5 у ризосферному ґрунті (-0,60). Подібна дія може бути характерною і для *Paenibacillus polymyxa* KB при інокуляції льону-довгунця [584, 690, 691].

Наші дослідження вдосконалення технології вирощування льону-довгунця в напрямі ресурсозбереження та екологізації за рахунок застосування бактеризації насіння біопрепаратом Поліміксобактерином ґрунтувалися на природно-кліматичних характеристиках зони Лівобережного Полісся та біологічних особливостях культури.

По-перше, у кислих дерново-підзолистих ґрунтах регіону, незважаючи на високий вміст фосфору (понад 25 мг/100г), утворюються фосфати півтораоксидів $AlPO_4$ і $FePO_4$, а також основні

солі заліза та алюмінію $\text{Fe}(\text{OH})_3\text{PO}_4$, $\text{Al}_2(\text{OH})_3\text{PO}_4$, що характеризуються слабкою розчинністю та незадовільною доступністю для рослин. В цілому інтенсивне хімічне вбирання, характерне для фосфорної кислоти, зумовлює слабку рухомість її солей.

По-друге, для формування урожаю льон використовує меншу кількість елементів живлення, порівняно з іншими польовими культурами. Однак він дуже вибагливий до наявності в ґрунті достатньої кількості елементів живлення в легкозасвоюваній формі. Це пояснюється тим, що коренева система льону розвинена слабо, вона має малорозгалужений стрижневий корінь, а дрібні корінці розташовані у верхньому шарі ґрунту на глибині 14-18 см і мають досить низьку поглинальну здатність засвоювати поживні речовини із важкодоступних сполук.

По-третє, у живленні льону виділяють два найважливіші періоди: від появи сходів до фази “ялинки” та від фази “ялинки” до фази бутонізації. Так, у перший період льон росте слабо і використовує мало елементів живлення. У цей час тільки з’являються елементарні волокна та луб’яні джгутики, спостерігається інтенсивний розвиток кореневої системи, що супроводжується утворенням нуклеотидів. Тому перші три тижні росту льону є критичними щодо фосфорного живлення. Нестача фосфору в цей період призводить до незворотних порушень біохімічних процесів у рослині, що позначається на розвитку льону та формуванні врожаю. За нестачі фосфору знижується стійкість рослин проти хвороб, зменшується кількість елементарних волокон і луб’яних джгутиків. Отже, фосфорне живлення підвищує врожай льону та поліпшує його якість (підвищується довжина, міцність і вихід волокна). Другий період характеризується інтенсивним ростом льону. У зв’язку з посиленням росту (триває два тижні) льон максимально використовує елементи живлення. За цей досить короткий період рослини поглинають більше половини елементів живлення. Якщо до фази “ялинки” льон поглинає азоту – 36, фосфору – 15 та калію – 12 %, то до фази бутонізації – відповідно 84, 79 та 71 % максимальної кількості.

По-четверте, за останні десятиріччя досить часто спостерігаються посушливі явища протягом вегетаційного періоду. Льон-довгунець дуже чутливий до нестачі вологи в ґрунті. Особливо підвищена потреба у воді під час інтенсивного росту, фази бутонізації і цвітіння. До того ж ґрунтова посуха призводить не тільки до зниження врожаю волокна, але й негативно позначається на якісних показниках анатомічної структури стебла (зменшення кількості та розмірів елементарних волокон, збільшення їхніх поперечних розмірів, потовщення деревини тощо). Це пов'язано з тим, що навіть за незначної посухи ґрунту використання елементів живлення з нього та добрив кореневою системою льону різко погіршується. Водночас саме фосфор поліпшує розвиток кореневої системи на початку вегетації, покращує водний режим рослин та використання ними води.

Серед факторів, які можуть вплинути на ефективність біопрепаратів, слід виокремити такі, як гідротермічні умови. За результатами нашого дослідження встановлено, що тривалість вегетаційного періоду льону в середньому за три роки становила 86 днів (з коливаннями по роках від 77 до 95 днів). Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду свідчить, що вони мали досить помітні відхилення від середнього багаторічного показника. Так, величина гідротермічного коефіцієнту (ГТК за Г. Т. Селяниновим) за період вегетації в середньому дорівнювала 1,65 при нормі 2,83 або не перевищувала 58,3 % норми. Коливання величини цього показника перебувало у межах від 1,15 до 2,21 або 42,3-69,5 % норми.

Одержані результати свідчать про безпосередню позитивну дію біопрепарату на продукційний процес льону-довгунця (табл. 7.25). Так, передпосівна бактеризація насіння Поліміксобактерином забезпечила більш інтенсивну динаміку росту рослин льону – приріст рослин у висоту в середньому протягом вегетаційного періоду перевищував контрольний варіант на 3,1 см або на 5,7 % (з коливаннями по фазах росту та розвитку від 1,0 до 6,8 см (3,0-9,3 %). Застосування препарату також сприяло зростанню: схожості насіння – повнота сходів на одиниці площі була більшою на 12,9 %,

виживання рослин протягом вегетації – на 17,8 %, технічної довжини стебел – на 2,8 %, сформованих на одній рослині насінневих коробочок – на 21,9 %, маси 1000 насінин – на 2,8 %.

Таблиця 7.25 – Вплив інокуляції Поліміксобактерином і мінеральних добрив на показники біометричного стану посіву та морфологічні ознаки рослин льону-довгунця, середнє за три роки

№ з/п	Показники		Фон	Варіанти мінеральних добрив			
				Без добрив (контроль)	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀
1.	Динаміка росту рослин, см	“ялинка”	1 контроль	10,7	13,3	15,0	14,4
			2 інокуляція	11,7	14,5	15,5	15,4
		швидкий ріст	1	32,8	34,8	36,8	36,3
			2	33,8	36,6	38,1	37,4
		бутонізація	1	55,9	59,7	63,3	62,1
			2	58,3	64,8	66,0	64,4
		цвітіння	1	90,3	93,4	95,6	93,9
			2	94,7	98,9	97,5	97,2
рання жовта стиглість	1	93,9	96,2	98,3	95,9		
	2	100,7	102,6	101,7	101,0		
2.	Кількість рослин після сходів, шт./м ²	1	710	694	826	789	
		2	802	950	1157	1079	
3.	Кількість рослин перед збиранням, шт./м ²	1	585	639	766	717	
		2	689	831	922	916	
4.	% від вихідної кількості	1	82,4	92,1	92,7	90,0	
		2	85,9	87,5	79,7	84,9	
5.	Висота рослин, см	загальна	1	90,2	93,4	94,6	91,2
			2	90,5	95,7	97,0	93,3
		технічна	1	74,8	79,3	77,6	77,0
			2	76,9	80,2	82,0	79,5
6.	Кількість коробочок на 1-й рослині, шт.	1	6,4	6,7	7,5	6,8	
		2	7,8	8,2	9,2	8,7	
7.	Діаметр стебел, мм	1	2,0	2,1	2,0	2,1	
		2	1,9	2,0	1,9	2,0	
8.	Маса 1000 насінин, г	1	4,57	4,77	4,87	4,67	
		2	4,70	5,00	4,93	4,83	

Проведені дослідження засвідчили істотний позитивний вплив мінеральних добрив на біометричні показники стану посіву та морфологічних ознак рослин (табл. 7.25). Оптимальним у досліджах було внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, яка забезпечувала істотне зростання величини показників. Так, наприклад, при внесенні $N_{20}P_{20}K_{20}$ повнота сходів майже не змінювалася відносно абсолютного контролю, а на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ вона зростала на 16,3 %. Відповідно цим фонам виживання рослин протягом вегетаційного періоду підвищувалася на 9,2 та 30,9 %, загальна висота рослин – на 3,5 і 4,9 %, кількість сформованих на одній рослині коробочок – на 4,7 та 17,2 %, маса 1000 насінин – на 4,4 і 6,6 %. Щодо загальної динаміки приросту рослин протягом вегетації, то на фоні $N_{20}P_{20}K_{20}$ вона становила (порівняно з контрольним варіантом) 2,8 см або 8,6 %, а на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5,1 см (15,2 %). Збільшення дози мінеральних добрив до $N_{100}P_{100}K_{100}$ не забезпечувало подальшого зростання показників. Застосування в цих умовах на фоні мінеральних добрив Поліміксобактерину забезпечувало подальший синергетичний ефект.

Зроблені висновки значною мірою підтверджуються результатами визначення урожайності культури. Аналіз участі досліджуваних факторів у формуванні врожайності соломи і насіння за три роки показав, що найбільший вплив мали мінеральні добрива: по соломі – 84 % (коливання по роках 74,8-93,5 %), по насінню – 78,8 % (67,9-91 %). Вплив застосування інокуляції насіння Поліміксобактерином перебував у межах: по соломі – 7,2 % (4,8-11,8 %), по насінню – 13,1 % (5,4-21,7 %). Взаємодія цих двох факторів була досить незначною, відповідно – 4,3 та 3,7 %.

У середньому за три роки досліджень найвищу врожайність соломи – 67,4 ц/га та насіння – 9,7 ц/га отримано на варіанті з інокуляцією насіння на фоні $N_{60}K_{60}P_{60}$ (табл. 7.26, 7.27). На контролі (без добрив + інокуляція) відповідно – 44,3 та 6,7 ц/га. Тобто приріст урожаю становив: по соломі – 23,1 ц/га або 52,1 %, по насінню – 3 ц/га (44,8 %).

Таблиця 7.26 – Вплив інокуляції та мінеральних добрив на врожай соломи льону-довгуниця залежно від агрофону, середис за три роки

Варіанти інокуляції (фон А)	Варіанти добрив (фон Б)												Середнє по фону А
	Контроль (без добрив)			N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀			N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀			N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀			
	ц/га	приріст		ц/га	приріст		ц/га	приріст		ц/га	приріст		
		±	%		±	%		±	%		±	%	
Без інокуляції (контроль)	37,4	-	100	47,1	+9,7	125,9	60,2	+22,8	161,0	57,0	+19,6	152,4	50,4
Інокуляція Поліміксо-бактерином	44,3	-	100	47,2	+2,9	106,5	67,4	+23,1	152,1	61,9	+17,6	139,7	55,2
Середнє по фону Б	40,8	-	100	47,1	+6,3	115,4	63,8	+23,0	156,4	59,4	+18,6	145,6	-
Відхилення від контролю фону А	-	+6,9	118,4	-	+0,1	100,2	-	+7,2	112,0	-	+4,9	108,6	+4,8

НР₀₅, ц/га по досліді 2,21
 для інокуляції (фон А), для добрив (фон Б) 0,60
 для їхньої взаємодії (АБ) 1,23
 Р, % 1,52

Частка впливу факторів: інокуляція – 7,2 %, мінеральні добрива – 84,0 %, їхня взаємодія – 4,3 %, неконтрольовані – 4,5 %.

Таблиця 7.27 – Вплив інокуляції та мінеральних добрив на врожай насіння льону-довгунця залежно від агрофону, середнє за три роки

Варіанти інокуляції (фон А)	Варіанти добрив (фон Б)										Середнє по фону А	
	Контроль (без добрив)		N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀					
	ц/га	приріст ± %	ц/га	приріст ± %	ц/га	приріст ± %	ц/га	приріст ± %	ц/га	приріст ± %		
Без інокуляції (контроль)	5,2	-	7,0	+1,8	134,6	8,7	+3,5	167,3	7,8	+2,6	150,0	7,2
Інокуляція Поліміксо-бактерином	6,7	-	8,0	+1,3	119,4	9,7	+3,0	144,8	8,5	+1,8	126,9	8,2
Середнє по фону Б	5,9	-	7,5	+1,6	127,1	9,2	+3,3	155,9	8,1	+2,2	137,3	-
Відхилення від контролю фону А	-	+1,5	-	+1,0	114,3	-	+1,0	111,5	-	+0,7	109,0	+1,0

1,05

по досліді

для інокуляції (фон А), для добрив (фон Б)

для їхньої взаємодії (АБ)

0,37

0,64

2,87

R, %

Частка впливу факторів: інокуляція – 13,1 %, мінеральні добрива – 78,8 %,

їхня взаємодія – 3,7 %, неконтрольовані – 4,4 %.

Безпосередньо дія мінеральних добрив мала затухаючий характер – при внесенні 60 кг/га д.р. NPK приріст урожаю становив: соломи 9,7 ц/га (25,9 %), насіння – 1,8 ц/га (34,6 %); 180 кг/га д.р., відповідно – 22,8 ц/га (61 %) та 3,5 ц/га (67,3 %); 300 кг/га д.р. – 19,6 ц/га (52,4 %) і 2,6 ц/га (50 %) при врожаї на абсолютному контролі – 37,4 та 5,2 ц/га.

Застосування інокуляції насіння на фоні без мінеральних добрив сприяло підвищенню врожаю соломи на 6,9 ц/га або на 18,4 %, насіння – на 1,5 ц/га (28,8 %).

Таким чином, при виборі оптимального агрофону слід керуватися не лише розмірами урожаю, але й економічною та екологічною доцільністю певних доз добрив. Економічно більш прийнятним агрофоном є середній ($N_{60}P_{60}K_{60}$), оскільки абсолютні показники урожайності у варіантах з інокуляцією при цьому були вище рівня показників, отриманих у відповідних варіантах по фоні більш високих доз добрив (табл. 7.26, 7.27).

Аналізуючи вище наведене, слід зазначити, що рослини, бактеризовані фосфатмобілізуючими мікроорганізмами, відрізняються динамікою розвитку, що свідчить про більш глибоку фізіологічно-біологічну перебудову метаболізму бактеризованих рослин [725], наслідком якої є прискорення їхнього вегетативного розвитку, що пов'язано з покращенням фосфорного живлення на достатньому рівні азотно-калійного ($N_{60}K_{60}$) та стимуляцією росту і розвитку рослин за рахунок фізіологічно активних речовин мікробного препарату Поліміксобактерину. Натомість, також відомо, що об'єм корневих виділень може сягати 35-45 % від усієї кількості вуглецю, асимільованого у процесі фотосинтезу, що свідчить про високу інтенсивність обміну речовинами й енергією між макро- і мікропартнерами рослинно-бактеріальних симбіозів [726].

Вплив мінеральних добрив та бактеріального препарату на урожайність льону-довгунця змінювався залежно від погодних умов у період вегетації. Погодні умови вегетаційних періодів 2006-2008 рр. суттєво відрізнялися від середніх багаторічних показників. Так,

параметри величин середньодобових температур повітря коливалися від 19,2 до 21,9 °С (+15-26 % норми), сума ефективних температур ($t > +10$ °С) перевищувала норму на 37-62 %, величина показника ГТК становила 42-70 % норми. В цілому, більш сприятливим за режимом зволоження в основні фази росту та розвитку рослин льону був 2006 рік, більш посушливим – 2008 рік.

За своїми біологічними особливостями льон-довгунець – культура помірного клімату. Тому високе стебло з підвищеним вмістом волокна формується при помірній температурі – 16-18 °С. За високих температур повітря (вище 20-22 °С), особливо при високій сухості, в період росту та розвитку пригнічується ріст рослин, прискорюється стадійний розвиток, знижується урожай волокна й насіння.

У дослідях відмічено, що в посушливих умовах, які склалися в період вегетації льону у 2008 році (ГТК 1,15), сформувався найменший врожай соломи, який усереднено становив по досліді 39 ц/га. При цьому на бактеризованому фоні (незалежно від умов мінерального живлення) він був вищим за фон без біопрепарату на 3,4 ц/га або + 9,1 % (табл. 7.28). Поліпшення умов зволоження у 2007 році (ГТК 1,60) сприяло підвищенню врожаю соломи порівняно з 2008 роком на 13,8 ц/га (+35,4 %). Позитивна тенденція між фонами з інокуляцією Поліміксобактерином і без – зберігалася. У помірно зволожений рік – 2006 (ГТК 2,21) було отримано найвищий усереднений урожай соломи – 66,5 ц/га, що перевищувало показники найбільш сухого року (2008) на 27,5 ц/га (+70,5 %). Фон із бактеризацією насіння перевищував контрольний на 7,4 ц/га або +11,8 % (табл.7.28).

Ріст урожайності за рахунок поліпшення умов зволоження відбувався за умов збільшення щільності стеблостою на одиниці площі перед збиранням. Так, при ГТК 1,15 (2008) загальна щільність рослин була 584,7 шт./м², ГТК 1,60 (2007 р.) – 774,3 шт./м² (+32,4 %), ГТК 2,21 (2006 р.) – 915,1 шт./м² (+56,5 %). При цьому зростала загальна висота рослин.

Таблиця 7.28 – Урожайність соломи льону-довгунця й ефективність мінеральних добрив та інокуляції в залежності від зідротермічних умов вегетаційного періоду, ц/га

Рік	ГТК	Варіанти інокуляції (фактор А)	Варіанти мінеральних добрив (фактор В)				Середнє по фону А
			Без добрив (контроль)	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	
2006	2,21	Без інокуляції (контроль)	42,3	52,8	80,3	76,0	62,9
		± ц/га до контролю	-	+10,5	+38,0	+33,7	-
		± % до контролю	-	+24,8	+89,8	+79,7	-
		Поліміксобактерин	53,0	54,5	90,8	82,6	70,2
		± ц/га до контролю	+10,7	+12,2	+48,5	+40,3	+7,4
		± % до контролю	+25,3	+28,8	+114,6	+95,3	+11,8
		Середнє по фону В	47,7	53,6	85,5	79,3	66,5
2007	1,60	Без інокуляції (контроль)	37,7	52,6	57,9	55,9	51,0
		± ц/га до контролю	-	+14,9	+20,2	+18,2	-
		± % до контролю	-	+39,5	+53,6	+48,3	-
		Поліміксобактерин	46,2	47,5	64,1	61,0	54,7
		± ц/га до контролю	+8,5	+9,8	+26,4	+23,3	+3,7
		± % до контролю	+25,2	+26,0	+70,0	+61,8	+7,2
		Середнє по фону В	41,9	50,0	61,1	58,4	52,8
2008	1,15	Без інокуляції (контроль)	32,3	35,8	42,3	39,0	37,3
		± ц/га до контролю	-	+3,5	+10,0	+6,7	-
		± % до контролю	-	+10,8	+30,9	+20,7	-
		Поліміксобактерин	33,8	39,5	47,3	42,2	40,7
		± ц/га до контролю	+1,5	+7,2	+15,0	+9,9	+3,4
		± % до контролю	+4,6	+22,3	+46,4	+30,6	+9,1
		Середнє по фону В	33,0	37,6	44,8	40,6	39,0

		2006	2007	2008
НІР ₀₅	по досліді	1,72	0,92	4,0
НІР ₀₅	для А	0,83	0,32	0,66
НІР ₀₅	для В	1,22	0,46	0,60
НІР ₀₅	для АВ	1,22	0,46	2,0

Таблиця 7.29 – Урожайність насіння льону-довгуця й ефективність мінеральних добрив та інокуляції в залежності від гідротермічних умов вегетаційного періоду, ц/га

Рік	ГТК	Варіанти інокуляції (фактор А)	Варіанти мінеральних добрив (фактор В)				Середнє по фону А
			Без добрив (контроль)	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	
2006	2,21	Без інокуляції (контроль)	5,0	6,7	7,9	7,7	6,8
		± ц/га до контролю	-	+1,7	+2,9	+2,7	-
		± % до контролю	-	+34,0	+58,0	+54,0	-
		Поліміксобактерин	6,8	7,0	8,3	7,9	7,5
		± ц/га до контролю	+1,8	+2,0	+3,3	+2,9	+0,7
		± % до контролю	+36,0	+40,0	+66,0	+58,0	+10,3
		Середнє по фону В	5,9	6,8	8,1	7,8	7,1
2007	1,60	Без інокуляції (контроль)	2,8	5,3	5,9	5,4	4,8
		± ц/га до контролю	-	+2,5	+3,1	+2,6	-
		± % до контролю	-	+89,3	+110,7	+92,8	-
		Поліміксобактерин	3,5	5,8	7,0	5,5	5,4
		± ц/га до контролю	+0,7	+3,0	+4,2	+2,7	+0,6
		± % до контролю	+25,0	+107,1	+150,0	+96,4	+12,5
		Середнє по фону В	3,1	5,6	6,4	5,5	5,1
2008	1,15	Без інокуляції (контроль)	7,8	9,1	12,4	10,3	9,9
		± ц/га до контролю	-	+1,3	+4,6	+2,5	-
		± % до контролю	-	+16,7	+59,0	+32,0	-
		Поліміксобактерин	9,7	11,3	13,7	12,1	11,7
		± ц/га до контролю	+1,9	+3,5	+5,9	+4,3	+1,8
		± % до контролю	+24,3	+44,9	+75,6	+55,1	+18,2
		Середнє по фону В	8,7	10,2	13,0	11,2	10,8

		2006	2007	2008
НР ₀₅	по досліді	1,74	0,15	1,25
НР ₀₅	для А	0,86	0,05	0,21
НР ₀₅	для В	1,22	0,07	0,21
НР ₀₅	для АВ	1,22	0,07	0,62

В умовах зволоження при ГТК 1,15 (2008 р.) вона становила 89,6 см, при ГТК 1,6 (2007 р.) – 92,9 см (+3,3 см або 3,7 %), ГТК 2,21 (2006 р.) – 97,1 см (+7,5 см або 8,44 %). Зменшувався також діаметр стебел з 2,30 мм відповідно до 1,97 мм (-14,4 %) та 1,81 мм (-21,3 %). При цьому відомо, що з тонкостеблого льону одержують волокно кращої якості, оскільки при меншому діаметрі елементарних волоконець, більшій довжині, а також більшій їхній кількості отримують довше технічне волокно. Тобто створюються умови для значного збільшення виходу довгого волокна і поліпшення його якості.

Враховуючи те, що льон-довгунець належить до рослин, які потребують довгого денного освітлення при відносно невеликій інтенсивності освітлення, ми звернули увагу на фактори, від яких воно залежить. При зменшенні щільності стеблостою на одиниці площі на фоні високих температур посилюється сонячне освітлення рослин, яке викликає уповільнення ростових процесів та прискорює процеси розвитку, завдяки чому посилюється гілкування стебла та утворення генеративних органів. Це позначається на врожаї насіння, але знижує врожай і якість волокна. Так, при ГТК 1,15 на рослинах формувалося усереднено по досліді 10,9 шт. насінневих коробочок, що забезпечувало врожай насіння 10,8 ц/га. При зростанні показника ГТК до 1,60 їхня кількість зменшувалася до 7,4 шт. або на 3,5 шт. (-32,1 %), врожай насіння відповідно був 5,1 ц/га (-5,7 ц/га або -52,8 %). При ГТК 2,21 величина цього показника становила 4,6 шт. (-6,3 шт. або -57,6 %) при врожаї насіння 7,1 ц/га (-3,7 ц/га або -34,3%). Зниження кількості сформованих на одній рослині насінневих коробочок певною мірою нівелювалося зростанням кількості рослин на 1 м² (табл.7.29).

Таким чином, аналізуючи вплив фактору гідротермічних умов вегетаційного періоду на ефективність дії мінеральних добрив та бактеризації, можна зробити наступні висновки. При зниженні показника ГТК з 2,21 (2006 р.) до 1,60 (2007 р.) або на 27,6 % врожай на абсолютному контролі (без добрив та біопрепарату) зменшувався

по соломі на 4,6 ц/га (-10,9 %), подальше зниження величини цього показника у 2008 р. до 1,15 (-48 %) викликало ще більше зменшення врожаю соломи – на 10 ц/га або -23,7 % (табл.7.28).

Застосування бактеризації насіння Поліміксобактерином на фоні ГТК 2,21 забезпечило порівняно з абсолютним контролем підвищення врожаю соломи на 10,7 ц/га (+25,3 %), ГТК 1,60 – на 8,5 ц/га (25,2%) та ГТК 1,15 – на 1,5 ц/га (4,6%). Тобто у стресових погодних умовах інокуляція насіння сприяла певній позитивній стабілізації продуктивності культури (табл. 7.28). При цьому доречно звернути увагу на те, що фосфатмобілізуючі мікроорганізми – єдина група, чисельність бактерій якої не зменшується у період посухи [678].

Щодо впливу безпосередньо мінеральних добрив на врожай соломи (табл. 7.28), то ефективність їхньої дії з посиленням посушливих явищ мала затухаючий характер. Так, усереднено по варіантах мінерального живлення, прирости до абсолютного контролю відповідно зниження умов зволоження по роках з 2,21 до 1,15 зменшувалися з 27,4 ц/га (+64,8 %) до 17,8 ц/га (+47,2 %) і 6,7 ц/га або +20,7 %.

Поєднання добрив та інокуляції сприяло підвищенню приросту соломи у напрямі від посушливих умов вегетації до помірно зволених відповідно на: 10,7 ц/га (33,1 %), 19,8 ц/га (52,5 %) та 33,7 ц/га або +79,7 % (усереднено по варіантах НРК на фоні інокуляції).

Якщо порівнювати урожайність насіння за роками, то на фоні погіршення умов зволоження, порівняно з більш сприятливим роком (2006 р.), на контрольному варіанті вона знижувалася на 2,2-2,8 ц/га або на 44-56 % (табл. 7.29). В умовах 2006 р. (ГТК 2,21) ефективність впливу факторів щодо приросту врожаю насіння відносно абсолютного контролю мала наступну спрямованість: інокуляція 1,8 ц/га (+36 %), НРК – 2,4 ц/га (+48 %), поєднання «НРК + інокуляція» – 2,7 ц/га або +54 %. У наступні роки ця послідовність

збереглася. Так, у 2007 році (ГТК 1,60): 0,7 ц/га (+25 %), 2,7 ц/га (+96,4 %) та 3,3 ц/га (117,8 %); у 2008 р. (ГТК 1,15) – 1,9 ц/га (24,3 %), 2,8 ц/га (+35,9 %) та 4,6 ц/га або +59 % (табл. 7.29).

Певне зниження ефективності найбільш високої дози – $N_{100}P_{100}K_{100}$ пояснюється декількома причинами. По-перше, надмірне живлення льону азотом у період його інтенсивного росту може зумовити зниження стійкості рослин до ураження хворобами, пухке розташування елементарних волокон та луб'яних джгутиків, потовщення та розгалуження стебел і вилягання рослин тощо. По-друге, для льону в силу його біологічних особливостей, зазвичай оптимальне співвідношення елементів живлення становить 1:2-3:3-4. Порушення цих умов, особливо внесення високих норм азоту, призводить до зниження врожаю та його якості.

Показники економічної ефективності застосування Поліміксобактерину в технологіях вирощування льону-довгунця наведено в таблиці 7.30. Урожайність прийнята на середньому за три роки рівні за результатами польових дослідів. Розміри витрат на виробництво розраховано за нормативами (Саблук П. Т. та ін., 2008) [70, 71]

Як свідчать наведені дані (табл. 7.30), завдяки застосуванню Поліміксобактерину в усіх фонах мінерального живлення отримано значний приріст урожайності. При цьому збільшення витрат при проведенні даного агрозаходу відбувається меншими темпами, ніж приріст урожайності, в результаті чого спостерігалось зменшення собівартості одиниці продукції.

Під впливом дії зазначених факторів помітно зросли показники прибутку і рентабельності. Отже, застосування Поліміксобактерину сприяє підвищенню ефективності добрив. При цьому застосування помірних доз добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) у комплексі з біопрепаратом є більш ефективним, ніж збільшення дози добрив у 1,7 разу ($N_{100}P_{100}K_{100}$).

Таблиця 7.30 – Економічна ефективність вирощування льону-довгунця за використання біопрепарату Поліміксобактерину на різних фонах мінерального живлення, середнє за три роки

№ з/п	Показники	Варіанти досліду											
		Без добрив			N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀			N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀			N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀		
		контроль	поліміксо-бактерин	відхилення (+), %	контроль	поліміксо-бактерин	відхилення (+), %	контроль	поліміксо-бактерин	відхилення (+), %	контроль	поліміксо-бактерин	відхилення (+), %
1.	Урожайність, ц/га	7,5	8,9	+18,7	9,5	9,5	x	12,1	13,6	+12,4	11,5	12,5	+8,7
		29,2	34,5	+18,1	36,7	36,8	+0,3	46,9	52,6	+12,1	44,5	48,3	+8,5
	насіння	5,2	6,7	+28,8	7,0	8,0	+14,3	8,7	9,7	+11,5	7,8	8,5	+9,0
2.	Середній номер трести	0,75	0,85	+13,3	0,89	0,90	+1,1	0,95	1,0	+5,3	0,95	1,0	+5,3
3.	Ціна трести за 1 ц, грн	30	51	+70,0	54	54	x	57	60	+5,3	57	60	+5,3
4.	Вартість трести, грн/га	876,0	1759,5	+100,1	1981,8	1987,2	+0,3	2673,3	3156,0	+18,1	2536,5	2898,0	+14,2
5.	Ціна насіння за 1 ц, грн	300	300	x	300	300	x	300	300	x	300	300	x
6.	Вартість насіння, грн/га	1560,0	2010,0	+28,8	2100,0	2400,0	+14,3	2610,0	2910,0	+11,5	2340,0	2550,0	+9,0
7.	Вартість продукції, грн/га	2436,0	3769,5	+54,7	4081,8	4387,2	+7,5	5283,3	6066,0	+14,8	4876,5	5448,0	+11,7
8.	Витрати на вирощування – всього, грн/га	2601,2	2621,2	+0,8	3101,2	3121,2	+0,6	4101,2	4121,2	+0,5	5101,2	5121,2	+0,4
9.	Прибуток (+), збиток (-), грн/га	-165,2	+1148,3	x	+980,6	+1266,0	+29,1	+1182,6	+1944,8	+64,4	-224,7	+326,8	x
10.	Рівень рентабельності, %	-6,3	+43,8	x	+31,6	+40,6	x	+28,8	+47,2	x	-4,4	+6,4	x

Отже, передпосівна бактеризація льону біопрепаратом Поліміксобактерином сприяє суттєвим позитивним змінам у рості й розвитку рослин, що активізує зростання урожайності. Крім цього, проведені дослідження свідчать, що для реалізації потенціалу цього агроприйому необхідне забезпечення певних вимог при його застосуванні, а саме – у ґрунті повинен бути присутнім певний поживний фон у межах фізіологічного оптимуму. Оптимальність цих концентрацій у досліджуваних ґрунтово-кліматичних умовах відповідає помірним дозам добрив – $N_{60}P_{60}K_{60}$, що є доцільним як з економічної, так і з екологічної точок зору.

7.9. Ефективність інокуляції льону-довгунця мікробними препаратами залежно від фону мінерального живлення

За останні десятиріччя сучасні біотехнології стали важливою складовою частиною світової економіки і, в тому числі, агропромислового виробництва. За даними експертів Євросоюзу, вже в 2010 році обсяг секторів економіки, де визначальними є біотехнології, досяг приблизно 2 трлн євро. При цьому ринок натуральних волокон становить близько \$40 млрд. Зокрема, у світі лляне волокно імпортують 115 країн, льонову пряжу – 102 країни, льонові тканини – 130 країн. Загалом виробництво натуральних волокон сприяє збереженню довкілля та могло б відігравати ще більш важливу роль за умови впровадження інноваційних аграрних та промислових технологій [727].

Дослідження, пов'язані з пошуком ризосферних, ґрунтових та епіфітних бактерій, здатних утворювати стійкі спільноти з рослинами та чинити при цьому явну рістстимулюючу дію на їхній розвиток, проводяться у багатьох наукових закладах. За останні роки, на основі всебічного вивчення потенційних продуцентів мікробіологічних препаратів азотфіксуючої, фосформобілізуючої та захисної дії, створено ряд біопрепаратів та біоорганічні добрива під різні

сільськогосподарські культури [456, 582, 700, 701, 709, 711, 723, 724, 728, 729].

Мета наших досліджень полягала в агроекологічному обґрунтуванні застосування елементів екологічно безпечної ресурсозберігаючої технології вирощування льону-довгунця в агрокліматичних умовах Лівобережного Полісся (дослід 17, стор. 54-55).

Дослідження проводили на дослідному полі Чернігівського інституту АПВ УААН протягом 2008-2010 рр. згідно із затвердженими методиками. Ґрунт – дерново-середньопідзолистий суглинковий з наступною агрохімічною характеристикою орного шару (0-20 см): вміст гумусу 0,99-1,1 %, рН_{сол.} – 5,5-5,6, Нг – 2,13 мг-екв/100 г ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту – 8,75-9,2, рухомого фосфору – 29,5-31,7, обмінного калію – 10,8-13,9 мг/100 г ґрунту, сума увібраних основ – 3,23 мг-екв/100 г ґрунту.

Попередник – озиме жито. Сорт льону-довгунця – Глінум, норма висіву – 22 млн шт./га схожих насінин. Загальна площа ділянки – 60 м², облікова – 25 м². Повторення – 4-разове. Інокульоване біопрепаратами насіння льону висівалося на різних фонах мінерального живлення: 1 – без добрив N₀P₀K₀ (контроль), 2 – половинна доза N₁₅P₃₀K₄₅, 3 – повна загальнорекомендована доза N₃₀P₆₀K₉₀. Варіанти інокуляції включали: 1 – контроль (без інокуляції), 2 – Поліміксобактерин, 3 – Азобактерин, 4 – БСП, 5 – комплекс усіх 3-х препаратів (біокомплекс).

Поліміксобактерин (ПМБ) – препарат на основі фосфатмобілізуючої бактерії *Paenibacillus polymyxa* KB. Активізує фосфорне живлення, стимулює ріст і розвиток рослин. Рідина коричневого кольору (суспензія бактерій). Використовується для передпосівної бактеризації (в т. ч. завчасно, на насінневих заводах, разом із протруювачами). Екологічно безпечний препарат.

Азобактерин – препарат отримують на основі консорціуму *Azotobacter chroococcum* і *Azotobacter vinelandii*. Препарат має

рістстимулюючий ефект та підсилює активність азотфіксації в кореневій зоні рослин. Виготовляється у рідкій та порошкоподібній формах. Термін зберігання: рідкої форми – до 20 днів, порошкоподібної – 6 місяців. Екологічно безпечний.

БСП (Біополіцид) – створений на основі *Paenibacillus polymyxa* П. Активний проти широкого спектру збудників захворювань рослин. Володіє комплексом агрономічно корисних властивостей, зокрема виявляє високу антагоністичну активність до широкого спектру мікроскопічних патогенних грибів. Можливе використання разом із іншими мікробними препаратами, без зниження їхньої ефективності. Екологічно безпечний. Рідина жовтого кольору (суспензія бактерій) зі специфічним запахом.

Норма застосування препарату – 150 мл на гектарну норму насіння. Застосування – аналогічно Поліміксобактерину.

У порівнянні з відомими аналогічними біопрепаратами БСП перевершує Ризоплан (на основі *Pseudomonas putida*) і не поступається Фітоспорину (препарат на основі *Bacillus subtilis*) за спектром антифунгальної дії. На відміну від Фітоспорину, БСП не виявляє антагонізму до виробничих штамів симбіотичних і асоціативних азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів.

Головна вимога до передпосівної обробки насіння біопрепаратами – забезпечення їхнього рівномірного розподілу по всій масі насіння, а також максимальне скорочення часу від обробки до висівання насіння в ґрунт. Інокуляція проводиться в день посіву або напередодні. Суспензію готують із розрахунку на відповідну масу насіння і без відстоювання перемішують її з останнім.

Технологія вирощування льону в досліді є типовою для Лівобережного Полісся.

Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду 2008 р. засвідчив, що середньодобова температура протягом вегетації льону становила 20,1 °С, тобто була вищою за середній багаторічний

показник на 2,6 °С, тоді як опадів випало 111,3 мм, що менше від середньобагаторічного показника на 58,3 %. Отже, вегетація льону в 2008 році відбувалася в умовах посухи.

Погодні умови 2009 року загалом були не екстремальними, забезпеченість вологою була близькою до оптимальної, а сума ефективних температур підвищеною, але неістотно.

Метеорологічні умови вегетаційного періоду 2010 року характеризувалися як найбільш екстремальні за температурним показником, адже у травні температурний режим повітря перевищував середній багаторічний показник на 4 °С, а у липні-серпні – на 7 °С. Поряд із цим кількість опадів значно варіювала впродовж вегетаційного періоду, а саме: була лише дещо нижчою від середньобагаторічного рівня у квітні-травні, у червні становила 48 % від норми, а у липні, навпаки, опадів випало вже на 25 % вище норми.

Встановлено, що в середньому за роки досліджень повнота сходів рослин льону, їхня збереженість, тобто різниця між кількістю рослин на одиниці площі від початку повних сходів до збирання, динаміка росту рослин протягом вегетації, зальна та технічна довжина стебел, індивідуальна продуктивність рослин (кількість сформованих насінневих коробочок та маса 1000 насінин) суттєво залежали від рівня мінерального живлення та бактеризації насіння біопрепаратами (табл. 7.31).

Найбільшу загальну висоту й технічну довжину мали рослини на варіанті з половинною дозою NPK, відповідно 61,6 та 54,6 см, при показниках на контролі 58,7 та 48,3 см. Тобто, приріст величини даних показників становив 2,9 см або 4,9 % за загальною висотою рослин та 6,3 см або 13 % за їхньою технічною довжиною. На даному варіанті кількість сформованих на одній рослині коробочок та маса 1000 насінин також були найвищими і переважали контроль відповідно на 28 і 5,1 % (табл. 7.31).

Інокуляція насіння льону мікробними препаратами за ступенем

впливу на ріст та розвиток рослин мала певні особливості. Усереднені трирічні дані свідчать, що при використанні бактеризації на фоні добрив, за ступенем впливу на інтенсивність динаміки росту рослин мікробні препарати розташувалися наступним чином. Максимальний приріст рослин у висоту в середньому за фазами розвитку (по відношенню до контролю – без препаратів) був при комплексному використанні всіх трьох препаратів – 12,8 см (37,6 %). У середньому за три роки при однобічному застосуванні Азотобактерину цей показник дорівнював 7,5 см (21,8 %), БСП – 4,7 см (14,5 %), Поліміксобактерину – 3,8 см або 9,6 % (табл. 7.31). За показником густоти сходів на початку вегетації та кількістю рослин на одиниці площі наприкінці її ця послідовність за варіантами збереглася.

Найбільша загальна висота рослин та їхня технічна довжина також були сформовані на варіанті з комплексним застосуванням мікробних препаратів. При цьому величина приросту показника висоти рослин та їхньої технічної довжини відносно контролю (без препаратів) становила відповідно 10,9 см (18,6 %) та 7,9 см (16,3 %). На інших варіантах із бактеризацією коливання показників приросту перебувало в межах від 3,5 до 5,0 см (6-8,5 %) та 1-5,2 см (2,1-10,8 %), при показниках на контролі 58,7 та 48,3 см. Аналогічна спрямованість дії інокуляції відмічалася і стосовно величини показника кількості сформованих на одній рослині насінневих коробочок (табл. 7.31).

Оптимальні умови для формування можливого максимуму кількості коробочок спостерігалися у варіанті з обробкою комплексом препаратів, за якого збільшення становило 116 % порівняно з контролем на обох фонах мінерального живлення (табл. 7.31).

Максимальне збільшення маси 1000 насінин льону – 15,4 % було отримано за передпосівної обробки насіння Поліміксобактерином та вирощування рослин на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$. Такий же результат було отримано внаслідок обробки насіння біокомпозицією препаратів та вирощування рослин на фоні половинної дози – $N_{15}P_{30}K_{45}$ (табл. 7.31).

Таблиця 7.31 – Вплив мінеральних добрив і мікробних препаратів на величину параметрів біометричного стану посіву та морфологічних ознак рослин льону-довгунця, середнє за три роки

№ з/п	Показник		Варіанти мінеральних добрив	Варіанти мікробних препаратів				
				Без препаратів	Поліміксо-бактерин	Азото-бактерин	БСП	Комплекс 3-х препаратів
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Динаміка росту рослин, см	“ялинка”	1. N ₀ P ₀ K ₀	13,3	14,1	16,6	15,0	17,5
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	15,3	17,0	19,5	17,7	24,3
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	15,0	16,8	19,1	17,0	20,8
		швидкий ріст	1. N ₀ P ₀ K ₀	26,6	28,0	33,5	33,1	39,6
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	34,0	36,4	38,4	39,8	45,5
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	30,9	28,8	38,4	37,3	47,7
		бутонізація	1. N ₀ P ₀ K ₀	34,9	41,7	45,3	42,9	59,0
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	42,0	45,9	49,2	45,5	63,1
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	36,0	45,9	49,3	44,5	60,9
1.	Динаміка росту рослин, см	цвітіння	1. N ₀ P ₀ K ₀	57,3	62,1	65,7	61,6	69,6
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	62,0	64,0	67,4	63,9	72,8
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	59,4	64,2	68,2	62,6	72,5
		рання жовта стиглість	1. N ₀ P ₀ K ₀	60,4	65,6	68,9	63,3	70,6
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	63,4	67,4	69,4	65,5	74,4
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	64,1	67,3	70,2	66,3	74,1
2.	Кількість рослин, шт./м ²	після сходів	1. N ₀ P ₀ K ₀	703	748	979	850	1042
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	732	984	1036	920	1232
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	745	949	1059	945	1110
		перед збиранням	1. N ₀ P ₀ K ₀	460	536	620	594	672
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	584	630	663	590	748
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	554	562	654	602	722
		% до вихідної	1. N ₀ P ₀ K ₀	65,4	71,7	63,3	69,9	64,5
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	79,8	64,0	64,0	64,1	60,7
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	74,4	59,2	61,8	63,7	65,0

Продовження табл. 7.31

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.	Висота рослин, см / \pm % до контролю	загальна	1. N ₀ P ₀ K ₀	<u>58,7</u> 100	<u>62,4</u> +6,9	<u>63,7</u> +8,5	<u>62,2</u> +6,6	<u>69,6</u> +18,6
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	<u>61,6</u> +7,9	<u>65,6</u> +11,7	<u>68,7</u> +17,0	<u>65,8</u> +12,1	<u>71,8</u> +22,3
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	<u>61,6</u> +7,9	<u>65,7</u> +11,9	<u>69,1</u> +17,7	<u>67,2</u> +14,5	<u>72,0</u> +22,6
		технічна	1. N ₀ P ₀ K ₀	<u>48,3</u> 100	<u>51,2</u> +6,0	<u>53,5</u> +10,8	<u>49,3</u> +2,1	<u>56,2</u> +16,3
			2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	<u>54,6</u> +13,0	<u>54,5</u> +12,8	<u>55,8</u> +15,5	<u>52,3</u> +8,3	<u>58,2</u> +20,5
			3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	<u>52,5</u> +8,7	<u>54,6</u> +13,0	<u>55,8</u> +15,5	<u>53,5</u> +10,8	<u>58,2</u> +20,5
4.	Кількість коробочок на 1-й рослині, шт. / \pm % до контролю	1. N ₀ P ₀ K ₀	<u>2,5</u> 100	<u>3,1</u> +24,0	<u>4,3</u> +72,0	<u>3,6</u> +44,0	<u>4,6</u> +84,0	
		2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	<u>3,2</u> +28,0	<u>4,1</u> +64,0	<u>4,5</u> +82,0	<u>3,9</u> +56,0	<u>5,4</u> +116,0	
		3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	<u>3,1</u> +24,0	<u>4,0</u> +60,0	<u>4,8</u> +92,0	<u>3,9</u> +56,0	<u>5,4</u> +116,0	
5.	Маса 1000 насінин, г / \pm % до контролю	1. N ₀ P ₀ K ₀	<u>3,9</u> 100	<u>4,0</u> +2,6	<u>4,0</u> +2,6	<u>3,8</u> -2,6	<u>4,0</u> +2,6	
		2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	<u>4,1</u> +5,1	<u>4,3</u> +10,2	<u>4,3</u> +10,2	<u>4,2</u> +7,7	<u>4,5</u> +15,4	
		3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	<u>4,0</u> +2,6	<u>4,5</u> +15,4	<u>4,4</u> +12,8	<u>4,1</u> +5,1	<u>4,3</u> +10,2	

Отримані вище ефекти впливу на біометричні показники рослин відбилися на врожайності льону довгунця. Так, найвищий приріст урожайності соломи – 1,21 т/га (68,4 %) та насіння – 0,464 т/га (135,3 %) в середньому за три роки було одержано на варіанті з унесенням мінеральних добрив у дозі N₃₀P₆₀K₉₀ на фоні із застосуванням інокуляції насіння комплексом з 3-х мікробних препаратів (Поліміксобактерин + Азотобактерин + БСП). При цьому урожайність на абсолютному контролі була відповідно 1,77 та 0,343 т/га. Застосування на фоні комплексної бактеризації насіння половинної дози мінеральних добрив – N₁₅P₃₀K₄₅ сприяло отриманню дещо меншого приросту врожайності (порівняно з абсолютним контролем):

по соломі – 1,15 т/га (65 %), насінню – 0,404 т/га (117,8 %). Тобто зменшення дози мінеральних добрив у 2 рази викликало лише незначну тенденцію до зниження врожайності (порівняно з повною дозою добрив) по соломі та насінню в середньому на 0,06 т/га (2 і 7 %). У даному випадку найменша істотна різниця за впливом будь-якого фактору, як окремо, так і в цілому, не виходила за межі похибки досліду (табл. 7.32, 7.33).

Аналіз рівня прибавок урожайності від застосованих засобів удобрення засвідчив, що їхня дія значно залежала від погодних умов року. Сприятливим для бактеризації виявився помірний за гідротермічним режимом 2009 рік. Так, саме тоді обробка насіння до сівби Поліміксобактерином найбільше підвищувала врожайність соломи за вирощування льону на фоні половинної дози – $N_{15}P_{30}K_{45}$.

Азотобактерин діяв стабільно і фактично незалежно від рівня удобрення культури, але обробка комплексом препаратів забезпечила найбільші прибавки врожайності соломи льону на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$. У два екстремальні за погодними умовами роки ефективність усіх варіантів бактеризації була значно нижчою, особливо у 2010 році, що характеризувався значним перевищенням середньорічного рівня температури повітря, а саме – на 4-7 °С впродовж усього вегетаційного періоду.

Отже, на ефективність бактеризації задля прибавки врожайності льоносоломи суттєво вплинули і посуха 2008 року, і температурний стрес 2010-го. Тоді як ефективність мінерального добрива була менш залежною від температурного стресу 2010 року, ніж від посухи 2008-го.

Результати впливу погодних умов року на ефективність бактеризації задля прибавки врожайності насіння льону були навіть більшими, ніж соломи. Всі біопрепарати, застосовані як окремо, так і в комплексі, значно підвищували врожайність насіння в посушливий 2008 р., в інші роки їхня ефективність була в 2-5 разів нижчою.

Таблиця 7.32 – Вплив мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів на врожайність соломки льону-довгулиця, середнє за три роки

№ з/п	Варіанти мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти мікробіологічних препаратів (фактор В)													
		Без інюкуляції – контроль		Поліміксо-бактерин		Азотобактерин		БСП		Комплекс 3-х препаратів					
		т/га	приріст ±	т/га	приріст ±	т/га	приріст ±	т/га	приріст ±	т/га	приріст ±				
1	N ₀ P ₀ K ₀ контроль (фон1)	1,77	-	1,99	+0,22	112,4	2,23	+0,46	126,0	1,94	+0,17	109,6	2,23	+0,46	126,0
2	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ (фон 2)	2,12	+0,35	2,39	+0,62	135,0	2,57	+0,80	145,2	2,25	+0,48	127,1	2,92	+1,15	165,0
3	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 2)	2,49	+0,72	2,71	+0,94	153,1	2,85	+1,08	161,0	2,56	+0,79	144,6	2,98	+1,21	168,4

НІР₀₅, т/га
 для будь-яких середніх
 для мінеральних добрив (фактор А)
 для інюкуляції (фактор В)
 для їхньої взаємодії (АВ)
 Р, %

0,471
 0,211
 0,272
 0,211
 6,8

Таблиця 7.33 – Вплив мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів на врожайність насіння льону-довгулиця, середнє за три роки

№ з/п	Варіанти мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти мікробіологічних препаратів (фактор В)														
		Без інюкуляції – контроль			Поліміксо-бактерин			Азотобактерин			БСП			Комплекс 3-х препаратів		
		т/га	приріст ±	%	т/га	приріст ±	%	т/га	приріст ±	%	т/га	приріст ±	%	т/га	приріст ±	%
1	N ₀ P ₀ K ₀ контроль (фон1)	0,343	-	-	0,417	+0,074	121,6	0,493	+0,150	143,7	0,403	+0,06	117,5	0,550	+0,207	160,3
2	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ (фон 2)	0,487	+0,144	142,0	0,590	+0,247	172,0	0,690	+0,347	201,2	0,567	+0,224	165,3	0,747	+0,404	217,8
3	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ (фон 2)	0,538	+0,240	170,0	0,643	+0,300	187,5	0,723	+0,380	210,8	0,607	+0,264	177,0	0,807	+0,464	235,3

НІР₀₅, т/га
 для будь-яких середніх
 для мінеральних добрив (фактор А)
 для інюкуляції (фактор В)
 для їхньої взаємодії (АВ)

Р, %
 0,28
 0,066
 0,085
 0,066
 0,89

За впливом на врожайність насіння найсприятливішим для дії мінеральних добрив виявився посушливий 2008 рік. Можна припустити, що такому ефекту сприяв низький рівень промивного режиму ґрунту за відсутності опадів, при якому рослини встигають засвоїти внесені поживні речовини ще до дії стресу від нестачі вологи.

Ефективність мінеральних добрив у екстремальній за температурним режимом 2010 рік була найнижчою. Це дозволяє зробити висновок, що найвпливовішим негативним екологічним чинником щодо ефективності дії мінерального удобрення на врожайність насіння льону-довгунця при формуванні продуктивних органів є високі температури.

Таким чином, аналіз погодних умов та врожайності культури засвідчив, що найвпливовішим фактором дії на ефективність як бактеризації, так і удобрення рослин, є висока температура повітря у вегетаційний період, що спричиняє зниження врожайності льону-довгунця. Посуха менше вплинула на ефективність досліджених агроприймів, особливо за прибавками врожайності насіння.

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що екологічно оптимальним є внесення мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ на фоні застосування полікомпонентних бактеріальних композицій. Це дає змогу істотно підвищити врожайність льонопродукції екологічно безпечними засобами разом зі зниженням хімічного навантаження на екосистему. За врожайними показниками найбільший ефект при внесенні половинної дози $N_{15}P_{30}K_{45}$ отримано за умов застосування інокуляції насіння льону-довгунця комплексом 3-х мікробних препаратів [730-733].

7.10. Обґрунтування продукційного процесу льону-довгунця залежно від мікробного препарату Поліміксобактерину та стимуляторів росту рослин

Місце, умови та методика проведення досліджень викладені в підрозділі 7.9.

Дослід 18 (стор. 55). Вивчення ефективності комплексного застосування бактеризації та рістрегуляторів при вирощуванні льону-довгунця (2-х факторний 2 х 3) (2008-2010 рр.)

Схема досліджу:

Фактор А – Інокуляція

1. Фон 1 – без бактеризації (контроль 1).
2. Фон 2 – бактеризація Поліміксобактерином.

Фактор В – Рістрегулятори*

1. Без РРР (контроль 2).
2. Біолан.
3. Агростимулін.

* Стимулятори застосовуються шляхом обприскування посівів робочим розчином: води – 200 л/га; Біолан – 15 мл/га; Агростимулін – 15 мл/га.

Біолан (Агроемістим екстра, ТУ У 24.2-31168762-001-2005). Регулятор широкого спектру дії, продукт біологічного походження. Він характеризується підвищеним вмістом аналогів фітогормонів, біогенних мікроелементів, поліненасичених жирних кислот, відповідальних за вироблення фітонцидів і фітоалексинів. Препарат дозволений для обробки насіння і обприскування рослин. Норма витрати – 15 мл на 1 га посіву. Механізм дії – сприяє прискореному поділу клітин, розвитку кореневої системи, збільшенню листової поверхні та вмісту хлорофілу, знижує фітотоксичну дію пестицидів, має антимутагенний ефект, поліпшує якість вирощеної продукції. Препарат за ГОСТ 12.1.007-76 належить до малотоксичних речовин.

Агростимулін (ТУ У 88.264.037-97). В.с.р., комплекс регуляторів росту природного походження і синтетичних аналогів фітогормонів. Підвищує врожай, покращує якість продукції, збільшує стійкість рослин до вилягання, хвороб, стресових факторів.

Враховуючи, що поєднання в одному технологічному процесі мікробних препаратів, стимуляторів росту рослин, мікроелементів тощо небажане, бо результати такого поєднання непередбачувані, оскільки надмірна кількість фізіологічно активних речовин може

привести до гербіцидного ефекту. Тому використання регуляторів росту є цілком доцільним на завчасно бактеризованих рослинах, що вегетують. По-перше, в цьому випадку, крім розбавлення сумарної концентрації стимулюючих речовин у часі, їхня дія буде спрямована на активізацію діяльності рослинно-бактеріального симбіозу або асоціації, які сформовані за участю активних штамів. По-друге, стимулюючий ефект при цьому подовжується за рахунок рістстимуляторів і припадає саме на час активного росту і розвитку рослин, що повинно сприяти росту продуктивності культури, а також протистояти стресовим погодним факторам.

Застосування біологічних засобів під час вирощування льону-довгунця позитивно вплинуло на ріст і розвиток окремих органів та рослинного організму загалом. Як свідчать отримані дані, в середньому за три роки проведення досліджень польова схожість залежно і від передпосівної інокуляції насіння, і від стимуляторів росту рослин варіювала в межах 44,4-67,6 % , або в середньому дорівнювала 56,2 %. При цьому, на неінокульованому фоні вона складала в середньому 49,8 %, при бактеризації насіння – 62,6 %, тобто приріст величини даного показників дорівнював 12,8 % (табл. 7.34).

За трирічними даними загальний приріст середньої висоти рослин льону в період ««ялинка» – рання жовта стиглість» становив відносно контролю (без бактеризації та рістрегуляторів): на варіанті з Поліміксобактерином (ПМБ) – 3,1 см (+7,3 %), з РРР Біолан – 4,4 см (+10,3 %), з РРР Агростимулін – 2,5 см (+5,9 %). Якщо брати усереднено, то динаміка приросту рослин на варіантах з РРР по фоні без інокуляції насіння перевищувала дію бактеризації лише на 0,4 см (+0,8 %). При поєднанні інокуляції з рістрегуляторами параметри динаміки лінійного росту рослин відносно контролю зростали таким чином: ПМБ + Біолан – 4,1 см (+8,7 %), ПМБ + Агростимулін – 3,3 см або + 7,3 % (табл. 7.34).

За різних погодних умов у роки проведення досліджень швидкість росту рослин льону-довгунця помітно змінювалась залежно від рівня зволоженості в періоди найактивнішого розвитку –

«ялинка» – цвітіння». Результати проведених досліджень засвідчили, що з підвищенням рівня зволоженості саме у цей період величина приросту рослин теж зростала.

Таблиця 7.34 – Вплив бактеризації насіння Поліміксобактерином та рістрегуляторів на величину параметрів біометричного стану посіву і морфологічні ознаки рослин льону-довгуця сорту Глілум, середнє за три роки

№ з/п	Показники		Варіанти бактеризації	Варіанти PPP		
				Без PPP контроль	Біолан	Агростимулін
1.	Динаміка росту рослин, см	«ялинка»	без бактеризації	11,7	13,4	12,6
			ПМБ*	13,9	15,4	14,7
		швидкий ріст	без бактеризації	28,1	31,5	29,9
			ПМБ	33,2	37,3	34,6
		бутонізація	без бактеризації	45,4	51,5	48,5
			ПМБ	49,4	57,0	52,2
		цвітіння	без бактеризації	62,3	66,3	64,8
			ПМБ	64,3	71,4	68,0
рання жовта стиглість	без бактеризації	66,8	73,9	71,4		
	ПМБ	69,3	76,2	74,3		
2.	Кількість рослин, шт./м ²	після сходів	без бактеризації	978	1169	1144
			ПМБ	1276	1487	1371
		перед збиранням	без бактеризації	774	956	849
			ПМБ	1007	1214	1058
		% від вихідної	без бактеризації	79,1	81,8	74,2
ПМБ	78,9	81,6	77,2			
3.	Висота рослин, см/ ± % до контролю	загальна	без бактеризації	60,4/ –	65,5/+8,4	63,0/+4,3
			ПМБ	63,1/+4,5	68,0/+12,6	64,1/+6,1
		технічна	без бактеризації	50,1/ –	54,1/+8,0	52,6/+5,0
			ПМБ	53,7/+7,2	56,3/+12,4	54,8/+9,4
4.	Кількість сформованих коробочок на 1-й рослині, шт. / % до контролю	без бактеризації	3,2/100	4,1/128	3,6/112	
		ПМБ	3,6/112	5,1/159	4,8/150	
5.	Маса 1000 насінин, г / % до контролю	без бактеризації	3,8/100	4,3/113	4,2/110	
		ПМБ	4,2/110	4,5/118	4,4/116	

*ПМБ – Поліміксобактерин.

Щодо збереженості рослин льону-довгунця протягом вегетації, то в середньому за три роки показник щільності стеблостою змінювався наступним чином. На контрольному варіанті (без ПМБ та PPP) на період збирання кількість рослин (у порівнянні з вихідною на цих же варіантах у період повних сходів) зменшувався на 204 шт./м² (-20,9 %), на варіантах з Біоланом – на 213 шт./м² (-18,2 %), з Агростимуліном – на 295 шт./м² (-25,8 %). На варіанті з інокуляцією насіння ПМБ без PPP це зменшення становило 269 шт./м² (-21,1 %). При поєднанні інокуляції ПМБ + Біолан відповідно 273 шт./м² (-18,4 %), а ПМБ + Агростимулін – 313 шт./м² (-22,8 %). Якщо порівняти ці варіанти з абсолютним контролем (без ПМБ та PPP), то наприкінці вегетації щільність стеблостою на варіанті з інокуляцією ПМБ була вищою на 3 %, а на варіантах «ПМБ + Біолан» та «ПМБ + Агростимулін» відповідно на 24,1 та 8,2 % (табл. 7.34).

Загальна та технічна висота рослин льону-довгунця в середньому за три роки зростала відповідно при застосуванні інокуляції ПМБ на 4,5 та 7,2 %, Біолану – на 8,4 % та 8 %, Агростимуліну – на 4,3 % та 5 %. Поєднання препаратів «ПМБ + Біолан» збільшувало ці показники на 12,6 та 12,4 %, а «ПМБ + Агростимулін» – відповідно на 6,1 та 9,4 % (табл. 7.34).

У середньому за трирічними даними встановлено, що найменша кількість коробочок на рослині та маса 1000 насінин формувалася в посівах на контролі без інокуляції та стимуляторів росту рослин – 3,2 коробочки і 3,8 г відповідно. Однобічне застосування лише інокуляції підвищувало величини цих показників відповідно на 12 та 10 %, Біолану – на 28 і 13 %, Агростимуліну – на 12 і 10 %. За поєданого застосування «ПМБ + Біолан» – на 59 і 18 %, «ПМБ + Агростимулін» – на 50 і 16 % (табл. 7.34).

Отже, поєднання передпосівної інокуляції насіння Поліміксобактерином з обробкою насіння під час їхньої вегетації стимуляторами росту, особливо Біоланом, є ефективним способом покращення біометричних показників льону-довгунця.

Застосування всіх досліджуваних засобів сприяло отриманню приросту врожайності соломи та насіння. Але найвищий приріст соломи – 0,71 т/га (+35,7 %) та насіння – 0,29 т/га (+61,7 %) забезпечувало обприскування Біоланом на фоні бактеризації насіння Поліміксобактерином. Меншу ефективність дії на врожайність льонопродукції мало окреме застосування досліджуваних агрозаходів (табл. 7.35).

Таблиця 7.35 – Урожайність льону-довгунця залежно від інокуляції насіння Поліміксобактерином (ПМБ) та позакореневого внесення стимуляторів росту рослин, середнє за три роки

№ з/п	Варіант	Урожайність					
		Соломи			Насіння		
		т/га	+/- до контролю	%	т/га	+/- до контролю	%
1	Без інокуляції та стимуляторів росту (контроль)	1,99	–	100	0,47	–	100
2	Обприскування Біланом у фазі “ялинки”	2,34	+0,35	117,6	0,67	+0,20	142,5
3	Обприскування Агростимуліном у фазі “ялинки”	2,12	+0,13	106,5	0,58	+0,11	123,4
4	Інокуляція насіння ПМБ	2,20	+0,21	110,5	0,56	+0,09	119,1
5	ПМБ (інокуляція) + Біолан	2,70	+0,71	135,7	0,76	+0,29	161,7
6	ПМБ (інокуляція) + Агростимулін	2,47	+0,48	124,1	0,69	+0,22	146,8

НІР05, т/га оцінювання істотної

різниці, середнє за фактором:

	солома	насіння
мікробіологічний препарат	0,393	0,066
регулятор росту рослин	0,482	0,080
їхня взаємодія	0,393	0,066

В умовах екстремально спекотної погоди впродовж вегетації за від’ємного балансу опадів навесні, що було відмічено у 2010 р., спостерігався негативний вплив на врожайність льону у всіх варіантах дослідіу із застосуванням стимуляторів росту рослин.

Таким чином, результатами польового дослідження встановлено, що за використання лише біопрепарату Поліміксобактерину потенціал продуктивності льону-довгунця повністю не реалізується. Під час поєднання у технології вирощування льону бактеризації насіння Поліміксобактерином та позакореневого застосування у фазі “ялинки” стимулятора росту рослин Біолану досягається найвища врожайність, що свідчить про оптимальність їхньої взаємодії на продукційний процес культури, навіть за несприятливих погодних умов вегетаційного періоду.

У цілому аналіз біоенергетичної та економічної ефективності вирощування льону-довгунця за використання біопрепаратів, мінеральних добрив та стимуляторів росту рослин свідчить, що енергетичні коефіцієнти вирощування льону-довгунця були вищими у варіантах за поєднаного застосування добрив та комплексу біопрепаратів – 1,50-1,52 % або 76,5-78,8 % до контролю. Найбільш енергетично доцільним виявився агрозахід, що включає поєднане застосування половинної дози мінеральних добрив ($N_{15}P_{30}K_{45}$) та комплексу із трьох мікробних препаратів. Це обумовлено найвищим рівнем величини енергетичного коефіцієнта – 1,52.

Комбіноване застосування мікробного препарату Поліміксобактерину для передпосівної бактеризації насіння з наступним позакореневим внесенням у фазі “ялинки” Біолану забезпечило найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, що становив 1,49, або 44,7 % до контролю.

У розрізі окремих показників економічної доцільності комплексного застосування бактеризації та стимуляторів росту рослин найвищим є варіант «Поліміксобактерин + Біолан». Завдяки росту врожайності льонопродукції, а саме – підвищенню номерності довгого волокна на 2,7 одиниці, зростала і загальна вартість урожайності з одиниці площі у вказаному варіанті порівняно з контролем на 3790 грн (79 %), в інших варіантах – 1229-2695 грн (16,6-45,6 %). Але зростали також і виробничі витрати на вирощування культури на 70-454 грн/га або 1,6-11,3 %. За поєднання

із відповідним до підвищення врожайності та якості зростанням вартості продукції з 1 га вказані чинники забезпечили збільшення прибутку порівняно з контролем на 3336 грн/га (511 %), порівняно з іншими варіантами – на 1159-2353 грн/га (138,8-231 %).

Так, рівень рентабельності виробництва піднявся від 20,3 % на контролі до 93 %, тобто на 72,7 відсоткового пункту. Загалом отримано 7,3 грн додаткового прибутку на кожну гривню додаткових витрат, пов'язаних із комплексним застосуванням бактеризації та Біолану, що свідчить про високу окупність цього агрозаходу [730-735, 737].

7.11. Технологічні основи ефективного та екологічно збалансованого комплексного використання агрохімікатів і біопрепаратів на льоні-довгунці

Дедалі актуальнішою постає проблема ефективного і раціонального застосування добрив, оптимізації режимів живлення рослин льону за рахунок саме використання сучасних біологічних препаратів, що є одним із пріоритетних заходів, які здатні забезпечити гарантоване й конкурентоспроможне виробництво льонопродукції. Проте на сьогодні проблема необхідного та доцільного комплексного застосування добрив і біологічних препаратів у технологіях вирощування цієї культури не вирішена.

Окрім цього, реалії сучасного агровиробництва свідчать, що при заорюванні пожнивних решток, соломи та сидератів виникають дві проблеми: перша – це недостатньо швидке розкладання рослинних решток, друга – накопичення хвороботворних мікроорганізмів. При цьому потрібно чітко розуміти, що процес розкладання пожнивних решток залежить саме від мікроорганізмів. При низькій чисельності специфічної мікрофлори цей процес подовжується у часі, накопичуються лігнін та феноли, які гальмують ріст і розвиток рослин. Уповільнюється мінералізація органічних речовин, а фітопатогени, що збереглися на рослинних рештках, викликають хвороби вже на насінні та сходах. Таким чином, у всіх ланках

процесу гуміфікації активно і паралельно з кліматичними та фізико-хімічними факторами беруть участь різні групи мікроорганізмів.

Дослідженнями доведено, що завдяки систематичному використанню біодеструкторів стерні, завдяки бактеріям, які входять до їхнього складу, в ґрунті зменшується кількість патогенної мікрофлори, підвищуються ферментативна активність, поживна цінність, покращуються фізичні властивості ґрунту [711]. У зв'язку з цим в останні роки активно розробляються альтернативні методи утилізації поживних решток, які передбачають більш повне їхнє включення у біологічний колообіг.

Мета нашого дослідження – розробка прийомів технології застосування мікробних препаратів і рістстимулюючих речовин при вирощуванні льону-довгунця шляхом завчасної обробки насіння і вегетуючих рослин біокомплексами та їхнє застосування на різних фонах мінерального живлення (**дослід 19, стор. 55-60**). Також – вивчення впливу біотичних (інокуляція) та абіотичних (PPP та добрива) факторів впливу на стан і параметри посівів льону-довгунця, продуктивність його рослин та врожайність у цілому [736].

Зміна фізіологічної реакції рослини на умови експерименту й фонові екологічні фактори ставить питання про необхідність контролю за тим, наскільки комфортні або несприятливі умови вирощування.

Агrometeorологічні умови за період досліджень 2011-2013 рр. були контрастними й відрізнялись від середньобагаторічних показників. Так, за вологозабезпеченістю 2011 рік був на рівні середньобагаторічної норми – 100,5 %, 2012р. – 95,4 %, 2013р. – 78,9 %. Слід відзначити, що початок вегетації (травень) у всі роки досліджень характеризувався недостатньою кількістю опадів та підвищеним температурним режимом повітря. У 2011 р. у даний період температура повітря була вищою за норму на 2,7 °C (+19,3 %), а кількість опадів становила від норми лише 14,8 %; у 2012 р. ці показники були відповідно +5,7 °C або +40,7 % та 46,8 %, а у 2013 р. – на +5,5 °C (+39,3 %) та 39,4% від норми (табл. 7.36).

**Таблиця 7.36 – Характеристика гідротермічних умов
вегетаційного періоду льону-довгуниця**

Місяці	Середньодобова температура повітря, t °C				Опади, мм			
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	Середньо-багаторічне	2011 р.	2012 р.	2013 р.	Середньо-багаторічне
Травень	16,7	19,7	19,5	14,0	7,4	23,4	19,7	50
Червень	22,0	21,6	21,7	17,0	57,3	84,7	68,8	63
Липень	23,3	24,2	20,3	19,0	124,0	52,7	68,5	70
Серпень	19,4	20,4	20,5	19,0	52,5	68,2	32,3	57
Всього	20,4	21,5	20,5	17,3	241,2	229,0	189,3	240

Щодо температурного режиму повітря протягом вегетації культури, то цей показник був вищим за норму: у 2011 р. – на 3,1 °C (+18 %), у 2012 р. – на 4,2 °C (+24,5 %), у 2013 р. – на 3,2 °C (+18,8 %). При цьому сума ефективних температур становила в середньому 1314,3 °C або +423,7 °C до норми (47,6 %) з коливаннями по роках від 1262,7 до 1399,3 °C (+41,85-57,1 %). В середньому за три роки величина показника ГТК становила 62,2 % від норми з коливаннями по роках від 55 до 71 % (табл. 7.36).

Наступні гідротермічні параметри негативно позначилися на сходах та початковому етапі росту рослин льону. Слід звернути увагу на те, що по роках досліджень протягом вегетації мали місце значні бездощові періоди із випаданням великої кількості опадів за один раз (табл. 7.37). При цьому необхідно звертати увагу на наступні біологічні особливості культури – ґрунтову посуху, яка виникає відразу після сходів, льон витримує протягом 16 днів, а у фазу “ялинки” – протягом 6 днів. У періоди бутонізації та цвітіння навіть дводенна посуха викликає відмирання верхівок рослин і може призвести до їхньої загибелі. Менш безпечна посуха позначається і в

пізніші фази розвитку. У період молочної стиглості льон відносно стійкий до чотириденної посухи, а в період зеленої стиглості – шестиденної. Посуха у цей період негативно позначається головним чином на врожаї насіння та мало – на довжині стебла й утворенні волокна [45].

Таблиця 7.37 – Динаміка проходження фаз росту та розвитку рослин льону-довгуця

№ з/п	Фази росту та розвитку	2011 р.		2012 р.		2013 р.	
		Дата	Тривалість, днів	Дата	Тривалість, днів	Дата	Тривалість, днів
1	Посів	30.04	–	15.05	–	08.05	–
2	Початок сходів	07.05	7	24.05	9	14.05	6
3	Повні сходи	09.05	2	26.05	2	20.05	6
4	“Ялинка”	23.05	14	06.06	11	04.06	15
5	Період швидкого росту	04.06	12	18.06	12	12.06	8
6	Бутонізація	10.06	6	24.06	6	18.06	6
7	Цвітіння	15.06	5	01.07	7	24.06	6
8	Зелена стиглість	02.07	17	16.07	15	10.07	16
9	Рання жовта стиглість	12.07	10	28.07	12	19.07	9
10	Жовта стиглість (збирання)	05.08	24	20.08	23	10.08	22
Всього за період «посів – збирання»		30.04 – 05.08	97	15.05 – 20.08	97	08.05 – 10.08	94

Параметри, за змінами яких передбачався контроль стану рослин льону, були показниками біометрії посіву та структури врожаю. Ці показники найбільш підходять для виявлення відповіді рослин на специфічні коливання фонових екологічних умов і в кінцевому

результаті значною мірою визначають продуктивність культури і агроценозу в цілому.

Дослідження показали, що окремі показники біометрії посіву та елементи морфологічних ознак рослин істотно змінювалися залежно від біопрепаратів, РРР та добрив. Аналіз даних таблиці 7.38 свідчить, що внесення мінеральних добрив позитивно вплинуло на польову схожість насіння льону. Вона в контрольному варіанті становила в середньому за три роки 58,9 %, під впливом внесення половинної дози добрив ($N_{15}P_{30}K_{45}$) збільшилась усереднено по варіантах 1 та 2 (без інокуляції) на 6,8 %, повної дози ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – на 6,4 %. На нашу думку, деяке зменшення на більш високому агрофоні пов'язано з тим, що внесення весною підвищених норм NPK на легких за механічним складом ґрунтах, веде до зростання концентрації ґрунтового розчину, а це окремих випадках, особливо в посушливі роки, викликає негативну реакцію проростаючого насіння льону. Найімовірніше, молоді рослини зазнають ударного навантаження. Окрім цього, інтенсифікація агроценозу внесенням азотних добрив підвищує залежність росту та розвитку рослин від вологозабезпечення (А. Н. Павлов, 1982) [738].

Ця тенденція зберігалася і на фоні застосування біодеструктора стерні. Так, при внесенні половинної дози добрив усереднений показник схожості насіння по варіантах без інокуляції підвищувався відносно абсолютного контролю на 10,7 % (з коливаннями від 7,2 % до 14,2 %) та повної дози – на 9,1 % (6,9-11,4 %). Як бачимо, на фоні використання біодеструктора стерні схожість насіння льону була вищою, ніж без нього (табл. 7.38). Вочевидь, біодеструктор не тільки прискорює розкладання рослинних решток, не знищуючи цінну органіку та покращуючи родючість ґрунту, але й стимулює підвищення схожості насіння, сприяючи збільшенню утримання ґрунтом продуктивної вологи завдяки певному покращенню структурного стану ґрунту. Стосовно дії кожного окремого біопрепарату та впливу в комплексі з добривами на схожість насіння льону отримано наступні результати (табл. 7.38).

Таблиця 7.38 – Вплив мінеральних добрив та біопрепаратів на біометричні показники посіву льону-довгунця, середнє за три роки

Показники	Фактор Б – Варіанти обробки біопрепаратами									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Фактор А – Мінеральні добрива та біодеструктор	Без біопрепаратів (контроль)	Біоган + Ліпосам (позакоренево)	Азотофит + Ліпосам (інокультія)	Азотофит + Ліпосам (інокультія) + Біоган (позакоренево)	Фітоцид + Ліпосам (інокультія)	Азотофит + Ліпосам (інокультія) + Біоган (позакоренево)	Азотофит + Фітоцид + Ліпосам (інокультія)	Азотофит + Фітоцид + Ліпосам (інокультія) + Біоган (позакоренево)	Азотофит + Фітоцид + Ліпосам (інокультія) + Біоган + Нью-Фігм-17 (позакоренево)	
	Без добрив та біодеструктора (контроль)	59,0	59,5	60,3	60,9	60,8	63,1	62,9	63,9	
Повнота сходів, %	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	65,8	67,1	67,9	67,3	66,1	68,0	67,8	67,9	
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	63,8	66,9	65,2	65,5	65,4	66,5	64,6	72,1	
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	66,1	73,1	72,8	75,8	75,2	74,2	77,0	69,5	76,5
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	65,8	70,3	71,6	69,2	72,1	72,5	68,6	69,3	72,5
Загинуло рослин за вегетацію, %	Без добрив та біодеструктора (контроль)	16,8	16,6	17,0	12,2	13,9	9,9	11,7	11,0	18,2
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	13,6	13,1	13,3	13,7	12,7	13,0	13,4	13,5	13,4
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	11,2	14,8	11,5	10,8	10,6	11,9	13,4	8,5	13,5
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	13,4	20,1	15,9	18,9	20,2	19,2	18,4	7,4	15,4
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	13,2	18,1	12,5	12,8	14,4	14,4	9,8	10,0	12,5	

Відомо, що взаємодія рослини і азотобактера полягає в одночасному впливі як азотфіксації, так і рістстимуляції [583]. Інокуляція насіння льону біоактиватором Азотофітом-р, що містить клітини природної азотфіксуючої бактерії *Azotobacter chroococcum* (загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцента від $1 \cdot 10^9$ до $1 \cdot 10^{10}$ КУО/см³), у поєднанні з Липосамом – носієм-прилипачем (варіанти 3, 4), який за рахунок виключно липкогенних властивостей біополімерів закріплює на поверхні насіння біоагент, на фоні без внесення добрив у середньому за три роки незначно підвищувала схожість насіння – на 0,6-1,4 % (табл. 7.38).

Така невисока ефективність дії, на наш погляд, може пояснюватися декількома причинами. По-перше, мікроорганізми роду *Azotobacter* потребують підвищеної вологості й, відповідно, більш вологого ґрунту, ніж інші мікроорганізми. А як зазначалося раніше, умови вегетаційного періоду за роками проведення досліджень були посушливими. По-друге, відомо, що на частку однієї рослини чи групи певних мікроорганізмів припадає обмежений обсяг повітря і ґрунту. Цей обсяг разом із ресурсами біотичних та абіотичних факторів життя, що припадають на частку кожної особини, являють собою їхню “екологічну нішу”. При цьому за певних обставин кожний організм намагається розширити власну нішу за рахунок “сусідів”, що є конкуренцією. Зрозуміло, різні організми мають неоднакову здатність захоплювати певний життєвий простір, тобто різняться за своєю конкурентоздатністю. Тому розміри екологічної ніші зменшуються за збільшення кількості організмів на одиницю площі або при зниженні запасів екологічних факторів. І тут важливу роль відіграють прояви протистояння (антагонізму) чи співпраці (синергізму).

Встановлено, що азотобактер стимулює розвиток інтродукованих штамів і спонтанної фосфатмобілізуючої мікрофлори. Синергізм проявляється на добре удобрених органічними та мінеральними речовинами ґрунтах, а на бідних без внесення мінеральних азотних добрив – повністю відсутній. Це явище пояснюється виникненням

між мікроорганізмами конкуренції за джерела живлення і навіть їхнім антагонізмом [728].

Поєднання інокуляції Азотофітом з агрофоном $N_{15}P_{30}K_{45}$ сприяло підвищенню схожості насіння порівняно з абсолютним контролем – 58,9 % на 8,2 та 9 відсоткових пунктів, тобто до 67,1 і 67,9 %. На підвищеному в два рази агрофоні ($N_{30}P_{60}K_{90}$) величина показника схожості насіння зростала лише на 6,3-6,6 в.п. Раніше проведеними дослідженнями було встановлено, що для підтримки конструктивного метаболізму на бактеризованому фоні потрібна більша кількість азоту. Частково потреба в азоті задовольняється шляхом активізації процесу асоціативної азотфіксації. Оскільки ж рослини, що інтенсивно розвиваються, не в змозі задовольнити свої потреби за допомогою тільки бактеризації, зростають і їхні потреби в азоті мінеральному. Отже, для підтримки високої активності асоціативної азотфіксації в ґрунті постійно має перебувати зв'язаний азот у межах фізіологічного для рослин оптимуму. Даний оптимум азоту залежить від виду рослин, фази їхнього онтогенезу, типу ґрунту тощо, тобто від конкретних умов. При цьому, як зазначалося вище, при інокуляції фізіологічний оптимум азоту для рослин є значно вищим, ніж за тих самих умов для небактеризованих рослин. Однак підвищувати дози добрив можна тільки до відповідних оптимальних показників [583].

В умовах нашого експерименту на ранніх етапах органогенезу рослин льону фізіологічно оптимальною виявилася доза N_{15} на фоні $P_{30}K_{45}$. Підвищення дози мінерального азоту в два рази – до N_{30} із відповідним зростанням фону РК, напевне, мало (особливо в посушливих умовах) інгібуючий вплив на активність і розвиток діазотрофів. При цьому механізм стимулювання активної азотфіксації фізіологічно оптимальною дозою, вірогідно, зводився до зростання кількості корневих виділень, які є джерелом вуглецю та енергії для ризосферних азотфіксаторів [728]. Доречно нагадати той факт, що на основі отриманих вітчизняними вченими результатів вважається екологічно оптимальною доза мінерального азоту N_{20} , а дози до

120 кг/га – екологічно прийнятними. Подальше збільшення дози азоту є недоцільним [739].

Азотобактер потребує доступних форм органічної речовини, але, не маючи здатності ферментувати такі енергетичні сполуки, як клітковину і лігнін, що надходять у ґрунт, він може використовувати речовини, які утворюються в процесі розкладання цих сполук іншими мікроорганізмами [728]. Оскільки на варіантах із внесенням біодеструктора стерні, у складі якого налічувалися бактерії-антагоністи, патогенні для рослин та бактерій, фосфатмобілізуючі бактерії (до речі, можливі ефективні консорціуми азотобактера з цими мікроорганізмами), а також інша корисна мікрофлора – молочнокислі бактерії, продуценти целюлаз та інших ферментів, фітогормонів, вітамінів, амінокислот та мікроелементів тощо, то ефективність Азотофіту-р на цьому фоні зростала. Так, на агрофоні половинної дози добрив схожість інокульованого насіння підвищувалася відносно абсолютного контролю на 13,9-17 відсоткових пунктів, повної дози – на 10,3-12,7 в.п. (табл. 7.38).

При інокуляції насіння біофунгіцидом широкого спектру дії Фітоцидом-р (варіанти 5, 6), який містить живі клітини і спори природної ендofітної бактерії *Bacillus subtilis* (кількість від $1 \cdot 10^9$ до $1 \cdot 10^{10}$ КУО/см³) та їхні активні метаболіти, схожість насіння на фоні без добрив зростала порівняно з контролем на 1,9-2,0 в.п., на агрофонах з добривами: N₁₅P₃₀K₄₅ – на 7,2-8,4 в.п., N₃₀P₆₀K₉₀ – на 6,5-7,6 в.п., на відповідних агрофонах з біодеструктором стерні – на 15,3-16,3 в.п. та 13,2-13,6 в.п. (табл. 7.38). Тобто спостерігалася майже аналогічна спрямованість дії та ефективність, що й на варіантах із інокуляцією Азотофітом-р.

За даними досліджень, біопрепарати на основі однієї культури агрономічно корисних мікроорганізмів забезпечують істотний стимулюючий ефект лише на 60-70 %, оскільки монокультура більше зазнає негативного впливу факторів навколишнього середовища. Тому досягнути стабілізації агрономічно корисних ефектів бактеріальних препаратів при інокуляції культур можна шляхом

створення полікомпонентних препаратів на основі бактерій із різними екологічними функціями. На думку авторів, такі препарати відрізняються більшою сталістю та ефективністю в різних агрокліматичних умовах, але за індивідуального комплексного підбору штамів з урахуванням їхньої еколого-фізіологічної сумісності [739]. Оскільки при поєднанні двох інокулянтів, або навіть більшої їх кількості, позитивна дія одного з них може бути заблокована негативним впливом іншого [584].

У наших дослідженнях було отримано повні позитиви від поєднання двох інокулянтів (варіанти 7, 8, 9). Так, інокуляція насіння композицією у складі: Азотофіт-р + Фітоцид-р + Липосам (носії-прилипач) на фоні без добрив забезпечувала в середньому за три роки підвищення схожості насіння відносно контролю на 4-5 в.п., на фоні $N_{15}P_{30}K_{45}$ – на 8,9-9,1 в.п., $N_{30}P_{60}K_{90}$ – 5,7-13,2 в.п., а на фоні біодеструктора стерні, відповідно до доз добрив – 10,6-18,1 в.п. та 9,7-13,6 в.п. (табл. 7.38).

Таким чином, отримані дані свідчать, що застосування в одному технологічному циклі для інокуляції насіння двох препаратів одночасно сприяло певному підвищенню ефективності бактеризації в порівнянні з результатом, одержаним при моноінокуляції. Так, підвищення схожості насіння льону при змішаній інокуляції усереднено становило 0,9 % у порівнянні з впливом чистих культур.

Зміни умов вирощування впливали на ступінь виживання рослин льону протягом вегетаційного періоду. Так, на абсолютному контролі за вегетацію гинуло 16,8 % рослин від їхньої вихідної кількості в період повних сходів. На удобрених фонах цей показник був меншим і коливався від 11,2 до 13,6 %. На фоні бактеризації насіння, але без добрив та РРР він перебував у середньому в межах 14,2 %. Поєднання рістстимулятора Біолану із інокуляцією забезпечувало величину даного показника на рівні 12,8 %. При застосуванні половинної дози добрив у комплексі з Біоланом та бактеризацією кількість загиблих рослин становила 13,3 %, а на аналогічних фонах із повною дозою добрив – 11,5 %, тобто була найменшою у досліді; на фоні з

біодеструктором стерні цей показник дещо зростав – до 12,3 % (табл. 7.38).

У процесі росту культури відмічена диференціація рослин за висотою залежно від факторів, що досліджувалися. Характеризуючи вплив добрив на динаміку лінійного росту рослин льону, слід відзначити, що зі зростанням рівня мінерального удобрення від $N_{15}P_{30}K_{45}$ до $N_{30}P_{60}K_{90}$ не спостерігалось процесу прискорення лінійного росту рослин. Приріст висоти рослин протягом усього вегетаційного періоду на даних агрофонах до абсолютного контролю усереднено за фазами росту та розвитку дорівнював 4,6 см (+10,5 %) із коливаннями за окремими фазами від 1,5 до 10 см (+6,8-16,5 %). На фоні із застосуванням біодеструктора стерні при внесенні половинної дози добрив спостерігалася незначна тенденція до інтенсивнішого приросту рослин у висоту, вони були більшими на 0,4 см (+0,8 %), ніж на аналогічному фоні з повною дозою добрив (табл. 7.39).

Позакореневе застосування рістстимулятора Біолану забезпечило приріст висоти рослин порівняно з контролем на 3,9 см (+8,9 %). Інокуляція насіння монопрепаратами Азотофітом-р та Фітоцидом-р підвищувала величину приросту відповідно на 3,8 см (+8,7 %) та 5,1 см (11,7 %). Використання Біолану виявилось цілком доцільним по бактеризованих рослинах льону, що вегетують. У цьому випадку усереднений приріст рослин у висоту відносно контролю становив за фазами: Азотофітом-р – 2,8 см (+6,4 %) та Фітоцидом-р – 7,1 см (+16,2 %). Щодо особливостей ростової реакції льону при нанесенні розчину Біолану на вегетуючі рослини по фоні передпосівної обробки насіння комбінацією двох мікробних агентів, то в даному випадку отримано приріст на рівні 10,2 см або +23,3 % (табл. 7.39).

Максимальний усереднений за фазами росту та розвитку приріст 12,5 см (+28,6 %) було отримано на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$ + інокуляція насіння біокомпозицією із двох мікробних препаратів та позакореневому внесенні Біолану. Дана комбінація препаратів на фоні $N_{15}P_{30}K_{45}$ забезпечила дещо менший приріст – 11,7 см або +26,8 % (табл. 7.39).

Зазначимо, що основні біометричні характеристики лляної соломи – довжина і діаметр стебел – є вихідними, від яких значною мірою залежать основні параметри лляної соломи, такі, як вихід лубу та міцність волокна.

Проведені нами дослідження довели залежність параметрів морфологічних ознак від доз мінеральних добрив. Так, у середньому за трирічними даними (табл. 7.40), загальна висота рослин льону-довгунця та їхня технічна довжина на абсолютному контролі були відповідно 73,2 см та 53,6 см. На агрофоні $N_{15}P_{30}K_{45}$ перевага над контролем за загальною висотою дорівнювала 3,6 см (+4,9 %). Зі збільшенням дози мінеральних добрив удвічі – до $N_{30}P_{60}K_{90}$, показник приросту загальної висоти був дещо меншим – 3,1 см (+4,2 %). Але враховуючи те, що найбільш важливою морфологічною ознакою стебла, від якої значною мірою залежить урожайність та якість волокна, є технічна довжина, то зосередимо увагу саме на ній. Внесення половинної дози добрив порівняно з абсолютним контролем сприяло формуванню більшої технічної довжини на 4,5 см (+8,4 %), а повної дози – на 7,4 см (+13,8 %). Тобто технічна частка стебла у першому випадку зростала на 2,4 в.п., а в другому – на 6,8 в.п. (що становило 75,6 та 79,9 % довжини всього стебла) при показнику на контролі 73,2 % (табл. 7.40, 7.41).

На фоні застосування рістстимулятора Біолану приріст технічної довжини стебла був 5,6 см (+10,4 %) або 77,8 % від загальної частки стебла. Однобічне використання інокулянтів впливало на величину даного показника порівняно з абсолютним контролем наступним чином:

Азотофіт-р забезпечував приріст технічної довжини стебла льону 2,8 см або +5,2 %, що становило 76,6 % від загальної;

Фітоцид-р, відповідно, 7,9 см або +14,7 % (частка від загальної – 80 %). Відносно дії їхнього поєднаного застосування, то приріст технічної довжини на момент збирання сягав 8,5 см (+15,8 %) або технічна частка стебла від загальної складала 82,2 % (табл. 7.40, 7.41).

Таблиця 7.39 – Динаміка приросту висоти рослини льону-довгунця за фазами росту та розвитку в залежності від доз добрив, біодеструктора стерні, рістрегулятора та бактеризації насіння, см, середнє за три роки

Фази росту та розвитку	Фактор А – Варіанти мінеральних добрив та біодеструктор стерні	Фактор Б – Варіанти обробки біопрепаратами									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	
І	3	Без біопрепаратів (контроль)	Біоган + Ліпосам (позакоренево)	Азотифіт + Ліпосам (інокупляція)	Азотифіт + Ліпосам (інокупляція) + Біоган	Фітопід + Ліпосам (інокупляція)	Азотифіт + Ліпосам (інокупляція) + Біоган	Азотифіт + Фітопід + Ліпосам (інокупляція) + Біоган (позакоренево)	Азотифіт + Фітопід + Ліпосам (інокупляція) + Біоган (позакоренево)	Азотифіт + Фітопід + Ліпосам (інокупляція) + Біоган + Нью-Фігм-17 (позакоренево)	
	15,0*	+1,4	+2,1	+0,8	+5,1	+5,3	+5,2	+4,5	+5,1	+5,1	
	+2,5	+2,9	+3,7	+3,1	+5,0	+5,2	+6,8	+6,4	+6,0	+6,0	
	+2,3	+3,5	+4,9	+3,7	+3,2	+3,6	+5,2	+5,2	+6,6	+6,6	
	+2,8	+4,1	+2,8	+3,0	+4,2	+5,0	+4,1	+6,9	+5,5	+4,4	
“Ялинка”	3,1	+3,4	+5,0	+5,2	+6,3	+6,1	+5,3	+4,9	+4,2	+4,2	
	22,0*	+0,6	+0,8	+0,2	+3,4	+3,6	+3,9	+3,8	+4,2	+4,2	
	+1,5	+0,9	+1,9	+2,1	+3,6	+5,0	+5,7	+5,7	+4,9	+4,9	
	+1,5	+2,2	+3,2	+3,4	+1,4	+3,2	+3,7	+5,1	+5,7	+5,7	
	+1,6	+2,4	+1,7	+2,3	+5,0	+3,7	+2,8	+5,1	+5,5	+5,5	
швидкий ріст	+2,0	+1,7	+3,3	+1,5	+6,2	+5,8	+4,2	+3,6	+3,0	+3,0	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Продовження табл. 7.39

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
бутонізація	1. Без добрив та біодеструктора (контроль)	45,3*	+4,2	+6,7	+1,7	+4,2	+7,8	+5,0	+9,9	+10,3	
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	+6,3	+4,1	+8,1	+5,4	+5,4	+11,0	+16,8	+16,9	+13,7	
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	+8,2	+10,6	+10,9	+7,5	+7,5	+8,7	+17,0	+13,4	+17,9	+12,4
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	+7,4	+4,3	+9,1	+7,0	+7,0	+8,7	+10,3	+14,5	+11,7	+10,7
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	+9,1	+8,5	+11,5	+9,2	+9,2	+8,7	+13,1	+12,2	+15,9	+9,5
цвітіння	1. Без добрив та біодеструктора (контроль)	60,4*	+8,6	+9,1	+9,2	+9,9	+15,6	+14,3	+20,0	+10,8	
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	+10,0	+12,4	+6,7	+13,0	+13,2	+16,5	+18,9	+16,3	+17,0	
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	+9,2	+12,3	+13,5	+12,0	+12,0	+6,9	+15,4	+18,4	+21,2	+14,0
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	+10,2	+14,0	+9,9	+13,6	+13,6	+15,4	+16,2	+18,9	+17,2	+12,3
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	+8,4	+8,0	+14,2	+12,5	+12,5	+14,9	+14,7	+13,4	+13,4	+10,8
рання жовта стиглість	1. Без добрив та біодеструктора (контроль)	76,0*	+4,5	+0,3	+2,1	+2,5	+3,2	+2,3	+12,4	+4,6	
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	+2,7	+4,9	+7,1	+5,7	+2,0	+6,3	+8,2	+13,1	+9,9	
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	+1,8	+4,6	+4,4	+0,3	+5,2	+3,5	+7,9	+7,0	+7,5	
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	+3,7	+3,9	+4,3	+2,4	+4,9	+7,5	+6,0	+6,6	+0,6	
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	+1,1	+1,8	+2,9	+4,1	+3,3	+7,8	+2,0	+4,1	+0,3	

* висота рослин на абсолютному контролі, см

Таблиця 7.40 – Висота та діаметр стебел рослин льону-довгунця в залежності від доз добрив, біодеструктора стерні, рістрегулятора та бактеризації насіння, см, середнє за три роки

Показники	Фактор А – Варіанти мінеральних добрив та біодеструктор стерні									Фактор Б – Варіанти обробки біопрепаратами								
	Без біопрепаратів (контроль)	Біоган + Ліпосам (позакоренево)	Азотфiт + Ліпосам (інокультія)	Азотфiт + Ліпосам (позакоренево) + Біоган	Фітопид + Ліпосам (інокультія)	Азотфiт + Ліпосам (інокультія) + Біоган	Азотфiт + Фітопид + Ліпосам (інокультія)	Азотфiт + Фітопид + Ліпосам (позакоренево) + Біоган	Азотфiт + Фітопид + Ліпосам (інокультія) + Біоган	Азотфiт + Фітопид + Ліпосам (позакоренево) + Біоган + Нью-Фитм-17								
Висота рослин, см загальна	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	73,2	76,1	73,6	75,3	76,9	76,0	75,5	78,5	74,2								
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	76,8	77,6	77,7	77,5	77,4	79,0	82,6	80,6	76,6								
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	76,3	79,0	78,9	77,1	80,4	79,2	82,6	83,3	77,2								
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	78,6	79,3	81,9	78,8	82,2	83,1	86,2	87,1	82,2								
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	75,0	78,2	78,8	78,0	79,9	81,6	83,4	86,6	84,0								
Висота рослин, см технічна	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	53,6	59,2	56,4	56,9	61,5	64,2	62,1	65,9	60,0								
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	58,1	59,9	61,2	57,4	62,4	64,5	62,5	66,2	61,3								
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	61,0	60,6	62,6	60,3	64,0	64,5	65,6	69,4	61,8								
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	58,8	63,6	62,8	62,2	65,6	67,5	66,8	68,0	63,0								
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	58,5	63,2	64,6	62,7	65,8	64,5	68,1	71,1	67,7								
Діаметр стебел, мм	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8								
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	1,8	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8	2,0	1,9	1,8								
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	1,6	1,4	1,8	1,8	1,6	1,7	1,8	1,7	1,7								
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	1,5	1,5	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7								
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	1,6	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6								

Виходячи з наших досліджень, можна зробити висновок, що найкращі результати отримані на варіанті передпосівної інокуляції насіння льону полікомпонентною сумішшю із двох мікробних препаратів з додатковим позакореневим внесенням Біолану на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$ + біодеструктор, що забезпечило формування технічної довжини стебла 71,1 см, яка на 17,5 см (+32,6 %) більша за абсолютний контроль і складала 82,1 % від загальної частки стебла (табл. 7.40, 7.41).

Якість і вихід волокна певною мірою залежать від товщини стебла. При цьому значення міцності волокна для різних сортів льону узгоджуються зі значенням діаметру стебла. Для тих сортів, у яких діаметр менший, спостерігається підвищене значення міцності волокна. Крім цього, вміст волокна має негативний середній взаємозв'язок із діаметром стебла ($r = -0,45$) і кількістю насінневих коробочок ($r = -0,45$) (М. І. Логінов, 2008) [740]. Дещо більший вихід довгого волокна мають стебла з товщиною 1,1-1,5 мм.

У нашому випадку, в середньому за три роки досліджень на контрольному варіанті діаметр стебла склав 1,7 мм і характеризувався як товстостеблій. Обприскування посівів рістстимулятором Біоланом не вплинуло на даний показник. На варіантах із інокуляцією насіння спостерігалось збільшення товщини стебел на 5,9-11,8 %. Оптимальні показники за діаметром стебла – 1,4 мм або -17,7 % до контролю отримано на варіанті із застосуванням повної дози добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) та позакореновому внесенні на цьому фоні Біолану. Рослини з діаметром 1,5 мм, тобто меншим за контрольний показник на 11,8 %, спостерігалися на фоні половинної дози добрив ($N_{15}P_{30}K_{45}$) + біодеструктор, а також на аналогічному фоні з обприскуванням посівів Біоланом (табл. 7.40).

Комплексне використання рослин льону-довгунця на волокно і насіння зумовлює необхідність аналізу таких структурних ознак індивідуальної продуктивності рослин як кількість сформованих на одній рослині насінневих коробочок та маса 1000 насінин.

Таблиця 7.41 – Структура рослин льону-довгунця залежно від бактеризації насіння, мінеральних добрив, рістрегулятора та біодеструктора стерні, середнє за три роки

Показники	Фактор Б – Варіанти обробки біопрепаратами									
	Без біопрепаратів (контроль)	Біоган + Ліпосам (позакоренево)	Азотфит + Ліпосам (інокультія)	Азотфит + Ліпосам (інокультія) + Біоган (позакоренево)	Фітоцид + Ліпосам (інокультія)	Азотфит + Ліпосам (інокультія) + Біоган (позакоренево)	Азотфит + Фітоцид + Ліпосам (інокультія)	Азотфит + Фітоцид + Ліпосам (інокультія) + Біоган (позакоренево)	Азотфит + Фітоцид + Ліпосам (інокультія) + Біоган + Нью-Фітм-17 (позакоренево)	
Частка технічної довжини стебла до загальної, %	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	73,2	77,8	76,6	75,6	80,0	84,5	82,2	83,9	80,9
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	75,6	77,2	78,8	74,1	80,6	81,6	75,7	82,1	80,0
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	79,9	76,7	79,3	78,2	79,6	81,4	79,4	83,3	80,0
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	74,8	80,2	76,7	78,9	79,8	81,2	77,5	78,1	76,6
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	78,0	80,8	82,0	80,4	82,3	79,0	81,6	82,1	80,6
Кількість коробочок на одній рослині, шт.	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	5,0	5,4	6,4	6,6	5,9	5,1	5,5	5,2	5,2
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	5,5	5,2	6,7	6,6	6,2	5,4	6,2	5,5	5,6
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	5,2	5,3	6,6	6,6	6,1	5,2	5,7	5,4	6,2
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	5,6	5,0	5,9	5,9	6,2	5,9	5,6	5,5	6,1
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	5,9	6,2	6,0	5,6	5,9	5,6	5,4	6,2	6,0
Маса 1000 насінин, г	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	3,9	4,1	4,1	4,0	4,2	4,4	4,0	4,2	4,2
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	4,1	4,3	4,2	4,1	4,3	4,4	4,3	4,0	4,3
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	4,4	4,3	4,3	4,2	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	4,2	4,1	4,2	4,1	4,3	4,4	4,3	4,3	4,2
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	4,3	4,1	4,1	4,1	4,3	4,3	4,1	4,2	4,1

З даних таблиці 7.41 видно, що на зазначені показники мали вплив усі досліджувані фактори. Так, найменша кількість коробочок на рослині та маса 1000 насінин, відповідно 5 шт. та 3,9 г, відмічались на абсолютному контролі. Позакореневе внесення Біолану сприяло підвищенню кількості коробочок на 8 % і маси 1000 насінин на 5 % порівняно з абсолютним контролем. На фоні з половинною дозою добрив величина цих показників зростала відповідно на 10 та 5 %, повної дози – на 4 та 13 %. Поєднання зазначених агрофонів (добрива + біодеструктор) сприяло підвищенню кількості коробочок відповідно до доз на 12 та 18 %, а маси 1000 насінин – на 8 та 10 % (табл. 7.41).

При однобічному використанні інокулянтів кількість коробочок та маса насінин збільшувались наступним чином: Азотофіт-р – на 28 та 5 %, Фітоцид-р – на 18 та 8 %. Поєднання інокуляції з обприскуванням Біоланом відповідно забезпечило підвищення величини даних показників по фону Азотофіту-р на 32 та 2 %, Фітоциду-р – на 2 та 13 %. Максимальний приріст кількості насінневих коробочок – 1,7 шт. (+34 %) отримано на варіанті з інокуляцією насіння Азотофітом-р + $N_{15}P_{30}K_{45}$ (табл. 7.41).

Таким чином, поєднання передпосівної інокуляції насіння мікробними препаратами з обробкою рослин під час їхньої вегетації стимулятором росту Біоланом на фоні мінеральних добрив – дієвий спосіб покращення показників морфологічних ознак рослин льону-довгунця.

Основним критерієм, що дає змогу оцінити ефективність застосування різних агроприємів щодо поліпшення умов вирощування льону-довгунця, є їхній вплив на урожайність. Результати наших досліджень показали на позитивний вплив застосування мікробних препаратів, рістстимулятора та мінеральних добрив на продуктивність льону-довгунця.

Проведений аналіз свідчить, що в середньому за три роки на абсолютному контролі урожайність соломи становила 36,3 ц/га. Обробка вегетуючих рослин розчином стимулятора росту Біолану

забезпечила приріст урожайності соломи – 1,4 ц/га або +3,8 %. На варіантах із однобічним використанням біопрепаратів спостерігалася наступна залежність величини приросту урожайності соломи порівняно з абсолютним контролем: при інокуляції насіння Азотофітом-р приріст становив 0,2 ц/га (+0,5 %), Фітоцидом-р – 0,7 ц/га (+1,9 %), тобто був незначним. При сумісному використанні двох бактеріальних препаратів у складі біокомпозиції отримано приріст урожайності соломи дещо вищий – 1,7 ц/га або +4,7 % (табл. 7.42).

Комплексне поєднання двох агроприймів, а саме: бактеризації насіння та позакореневого внесення Біолану – сприяло значно більшому приросту урожайності соломи. Так, при комбінації препаратів «Фітоцид-р + Біолан» приріст був 2,3 ц/га (+6,3 %), у поєднанні рістстимулятора із сумішшю двох інокулянтів приріст був 4,7 ц/га (+12,9 %). Найбільш оптимальною виявилася взаємодія мікробного препарату Азотофіту-р та рістстимулятора Біолану – приріст урожайності льоносоломки сягав 5 ц/га або +13,8 % (табл. 7.42).

Ці дані узгоджуються з результатами досліджень по вивченню впливу стимуляторів росту рослин на формування асоціативного симбіозу та його ефективність. Зокрема було встановлено, що обробка рослин розчинами рістстимуляторів сприяє значному зростанню активності нітратредуктази, збільшенню розмірів кореневої системи і, таким чином, збільшенню загальної чисельності азотфіксуючих бактерій. А також активації хлоропластогенезу, коли вміст хлорофілів *a* і *b* під дією рістстимуляторів значно зростає, що свідчить про вищу фотосинтетичну активність рослин і потенційно кращу забезпеченість корневих діазотрофів вуглицем та енергією [728]. Формування високого фотосинтетичного потенціалу посівів льону-довгунця при застосуванні регуляторів росту також доведено в дослідженнях, проведених у Житомирському національному агроєкологічному університеті (В. Г. Дідора, С. М. В'юнцов, 2010) [719].

Використання мінеральних добрив у половинній дозі $N_{15}P_{30}K_{45}$ забезпечувало приріст урожайності соломи на рівні 4,2 ц/га (+11,6 %)

до абсолютного контролю. Підвищення дози мінеральних добрив у два рази дозволило додатково отримати 7,7 ц/га (+21,2 %), тобто приріст урожайності порівняно з половинною дозою добрив зростав удвічі (табл. 7.42).

При поєднаному використанні добрив та інокулянтів і їх суміші величина приросту урожайності соломи збільшувалася відповідно: на фоні $N_{15}P_{30}K_{45}$ – від 4,6 до 13,6 ц/га (+12,7-37,5 %), а на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$ – від 9,5 до 17,6 ц/га або +26,2-48,5 %. Найбільший приріст урожайності соломи за роки досліджень – 18,5 ц/га (+51 %) формувався при обробці насіння Фітоцидом-р та позакореновому обприскуванні посівів Біоланом на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$ (табл. 7.42).

Щодо урожайності насіння льону, то вона також підвищувалася за використання всіх агрозаходів, що досліджувалися (табл. 7.43). Так, обприскування рослин льону рістрегулятором Біоланом в середньому за три роки забезпечувало зростання урожайності насіння на фоні без добрив на 0,1 ц/га (+2 %), а при застосуванні добрив – на 1-1,2 ц/га (+20-24 %).

Розглядаючи вплив однобічного застосування мінеральних добрив на врожайність насіння льону, необхідно відзначити, що при внесенні $N_{15}P_{30}K_{45}$ приріст становив лише 0,2 ц/га (+4 %) і перебував у межах похибки досліду. Підвищення дози у два рази – до $N_{30}P_{60}K_{90}$ сприяло зростанню величини приросту на 0,8 ц/га (+16 %). Тобто відносне збільшення величини цього показника проти варіанту $N_{15}P_{30}K_{45}$ в середньому за три роки було 0,6 ц/га (11,5 %). Дія половинної дози добрив на фоні біодеструктора була значно ефективнішою, зокрема приріст був на рівні варіанту з повною дозою – 0,8 ц/га або +16 % (табл. 7.43).

У варіантах із використанням інокуляції насіння мікробними препаратами на фоні без мінеральних добрив в середньому за три роки найвищий приріст урожайності насіння, порівняно з контролем – 1,6 ц/га (+32 %), отримано на варіанті інокуляції Азотофітом-р і рістрегулятором Біоланом (табл. 7.43).

Таблиця 7.42 – Урожайність соломи льону-довгунця залежно від бактеризації насіння, біодеструктора, рiстрегулятора та доз мінеральних добрив, середнє за три роки

Фактор Б – Варіанти обробки біопрепаратами	N ₀ P ₀ K ₀ – контроль		N _{1,5} P ₃₀ K ₄₅				N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀				N _{1,5} P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор				N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор			
	ц/га	приріст ±	ц/га	приріст		ц/га	приріст		ц/га	приріст		ц/га	приріст		ц/га	приріст		
				%	%		%	%		%	%		%	%				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
1. Без біопрепаратів (контроль)	36,3	–	100,0	40,5	+4,2	111,6	44,0	+7,7	121,2	41,2	+4,9	113,5	42,4	+6,1	116,8			
2. Біолан + Липосам позакоренево (п/к)	37,7	+1,4	103,8	44,1	+7,8	121,5	45,2	+8,9	124,5	43,5	+7,2	119,8	45,5	+9,2	125,3			
3. Азогофiт-р + Липосам (iнокуляція)	36,5	+0,2	100,5	40,9	+4,6	112,7	45,8	+9,5	126,2	41,7	+5,4	114,9	42,7	+6,4	117,6			
4. Азогофiт-р + Липосам (iнокуляція) + Біолан (п/к)	41,3	+5,0	113,8	46,8	+10,5	128,9	51,4	+15,1	141,6	43,7	+7,4	120,4	49,6	+13,3	136,6			
5. Фiтоцид-р + Липосам (iнокуляція)	37,0	+0,7	101,9	44,3	+8,0	122,0	48,2	+12,0	133,0	45,0	+8,7	124,0	48,7	+12,4	134,1			
6. Фiтоцид-р + Липосам (iнокуляція) + Біолан (п/к)	38,6	+2,3	106,3	49,2	+12,9	15,5	54,8	+18,5	151,0	48,8	+12,5	134,4	50,8	+14,5	139,9			

Продовження табл. 7.42

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7. Азогофіт-р + Фітоцид-р + Липосам (інокуляція)	38,0	+1,7	104,7	49,9	+13,6	137,5	53,9	+17,6	148,5	47,6	+11,3	131,1	46,7	+10,4	128,6
8. Азогофіт-р + Фітоцид-р + Липосам (інокуляція) + Біюлан (п/к)	41,0	+4,7	112,9	48,7	+12,4	134,2	50,8	+14,5	139,9	45,6	+9,3	125,6	47,3	+11,0	130,3
9. Азогофіт-р + Фітоцид-р + Липосам (інокуляція) + Біюлан + Нью-Филм-17 (п/к)	40,4	+4,1	111,3	44,4	+8,1	122,3	52,4	+16,1	144,3	46,4	+10,1	127,8	43,0	+6,7	118,4

НІР₀₅, т/га для мінеральних добрив (фактор А)
 для інокуляції (фактор Б)
 для їхньої взаємодії (АБ)

Р, %
 0,86
 0,03
 0,00
 2,92

Таблиця 7.43 – Урожайність насіння льону-довгунця залежно від бактеризації насіння, біодеструктора, рідрегулятора та доз мінеральних добрив, середнє за три роки

Фактор Б – Варіанти обробки біопрепаратами	N ₀ P ₀ K ₀ – контроль		N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅			N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀			N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор			N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор			
	ц/га	±	приріст %	ц/га	±	приріст %	ц/га	±	приріст %	ц/га	±	приріст %	ц/га	±	приріст %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Без біопрепаратів (контроль)	5,0	-	100,0	5,2	+0,2	104	5,8	+0,8	116	5,8	+0,8	116	5,6	+0,6	112
2. Біолан + Липосам позакоренево (п/к)	5,1	+0,1	102	6,2	+1,2	124	6,0	+1,0	120	6,2	+1,2	124	6,2	+1,2	124
3. Азотофіт-р + Липосам (інокуляція)	5,5	+0,5	110	5,9	+0,9	118	6,2	+1,2	124	6,2	+1,2	124	6,6	+1,6	132
4. Азотофіт-р + Липосам (інокуляція) + Біолан (п/к)	6,6	+1,6	132	6,8	+1,8	136	7,3	+2,3	146	6,4	+1,4	128	6,8	+1,8	136
5. Фітоцид-р + Липосам (інокуляція)	5,5	+0,5	110	6,7	+1,7	134	6,7	+1,7	134	6,5	+1,5	130	6,6	+1,6	132
6. Фітоцид-р + Липосам (інокуляція) + Біолан (п/к)	5,9	+0,9	118	6,9	+1,9	138	7,4	+2,4	148	7,1	+2,1	142	7,5	+2,5	150

Продовження табл. 7.43

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7. Азотофіт-р + Фітоцид-р + Липосам (інокуляція)	5,3	+0,3	106	7,4	+2,4	148	7,5	+2,5	150	6,5	+1,5	130	6,5	+1,5	130
8. Азотофіт-р + Фітоцид-р + Липосам (інокуляція) + Біолан (п/к)	5,8	+0,8	116	7,3	+2,3	146	7,2	+2,2	144	6,6	+1,6	132	6,8	+1,8	136
9. Азотофіт-р + Фітоцид-р + Липосам (інокуляція) + Біолан + Нью-Филм-17 (п/к)	6,1	+1,1	122	6,4	+1,4	128	7,7	+2,7	154	6,5	+1,6	132	6,4	+1,4	128

НР₀₅, т/га для мінеральних добрив (фактор А) 0,78
 для інокуляції (фактор Б) 0,16
 для їхньої взаємодії (АБ) 0,01
 Р, % 2,29

Інокуляція насіння кожним препаратом окремо забезпечувала менший приріст величини цього показника – 0,5 ц/га (+10 %). Поєднане застосування інокулянтів було менш ефективним, а у композиції з РРР їхня дія на приріст урожаю насіння дещо покращувалася (табл. 7.43).

Позитивна дія саме поєданого застосування даних біопрепаратів та рістстимулятора на формування врожайності насіння льону пояснюється, вірогідно, їхнім регуляторним впливом на ріст та розвиток рослин, а саме на такі структурні елементи, як кількість сформованих на одній рослині коробочок та маса 1000 насінин. У середньому за три роки дослідження ці відмінності зростали до контролю за кількістю сформованих насінневих коробочок усереднено по варіантах на 17 %, масі 1000 насінин – на 7,7 %. Це узгоджується з даними інших досліджень, де використання РРР було цілком доцільним саме по бактеризованих рослинах, що вегетують, оскільки в цьому випадку, крім розбавлення сумарної концентрації стимулюючих речовин у часі, їхня дія була спрямована на активацію діяльності рослинно-бактеріального симбіозу або асоціації, які сформовані за участю активних штамів мікроорганізмів (В. В. Волкогон та ін., 2015) [678].

Комплексне поєднання передпосівної інокуляції насіння бактеріальними препаратами Азотофітом-р та Фітоцидом-р на фоні дози добрив $N_{15}P_{30}K_{45}$ забезпечувало підвищення урожайності насіння льону у порівнянні з контрольним варіантом на 2,4 ц/га (+48 %), а відповідно по фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$ – на 2,5 ц/га (+50 %). Вищу урожайність насіння отримали у варіанті, де передпосівну інокуляцію сумішню препаратів поєднували з обробкою посівів регулятором росту Біоланом, ад'ювантом Нью-Филм 17 і внесенням добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{90}$. Прибавка до контролю становила 2,7 ц/га або +54 % (табл. 7.43).

Отже, за результатами польового дослідження встановлено, що за поєднання у технології вирощування льону-довгунця бактеризації насіння композицією екологічно й фізіологічно сумісних препаратів,

позакореневого застосування рістстимулятора та ад'юванта на фоні повної дози добрив досягається найвища врожайність насіння – 7,7 ц/га (+54 %), а при комплексній дії біопрепарату Фітоциду-р, стимулятора росту та повної дози добрив – льоносоломки – 54,8 ц/га (+51 %) при урожайності на контролі відповідно 5,0 та 36,3 ц/га. Це свідчить про оптимальність їхньої взаємодії, що викликає певний синергічний ефект на продукційний процес льону-довгунця. Вища ефективність бактеризації на фоні мінеральних добрив, на нашу думку, пояснюється також суттєвим впливом мікроорганізмів на коефіцієнт засвоєння добрив. Зроблені висновки значною мірою підтверджуються аналізами визначення біометричних характеристик стану посіву та параметрів морфологічних елементів структурної будови рослин льону.

Наші результати узгоджуються з даними досліджень, проведеними на інших культурах (хоча льон значно відрізняється від них щодо оптимальних параметрів для свого росту та розвитку). За даними В. В. Волкогона зі співавторами (2006), додатковий ефект від інокуляції в поєднанні з рістстимулюючою речовиною по фону помірних доз мінеральних добрив пов'язаний з підвищенням інтенсивності метаболічних процесів, включаючи фотосинтез, а це в свою чергу призводить до підвищення активності ризосферної мікрофлори (спонтанної та штучно внесеної) через зростання надходження продуктів фотосинтезу в кореневу систему навіть за несприятливих погодних умов вегетаційного періоду [583].

Оцінкою аграрного виробництва є критерій економічних показників. Оскільки економічна ефективність показує кінцевий корисний результат від застосування всіх виробничих ресурсів. Економічні розрахунки в наших дослідженнях були проведені за методиками та загальноприйнятими методичними підходами, які ґрунтуються на порівнянні результатів від застосування агрозаходів із витратами на їхнє проведення. Витрати ресурсів, технологічні операції і методику калькуляції продукції прийнято згідно з нормативами ННЦ «Інститут аграрної економіки НААН» [70, 71] із

включенням біопрепаратів та мінеральних добрив. Ціни на ресурси і сільськогосподарську продукцію прийнято на середньому рівні 2015 року.

У льонарстві існують окремі специфічні особливості щодо обчислення вартості продукції, які пов'язані з широким діапазоном показників її якості. У нашому випадку вартість валової продукції визначалася за товарною продукцією – трестом і насінням за фактичними закупівельними цінами.

Основні показники економічної ефективності застосування мікробних препаратів і рістрегулятора за різних рівнів мінерального живлення наведено в таблиці 7.44. Матеріали таблиці свідчать, що при застосуванні рістрегулятора та мікробних препаратів спостерігається суттєве підвищення показників економічної ефективності виробництва льонопродукції як на природному (без добрив), так і удобрених агрофонах.

Розрахунки свідчать, що при вирощуванні льону-довгунця без використання в технології мінеральних добрив і біопрепаратів та отриманні врожаю на рівні: трести 28,5 ц/га і насіння 5 ц/га, виробничі витрати становили 4132 грн/га, умовно-чистий дохід – 3569 грн/га, рентабельність виробництва – 86,4 % (табл. 7.44).

З метою визначення економічної доцільності кожного із досліджуваних агрозаходів, а саме: інокуляції, рістрегулятора, мінеральних добрив та їхнього поєднання, ми порівняли показники всіх 45-ти варіантів із показниками абсолютного контролю (табл. 7.44). Із наведених даних бачимо, що у варіанті без внесення добрив завдяки позакореновому застосуванню рістрегулятора Біолану урожайність зростала: трести – на 3,8 %, насіння – на 2 %; інокуляція препаратами Азотофітом-р та Фітоцидом-р забезпечувала приріст відповідно: трести – 0,3 і 1,7 %, насіння – по 10 % кожний. У той же час приріст витрат коштів із розрахунку на 1 га, пов'язаних із застосуванням даних препаратів, становив відповідно 0,8 %, 1,4 та 1,3 %. Завдяки цьому пропорційно росту урожайності збільшувалася вартість льонопродукції в розрахунку на 1 га відповідно на 3,2 % та 3,8 і 4,7%;

окупність додаткових витрат на дані агрозаходи відповідно по Біолану становила 118,2 грн/грн, Азотофіту-р – 24,1 грн/грн, Фітоциду-р – 25,6 грн/грн; рівень рентабельності виробництва становив відповідно 90,8 % та 86,5 і 88,4 % (табл. 7.44).

Поєднання двох біологічних чинників – бактеризації + PPP в умовах досліджень забезпечувало синергічний ефект як відносно урожайності, що зростала відносно до контролю за комбінації «Азотофіт-р + Біолан» по тресті на 13,7 %, насінню – на 32 %, у варіанті «Фітоцид-р + Біолан» відповідно на 6,3 та 18 %, так і стосовно до економічної ефективності. Вартість льонопродукції з 1 га при цьому збільшувалася відповідно на 20,2 та 10,5 %, окупність витрат на дані агрозаходи була 26,6 та 23,4 грн/грн відповідно, а рівень рентабельності – 114,4 і 97,3 % (табл. 7.44).

Бактеризація насіння сумішшю інокулянтів (Азотофіт-р + Фітоцид-р) сприяла збільшенню урожайності трести на 4,6 %, насіння – на 6 %, що забезпечило приріст вартості льонопродукції з 1 га на 5,1 %, а окупність додаткових витрат становила 18,1 грн/грн. Тобто економічні показники були дещо нижчими.

Мінеральні добрива є безумовно одним із найдієвіших чинників зростання урожайності льонопродукції. Але необхідно брати до уваги той факт, що частка витрат на мінеральні добрива в загальних витратах на виробництво льонопродукції в умовах досліду залежно від доз сягала 39,9 та 79,8 %. За однобічного внесення добрив (без застосування біопрепаратів) у порівнянні з контролем підвищення урожайності відповідно до доз було: по тресті – 11,6 і 21 %, по насінню – 4 і 16 %. При цьому вартість льонопродукції з 1 га зростала на 8,9 та 19,2 %. Окупність додаткових витрат була лише 1,58 та 0,53 грн/грн, а рівень рентабельності виробництва – 45 та 23,6 %, що нижче контрольного рівня на 41,4 та 62,8 в.п. (табл. 7.44).

Таким чином, розрахунки економічної ефективності вирощування льону засвідчують загальну закономірність: застосування мікробних препаратів та рістрегулятора найбільш ефективне

Таблиця 7.44 – Економічна ефективність застосування регулятора росту, мінеральних добрив та біопрепаратів при вирощуванні льону-довуңця, середнє за три роки

Показники	Фактор А – Варіанти мінеральних добрив та біодеструктор стерні	Фактор Б – Варіанти обробки біопрепаратами								
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
І		Без біопрепаратів (контроль)	Біоган + Ліпосам (позакоренево)	Азотфiт + Ліпосам (інокультяція)	Азотфiт + Ліпосам (інокультяція) + Біоган (позакоренево)	Фітоцид + Ліпосам (інокультяція)	Азотфiт + Ліпосам (інокультяція) + Біоган (позакоренево)	Азотфiт + Фітоцид + Ліпосам (інокультяція)	Азотфiт + Фітоцид + Ліпосам (інокультяція) + Біоган (позакоренево)	Азотфiт + Фітоцид + Ліпосам (інокультяція) + Біоган + Нью-Фіолм-17 (позакоренево)
Вартість льонопро- дукції, грн/га	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	7701,0	7947,1	7993,4	9258,5	8062,9	8508,7	8091,8	8783,8	8861,9
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	8384,3	9420,7	8821,4	10115,5	9730,5	10500,6	10879,8	10651,1	9565,5
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	9183,3	9467,1	9646,5	11015,9	10269,0	11540,0	11473,4	10891,4	11374,9
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	8801,2	9333,8	9090,6	9478,6	9707,3	10558,5	10072,1	9849,2	9953,4
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	8864,9	9611,8	9449,6	10497,7	10266,1	11056,4	9933,1	10185,0	9374,4
Витрати на 1 га, грн	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	4132,0	4164,0	4285,6	4317,6	4279,6	4311,6	4339,6	4371,6	4391,6
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	5780,7	5812,7	5934,3	5966,3	5928,3	5960,3	5988,3	6020,3	6040,3
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	7429,4	7461,4	7583,0	7615,0	7577,0	7609,0	7637,0	7669,0	7689,0
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	5899,2	5931,2	6052,8	6084,8	6046,8	6078,8	6106,8	6138,8	6158,8

Продовження табл. 7.44

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Витрати на 1 га, грн	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	7547,9	7579,9	7701,5	7733,5	7695,5	7727,5	7755,5	7787,5	7807,5
Умовно чистий прибуток на 1 га	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	3569,0	3783,1	3707,8	4940,9	3782,9	4197,2	3752,2	4412,2	4470,3
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	2603,6	3608,0	2887,1	4149,2	3802,2	4540,3	4891,5	4630,8	3525,2
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	1753,9	2005,7	1863,5	3400,1	2692,0	3931,0	3836,4	3222,4	3685,9
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	2902,0	3402,6	3037,8	3393,8	3660,5	4479,7	3965,3	3710,4	3794,6
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	1317,0	2031,9	1748,1	2764,2	2570,6	3328,9	2177,6	2397,5	1566,9
Рівень рентабельності, %	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	86,4	90,8	86,5	114,4	88,4	97,3	86,5	100,9	101,8
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	45,0	62,1	48,6	69,5	64,1	76,2	81,7	76,9	58,3
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	23,6	26,9	24,6	44,7	35,5	51,7	50,2	42,0	47,9
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	49,2	57,4	50,2	55,8	60,5	73,7	64,9	60,4	61,6
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	17,4	26,8	22,7	35,7	33,4	43,1	28,1	30,8	20,1
Окупність прибутком додаткових витрат, грн/грн	1. N ₀ P ₀ K ₀ – контроль	–	118,2	24,1	26,6	25,6	23,4	18,1	18,4	17,2
	2. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	1,58	2,10	1,60	2,26	2,12	2,48	2,63	2,45	1,85
	3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	0,53	0,60	0,54	0,98	0,78	1,13	1,09	0,91	1,04
	4. N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅ + біодеструктор	0,16	1,89	1,58	1,74	1,91	2,30	2,01	1,85	1,87
	5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + біодеструктор	0,38	0,59	0,49	0,77	0,72	0,92	0,60	0,65	0,43

на природному фоні (без добрив), а за підвищення доз добрив рентабельність та окупність додаткових витрат зменшуються. Тому вибір оптимального агрофону повинен обґрунтовуватися не тільки рівнем урожаю, але й екологічно та економічно доцільними дозами добрив.

В умовах досліду в середньому за три роки максимальний приріст урожайності трести – 14,5 ц/га (+50,9 %) до контролю було отримано у варіанті з інокуляцією препаратом Фітоцидом-р та позакореневим внесенням Біолану по фону повної дози добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$). Даний варіант за всіма показниками має вищу економічну ефективність, ніж просте збільшення дози до $N_{30}P_{60}K_{90}$ без біопрепаратів. Так, вартість льонопродукції зростала на 25,7 %, прибуток – на 24,1 %, рентабельність – на 28,1 в.п., окупність додаткових витрат – у 2,1 разу (табл. 7.44). У свою чергу, незважаючи на підвищення урожайності порівняно з аналогічним варіантом за внесення половинної дози, всі показники економічної ефективності починають знижуватися: прибуток – на 13,4 %, рентабельність – на 24,5 в.п., окупність – у 2,2 разу.

Максимальний приріст урожайності насіння до абсолютного контролю – 2,7 ц/га (+54 %) було отримано за застосування інокуляції біокомплексом (Азотофіт-р + Фітоцид-р) + Біолан + Нью-Филм 17 на агрофоні $N_{30}P_{60}K_{90}$. Порівняно з аналогічним варіантом але на агрофоні з половинною дозою добрив приріст урожаю насіння був 1,3 ц/га (+20,3 %), прибуток підвищувався лише на 4,5 %, а рівень рентабельності знижувався на 10,4 в.п. і окупність у 1,8 разу (табл. 7.44).

Слід зазначити, що найбільш економічно та екологічно доцільним є поєднання агрофону з половинною дозою добрив ($N_{15}P_{30}K_{45}$) із застосуванням інокуляції біокомплексом (Азотофіт-р + Фітоцид-р). Даний варіант хоча і забезпечував дещо нижчу продуктивність порівняно з варіантами із максимальним врожаєм, а саме: по тресті – на 3,8 ц/га (-8,8 %), по насінню – на 0,3 ц/га (-3,9 %), але є ефективним засобом підвищення економічної вигідності

виробництва льонопродукції. Адже перевищує вищезгадані варіанти з максимальними приростами продукції: по прибутку з 1 га – на 24,4 та 32,7 % відповідно; рівню рентабельності виробництва – на 30 та 33,8 в.п.; окупності додаткових витрат – у 2,3 разу (табл. 7.44). У даному разі відчутно посилюється позитивна дія мінеральних добрив за рахунок оптимізації мікробіологічних процесів у ризосфері рослин, і таким чином збільшується ступінь засвоєння мінеральних елементів добрив.

Отже, в умовах Лівобережного Полісся при вирощуванні льонувовгунця для отримання конкурентоспроможної продукції та зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище доцільно застосовувати інокуляцію насіння комплексом з 2-х мікробних препаратів (Азотофіт-р + Фітоцид-р) на агрофоні удвічі зниженої від загальнорекомендованої дози мінеральних добрив ($N_{15}P_{30}K_{45}$). Це забезпечить отримання врожайності трести 39,2 ц/га, насіння – 7,4 ц/га при наступних економічних показниках льонувиробництва: прибуток з 1 га – 4891,5 грн, рентабельність – 81,7 %, окупність додаткових витрат на даний агрозахід – 2,63 грн/грн.

7.12. Адаптивні можливості сортів льону олійного в умовах Лівобережного Полісся залежно від фону мінерального живлення

Конкурентоспроможність виробництва продукції будь-якої культури, особливо зональної, значною мірою залежить від використання нових сортів, достатньо адаптованих до зональних умов, а також екологічно й економічно вигідних технологічних прийомів вирощування, здатних забезпечувати високі врожаї та збереженість довкілля [741].

Вивчення сортів льону олійного проводили упродовж 2006-2008 рр. у дослідному полі Чернігівського інституту АПВ НААН на дерново-середньопідзолистому ґрунті, який характерний для зони Лівобережного Полісся (характеристика ґрунту наведена в попередньому підрозділі 7.9). Олійний льон вирощували за рекомендованою науково обґрунтованою технологією (дослід 15, стор. 53-54).

Мета досліджень – пошук найбільш адаптованих до умов регіону сортів льону олійного, встановлення взаємозалежності між погодними умовами, сортами, нормами мінерального живлення і величиною урожайності соломи та насіння. Для досягнення поставленої мети передбачалося дослідити та визначити:

- тривалість фаз розвитку та вегетаційного періоду в цілому;
- вплив мінеральних добрив на динаміку росту різних сортів;
- вплив мінеральних добрив на загальну і технічну довжину стебел та інші морфологічні ознаки рослин;
- індивідуальну продуктивність сортів залежно від норм мінерального живлення.

Тривалість вегетаційного періоду сортів льону олійного в середньому за три роки становила 84 дні (з коливаннями за роками від 75 до 96 днів). При цьому тривалість періоду від сходів до цвітіння була 40 днів (35-42 дні), від цвітіння до визрівання – 41 день (33-46 днів). Кількість опадів за вегетаційний період дорівнювала в середньому по роках 145,8 мм, з коливаннями від 160,5 до 111,3 мм або від +4 % до -41,7 % норми. Середньодобова температура повітря відповідно становила 20,5 °С (19,8-21,7 °С), тобто перевищувала норму на 3,1 °С або на 17,7 %. Величина показника ГТК за вегетацію дорівнювала 1,71 (1,15-2,24) або була меншою за норму в середньому на 37,7 % (18,9-57,7 %). Таким чином, за період досліджень спостерігалися значні відхилення показників параметрів гідротермічного режиму від норми.

Дослідженнями динаміки лінійного росту рослин встановлено, що в середньому за три роки у всіх без винятку сортів льону олійного, найбільший приріст стебел у висоту забезпечило внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ (табл. 7.45). Так, величина приросту рослин становила: у фазі “ялинки” – 2,8 см або 18,9 %, бутонізації – 5,1 см (15,1 %), цвітіння – 7,7 см (17,8 %) при висоті рослин на контролі ($N_0P_0K_0$), відповідно 14,8, 33,8 та 43,2 см. Подальше підвищення дози добрив у два рази (до $N_{60}P_{60}K_{60}$) дещо

зменшувало інтенсивність росту рослин, приріст коливався за фазами росту в середньому по сортах від 1,4 до 5,6 см або від 9,4 до 13 %.

Загальна висота рослин льону перед збиранням (в середньому по всіх сортах) на варіанті з дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ також була більшою відносно контролю на 12,3 см (29,5 %), на варіанті з $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 2,8 см (5,5 %), при висоті рослин на контролі 41,7 см (табл. 7.46). На фоні внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ була отримана найбільша кількість насінневих коробочок на одній рослині – 16,1 шт. та маса 1000 насінин – 6,96 г, що перевищувало контрольні показники відповідно на 3,4 шт. та 0,54 г або на 26,8 та 8,4 % (табл. 7.46).

Таблиця 7.45 – Динаміка росту рослин різних сортів льону олійного залежно від доз мінеральних добрив, середнє за 3 роки, см

№ з/п	Сорт (фактор А)	Варіанти мінеральних добрив (фактор Б)	Фаза росту та розвитку рослин			
			“ялинка”	бутонізація	цвітіння	рання жовта стиглість
1	Дебют	$N_0P_0K_0$	14,0	36,7	46,9	55,3
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	17,3	42,5	53,2	59,8
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,7	39,3	51,7	57,1
2	Південна ніч	$N_0P_0K_0$	15,2	36,0	44,5	50,9
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	17,3	38,6	48,6	56,7
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	16,4	37,5	47,3	54,6
3	Айсберг	$N_0P_0K_0$	16,4	33,3	41,9	54,0
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	18,2	38,0	50,0	59,0
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	17,2	37,4	48,0	57,7
4	Золотистий	$N_0P_0K_0$	12,5	31,8	39,0	52,4
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	15,4	36,5	46,2	56,6
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,5	34,7	44,6	54,8
5	Орфей	$N_0P_0K_0$	15,9	31,8	40,8	52,7
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	19,6	37,9	50,1	58,9
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	18,1	36,6	47,1	56,2
6	Байкал	$N_0P_0K_0$	15,0	34,4	45,6	57,2
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	17,6	39,1	53,1	61,7
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	16,4	38,0	49,6	58,6
7	Урал	$N_0P_0K_0$	14,7	33,0	43,5	55,5
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	17,9	40,0	55,0	65,0
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	16,0	36,9	53,4	60,1

**Таблиця 7.46 – Залежність величини параметрів
морфологічних ознак рослин льону олійного від сорту та доз
мінеральних добрив, середнє за три роки**

№ з/п	Сорт (фактор А)	Варіанти мінеральних добрив (фактор Б)	Висота рослин, см		Кількість коробочок на 1-й рослині, шт.	Діаметр стебел, мм	Маса 1000 насінин, г
			загальна	технічна			
1	Дебют	N ₀ P ₀ K ₀	49,9	31,1	13,8	1,9	6,61
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	54,7	35,9	16,7	2,1	7,09
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	52,9	35,1	15,3	2,0	6,77
2	Південна ніч	N ₀ P ₀ K ₀	46,5	26,8	13,4	1,9	6,66
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	53,7	32,3	17,0	2,0	7,33
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,9	28,7	16,7	2,0	6,73
3	Айсберг	N ₀ P ₀ K ₀	46,0	24,5	13,6	1,9	6,59
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	50,6	29,1	16,8	2,0	7,46
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,3	27,0	16,1	2,1	6,76
4	Золотистий	N ₀ P ₀ K ₀	44,5	26,8	14,5	2,0	6,54
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	49,8	30,2	20,4	2,0	7,02
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	47,1	28,5	17,3	2,0	6,45
5	Орфей	N ₀ P ₀ K ₀	47,0	31,9	10,7	1,8	7,44
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	52,0	38,8	13,2	1,8	7,98
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,3	34,5	11,7	1,8	7,18
6	Байкал	N ₀ P ₀ K ₀	52,4	37,8	11,9	1,7	5,53
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	59,7	44,0	14,3	1,7	5,97
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	55,2	40,7	12,7	1,8	5,84
7	Урал	N ₀ P ₀ K ₀	50,6	37,8	11,2	1,8	5,55
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	57,8	42,7	14,3	1,8	5,87
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	54,5	40,3	12,3	1,8	5,64

Аналіз участі досліджуваних факторів у формуванні урожайності соломи та насіння показав, що вона була наступною – по солоні: сорти (А) – 60,5 % з коливаннями за роками від 39,8 до 81,2 %, мінеральні добрива (Б) – 28,2 % (10,2-46,2), їхня взаємодія (АБ) – 10,3 % (7,9-12,8), неконтрольовані фактори – 0,8 % (0,5-1,2); по насінню, відповідно: А – 36,4 % (18,1-54,7), Б – 46 % (31,7-60,3), АБ –

7,6 % (3,7-11,6), неконтрольовані – 8 % (7,4-8,7). Таким чином, на врожайність соломи найбільший вплив мали генотипові особливості рослин (фактор – сорт), а на врожайність насіння – мінеральні добрива. Взаємодія цих двох факторів вплинула на продуктивність культури дещо меншою мірою.

У середньому за три роки досліджень найвищий урожай соломи (в цілому по семи сортах) – 4,49 т/га – отримано у варіанті з внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$. Приріст до абсолютного контролю становив 1,20 т/га або 36,5 % (табл. 7.47). При цьому врожайність насіння була 1,76 т/га або вищою за контроль на 0,40 т/га (29,4 %), при врожайності на контролі 1,36 т/га. Рівень урожайності насіння на варіанті $N_{30}P_{30}K_{30}$ був дещо меншим за показник на варіанті з унесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,03 т/га (1,7 %), але ця різниця перебувала в межах похибки дослідів, тобто була неістотною (табл. 7.48).

Дія мінеральних добрив на величину врожайності соломи по всіх сортах, за винятком сорту Дебют, мала затухаючий характер. Так, при внесенні 90 (30+30+30) кг/га д.р. NPK приріст урожаю становив 1,20 т/га (36,5 %); 180 (60+60+60) кг/га д.р., відповідно – 0,83 т/га (25,2 %) при врожаї на абсолютному контролі – 3,29 т/га. Тобто ефективність подвійної дози добрив, порівняно з одинарною, зменшувалася на 0,37 т/га або на 8,3 %. Сорт Дебют позитивно реагував на збільшення дози добрив – приріст урожайності соломи був істотним і становив 0,10 т/га або 2,1 % (табл. 7.47).

Щодо врожайності насіння, то окремі сорти по-різному реагували на подвійний фон мінерального живлення. Так, у сорту Урал врожайність насіння зростала на 0,15 т/га (8,6 %), у сортів Байкал та Південна ніч – на 0,09 т/га (4,7 і 5,3). Сорти Золотистий і Орфей практично не реагували на підвищення дози добрив, а у сортів Дебют та Айсберг насіннева продуктивність знижувалася на 0,06 т/га або відповідно на 3,2 і 3,4 % (табл. 7.48).

Таблиця 7.47 – Вплив мінеральних добрив на врожайність соломи сортів льону олійного, середнє за три роки

№ з/п	Сорт (фактор А)	Добрива (фактор Б)						Середнє по фону А					
		N ₀ P ₀ K ₀			N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀			N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀					
		т/га	±	%	т/га	±	%	т/га	±	%	т/га	±	%
1	Дебют	3,61	–	100	4,78	+1,17	132,4	4,88	+1,27	135,2	4,42	-0,8	84,7
2	Південна ніч	3,41	–	100	4,64	+1,23	136,1	3,82	+0,41	112,0	3,96	-1,26	75,9
3	Айсберг	2,47	–	100	3,34	+0,87	135,2	3,15	+0,68	127,5	2,99	-2,23	57,3
4	Золотистий	2,89	–	100	3,79	+0,90	131,1	3,47	+0,58	120,1	3,38	-1,84	64,7
5	Орфей	3,03	–	100	4,13	+1,10	136,3	3,80	+0,77	125,4	3,65	-1,57	69,9
6	Байкал	3,26	–	100	4,88	+1,62	149,7	4,30	+1,04	131,9	4,15	-1,07	79,5
7	Урал	4,35	–	100	5,86	+1,51	134,7	5,44	+1,09	125,0	5,22	–	100
Середнє по фону Б		3,29	–	100	4,49	+1,20	136,5	4,12	+0,83	125,2	–	–	–

NР_{0,5}, т/га для будь-яких середніх
 для сорту (А) - 0,16
 для добрив (Б) - 0,11
 для взаємодії (АБ) - 0,06
 Р, % - 0,06
 - 2,87

Таблиця 7.48 – Вплив мінеральних добрив на врожайність насіння сорті льону олійного, середнє за три роки

№ з/п	Сорт (фактор А)	Добрива (фактор Б)						Середнє по фону А					
		N ₀ P ₀ K ₀			N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀			N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀					
		т/га	±	%	т/га	±	%	т/га	±	%	т/га	±	%
1	Дебют	1,65	–	100	1,89	+0,24	114,5	1,83	+0,18	110,9	1,79	–	100
2	Південна ніч	1,39	–	100	1,69	+0,30	121,6	1,78	+0,39	128,0	1,62	-0,17	90,5
3	Айсберг	1,30	–	100	1,75	+0,45	134,6	1,69	+0,39	130,0	1,58	-0,21	88,3
4	Золотистий	1,29	–	100	1,60	+0,31	124,0	1,61	+0,32	124,8	1,50	-0,29	83,8
5	Орфей	1,27	–	100	1,74	+0,47	137,0	1,74	+0,47	137,0	1,58	-0,21	88,3
6	Байкал	1,24	–	100	1,90	+0,66	153,2	1,99	+0,75	160,5	1,71	-0,08	95,5
7	Урал	1,42	–	100	1,75	+0,33	123,2	1,90	+0,48	133,8	1,69	-0,10	94,4
Середнє по фону Б		1,36	–	100	1,76	+0,4	129,4	1,79	+0,43	131,6	–	–	–

NР_{0,5}, т/га для будь-яких середніх
 для сорту (А) - 0,18
 для добрив (Б) - 0,10
 для взаємодії (АБ) - 0,06
 Р, % - 0,06
 - 3,84

Таким чином, в умовах Лівобережного Полісся доцільним є застосування сорту Дебют, який незалежно від фону мінерального живлення забезпечує сталий урожай насіння на рівні 1,79 т/га та соломи – 4,42 т/га. Оптимальною зональною дозою мінеральних добрив для цього сорту за критерієм величини врожайності насіння є $N_{30}P_{30}K_{30}$, яка забезпечує насіннєву продуктивність на рівні 1,89 т/га, соломи – 4,78 т/га [742].

7.13. Генотипна чутливість сортів льону олійного до бактеризації насіння мікробним препаратом Поліміксобактерином

Мета досліджень – вивчення ефективності застосування в умовах Лівобережного Полісся мікробного препарату Поліміксобактерину шляхом штучної бактеризації насіння сортів льону олійного (дослід 16, стор. 54).

Технологія вирощування: попередник – озиме жито; посів з міжряддями 15 см та загортанням насіння на глибину 3-5 см; норма висіву – 7 млн шт./га схожих насінин; у фазі “ялинки” посів підлягає обов’язковій обробці гербіцидами проти бур’янів; збирання проводиться у фазі повної стиглості. Загальна площа ділянки – 50 м², облікова – 25,5 м², повторність – чотириразова, дослід проводили по фону мінерального живлення $N_{15}P_{30}K_{45}$, добрива вносили локально під передпосівний обробіток ґрунту.

Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду свідчить про значні відхилення показників гідротермічного режиму від середнього багаторічного показника. Так, загалом за три роки середньодобова температура повітря перевищувала багаторічний показник на 2,3 °С з коливаннями по роках від 1,7 до 2,6 °С або на 14 % (10-17 %). Кількість опадів за даний період була меншою за норму в середньому на 74,4 мм (коливання від 39,4 до 104 мм) або на 34 % (20-42 %). Величина гідротермічного коефіцієнту в період вегетації в середньому дорівнювала 1,51 або була меншою за норму на 49,9 % (38-57,7 %). Це визначило дуже вагомий вплив погодних умов (фактор – рік вирощування) на продуктивність сортів льону олійного,

який за дією на формування врожаю соломи становив 86,3 %, а насіння – 92,3 %. У зв'язку з цим вплив інших факторів був менш істотним. Так, фактор генотипних особливостей сортів щодо врожаю соломи дорівнював 7,7 %, а насіння – 1 % (був неістотним). Відносно застосування інокуляції насіння Поліміксобактерином, то частка впливу цього фактору була незначною: по соломі – 0,9 %, насінню – 2,6 %. Взаємодія факторів (генотип + інокуляція) перебувала в обох випадках у межах похибки досліді (0,1-0,2 %).

Дані таблиці 7.49 свідчать, що в середньому за три роки (незалежно від фону з інокуляцією) сорт Байкал формувал найбільш високі рослини. При цьому різниця за висотою, порівняно з іншими сортами, коливалася від 6,3 до 9,9 см або – 15,4-26,5 % (табл. 7.49). У кінцевому результаті це сприяло формуванню найвищого врожаю соломи – 3,28 т/га. За цим показником даний сорт істотно перевищував усі інші на 0,15-1,30 т/га або на 4,8-65,6 %. На фоні без інокуляції ця різниця дещо зменшувалася і була 0,05-1,13 т/га (1,7-59,5 %), а на фоні з інокуляцією зростала на 0,25-1,47 т/га або на 7,6-71 % (табл. 7.50). Досить близьким до нього за показником урожайності соломи був сорт Урал – 3,13 т/га. Різниця величини врожаю соломи в даному випадку перебувала в межах похибки досліді.

Бактеризація насіння льону олійного у всіх сортів викликала більш інтенсивний ріст рослин у висоту. Так, у фазі “ялинки” на цьому фоні рослини були вищими в середньому на 1,4 см (10,4 %), у період швидкого росту – на 2,5 см (11,6 %), бутонізації – 2,4 см (8,1 %), цвітіння – 2,6 см (7,4 %). У динаміці це перевищення в середньому становило 2,2 см або 8,8 %. Перед збиранням загальна висота рослин на фоні з інокуляцією в середньому по сортах складала 42,1 см або була більшою за контрольний фон на 1,9 см або 4,7 % (табл. 7.49). При цьому коливання показника висоти рослин по окремих сортах перебувало в межах від 1 см (2,7 %) до 3,8 см (8,3 %).

Максимальний урожай насіння в середньому за роками досліджень отримано по сорту Дебют – 1,16 т/га. Величина цього

показника по інших сортах була меншою в середньому на 1,01 т/га або на 12,9 %.

Таблиця 7.49 – Сортova залежність величини параметрів біометрії посіву та морфологічних ознак рослин льону олійного від інокуляції насіння Поліміксобактерином, середнє за три роки

№ з/п	Показник		Інокуляція (фактор Б)	Сорт (фактор А)								
				Дебют	Південна ніч	Айсберг	Орфей	Байкал	Урал	Золотистий	Середнє по фону А	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.	Динаміка росту рослин, см	“ялинка”	1. Без інокуляції – контроль	11,4	14,7	15,4	13,9	12,0	14,2	12,9	13,5	
			2. Інокуляція	13,7	15,4	16,5	14,1	13,5	16,6	14,8	14,9	
		% до контролю			120,2	104,8	107,1	101,4	112,5	116,9	114,7	110,4
		швидкий ріст	1. Без інокуляції – контроль	21,2	22,5	21,7	21,5	20,3	24,1	21,7	21,6	
			2. Інокуляція	24,9	24,8	24,6	23,2	22,9	25,9	22,0	24,1	
		% до контролю			117,5	110,2	113,4	107,9	112,8	107,5	101,4	111,6
		бутонізація	1. Без інокуляції – контроль	29,1	25,8	28,7	27,9	30,1	37,9	27,4	29,6	
			2. Інокуляція	31,8	29,1	31,1	30,5	31,9	39,7	28,0	32,0	
		% до контролю			109,3	112,8	108,4	109,3	106,0	104,7	102,2	108,1
		цвітіння	1. Без інокуляції – контроль	35,4	30,3	32,0	30,0	38,6	46,2	31,5	35,0	
			2. Інокуляція	39,5	31,0	34,2	33,3	40,9	49,3	32,6	37,6	
		% до контролю			111,6	102,3	106,9	111,0	106,0	106,7	103,5	107,4
		повна стиглість	1. Без інокуляції – контроль	39,6	38,8	37,4	40,4	46,2	49,3	42,6	41,7	
			2. Інокуляція	44,1	40,1	39,4	43,0	48,0	51,8	43,8	44,1	
		% до контролю			111,4	103,4	105,3	106,4	103,9	105,1	102,8	105,8

Продовження табл. 7.49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.	Висота рослини, см	загальна	1. Без інокуляції – контроль	40,3	36,8	38,0	36,4	46,5	45,6	36,9	40,2
			2. Інокуляція	41,6	37,8	40,3	38,5	48,0	49,4	37,9	42,1
			% до контролю	103,2	102,7	106,1	105,8	103,2	108,3	102,7	104,7
		технічна	1. Без інокуляції – контроль	28,1	21,3	26,2	23,2	31,0	33,2	23,5	26,6
			2. Інокуляція	30,7	22,4	27,2	25,3	32,7	36,7	24,1	28,4
			% до контролю	109,3	105,2	103,8	109,1	105,5	110,5	102,5	106,8
3.	Кількість коробочок на одній рослині, шт.	1. Без інокуляції – контроль	15,4	10,5	10,1	12,1	12,5	12,7	13,8	12,4	
		2. Інокуляція	16,2	12,7	13,9	14,8	14,1	13,8	14,5	14,1	
		% до контролю	105,2	121,0	137,6	122,3	112,8	108,7	105,1	113,7	
4.	Маса 1000 насінин, г	1. Без інокуляції – контроль	6,16	5,43	5,51	6,00	5,41	5,38	6,20	5,69	
		2. Інокуляція	6,21	5,59	5,53	6,15	5,55	6,67	6,30	5,78	
		% до контролю	100,8	102,9	100,4	102,5	102,6	105,4	101,6	101,6	

По окремих сортах показник рівня врожайності насіння був меншим на 0,08-0,250 т/га або на 6,9-21,6 %. Але при цьому різниця у величині врожайності насіння, окрім сорту Золотистий, не виходила за межі похибки досліду (табл. 7.51).

Урожайність насіння в середньому по сортах на інокульованому фоні була істотно вищою, порівняно з фоном без бактеризації: приріст становив 0,23 т/га або 25 %, при врожайності насіння на контрольному фоні 0,92 т/га (табл. 7.51). Приріст урожайності насіння відбувався за рахунок збільшення кількості сформованих на одній рослині насінневих коробочок – в середньому на 1,7 шт. (13,7 %), а також зростання маси 1000 насінин на 0,09 г (1,6 %), при показниках на контролі відповідно 12,4 шт. та 5,78 г (табл. 7.49). За параметрами цих двох показників сорт Дебют перевищував інші сорти в середньому на 2,9 шт. або на 22,5 % (з коливаннями по сортах

від 1,7 до 4,2 шт. або 10,8-26,6 %) та 0,4 г або 6,9 % (коливання 0,08-0,67 г або 1,3-10,9 %).

Таблиця 7.50 – Вплив інокуляції насіння Поліміксобактерином на врожайність соломи сортів льону олійного, середнє за 3 роки

№ з/п	Сорт (фактор А)	Варіанти інокуляції (фактор Б)						Середнє по фактору А		
		Без інокуляції – контроль			Інокуляція					
		т/га	приріст		т/га	приріст		т/га	приріст	
			±	%		±	%		±	%
1	Дебют	1,04	–	100	1,28	+0,24	123,1	1,16	–	100
2	Південна ніч	0,94	–	100	1,10	+0,16	117,0	1,02	-0,14	87,9
3	Айсберг	0,89	–	100	1,13	+0,24	127,0	1,01	-0,15	87,1
4	Орфей	0,86	–	100	1,20	+0,34	139,5	1,03	-0,13	88,8
5	Байкал	0,92	–	100	1,25	+0,33	135,9	1,08	-0,08	93,1
6	Урал	0,96	–	100	1,12	+0,16	116,7	1,04	-0,12	89,6
7	Золотистий	0,82	–	100	1,00	+0,18	121,9	0,91	-0,25	78,4
8	Середнє по фактору Б	0,92	–	100	1,15	+0,23	125,0	–	–	–

НІР_{0,5}, т/га для будь-яких середніх 0,837
 для сорту (А) 0,592
 для інокуляції (Б) 0,316
 для їхньої взаємодії (АБ) 0,592
 Р, % 11,5

Таблиця 7.51 – Вплив інокуляції насіння Поліміксобактерином на врожайність насіння сортів льону олійного, середнє за 3 роки

№ з/п	Сорт (фактор А)	Варіанти інокуляції (фактор Б)						Середнє по фактору А		
		Без інокуляції – контроль			Інокуляція					
		т/га	приріст		т/га	приріст		т/га	приріст	
			±	%		±	%		±	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Дебют	1,04	–	100	1,28	+0,24	123,1	1,16	–	100
2	Південна ніч	0,94	–	100	1,10	+0,16	117,0	1,02	-0,14	87,9

Продовження табл. 7.51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Айсберг	0,89	–	100	1,13	+0,24	127,0	1,01	-015	87,1
4	Орфей	0,86	–	100	1,20	+0,34	139,5	1,03	-0,13	88,8
5	Байкал	0,92	–	100	1,25	+0,33	135,9	1,08	-0,08	93,1
6	Урал	0,96	–	100	1,12	+0,16	116,7	1,04	-0,12	89,6
7	Золотистий	0,82	–	100	1,00	+0,18	121,9	0,91	-0,25	78,4
8	Середнє по фактору Б	0,92	–	100	1,15	+0,23	125,0	–	–	–

HP _{0,5} , т/га для будь-яких середніх	0,303
для сорту (А)	0,214
для інокуляції (Б)	0,114
для їхньої взаємодії (АБ)	0,214
P, %	1,0

Таким чином, в умовах Лівобережного Полісся кращим серед сортів льону олійного був сорт Дебют, який забезпечив найвищий врожай насіння – 1,28 т/га, що більше за інші сорти на 0,15 т/га або на 13,3 %.

7.14. Ефективність інокуляції вітчизняними мікробними препаратами льону олійного в залежності від фону мінерального живлення

Як зазначалося раніше, збільшення виробництва олійних культур в Україні та поглиблення переробки олійної сировини мають стратегічне значення в забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки держави як в сучасних умовах, так і на перспективу. При цьому збільшити обсяги сировини, перш за все, можна на основі зростання урожайності за рахунок інноваційних розробок.

Мікробіологічна ефективність ґрунтів відіграє значну роль у забезпеченні продуктивності систем «ґрунт – рослина». На думку В. В. Волкогона та ін. (2010 р.), в існуючих системах землеробства на біологічну суть виникнення родючості ґрунтів недостатньо звертається уваги. Як підкреслюють дослідники, використання

біопрепаратів дозволяє привнести корисні мікроорганізми «в потрібний час, у потрібне місце, в потрібній кількості». При цьому, застосовуючи біопрепарати разом з добривами, можна збільшити ступінь засвоєння елементів на 10-20 %. До того ж інтенсивне використання поживних речовин бактеризованими рослинами не супроводжується виснаженням ґрунтів, а відтак бактеризація повинна стати неодмінною складовою сучасних аграрних технологій [743].

Мета проведення дослідження – розробка технології застосування мікробних препаратів при вирощуванні льону олійного в умовах Лівобережного Полісся шляхом бактеризації насіння на різних фонах мінерального живлення.

Агротехніка вирощування льону олійного та агрохімічна характеристика дослідного поля викладена в попередньому підрозділі 7.9. Загальна площа ділянки 50 м², облікова – 25,5 м², повторність 4-разова.

Схема досліду (2-факторний, 3x4):

Фактор А – Фон мінеральних добрив

1. Без добрив (контроль) – N₀P₀K₀.
2. N₁₇P₄₀K₄₅ – фон 2 (половинна доза).
3. N₃₄P₈₀K₉₀ – фон 3 (загальнорекомендована доза).

Фактор В – Варіанти інокуляції

1. Без інокуляції (контроль 2).
2. Поліміксобактерин.
3. Азотобактерин.
4. БСП.

Аналіз метеорологічних умов вегетаційного періоду льону олійного (табл. 7.52) в роки досліджень свідчить про те, що температурний режим повітря був вищим від середньобагаторічного показника на 3,1-4,2 °С (19,3-40,7 %). Вологозабезпеченість в цілому за вегетаційний період була на рівні середньобагаторічної норми у 2011 році та недостатня – у 2012 році, й особливо – у 2013 році. Значно посушливими були травень і червень (опади в червні

випадали в останній декаді). Це вплинуло на ріст і розвиток льону олійного на початку вегетації. В липні й серпні температурний режим повітря і вологозабезпеченість сприяли задовільному розвитку рослин льону олійного.

Таблиця 7.52 – Характеристика гідротермічних умов вегетаційного періоду льону олійного

Місяці	Середньодобова температура повітря, t °C				Опади, мм			
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	Середньо-багаторічне	2011 р.	2012 р.	2013 р.	Середньо-багаторічне
Травень	16,7	19,7	19,5	14,0	7,4	23,4	19,7	50
Червень	22,0	21,6	21,7	17,0	57,3	84,7	68,8	63
Липень	23,3	24,2	20,3	19,0	124,0	52,7	68,5	70
Серпень	19,4	20,4	20,5	19,0	52,5	68,2	32,3	57
За вегетаційний період	20,4	21,5	20,5	17,3	241,2	229,0	189,3	240

Фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин льону олійного наведено в таблиці 7.53.

Дослідженнями встановлено, що однобічне застосування мінеральних добрив у зростаючих дозах – від N₁₇P₄₀K₄₅ до N₃₄P₈₀K₉₀ в середньому за три роки забезпечило зростання повноти сходів льону олійного відповідно на 11,9 та 18 %. При використанні лише інокуляції насіння мікробними препаратами на фоні без добрив величина даного показника зростала на 21,2-26,6 %, а при поєднанні цих двох заходів ефект зростав на 35,6-50,7 %. При цьому найвища повнота сходів була на варіанті БСП + N₁₇P₄₀K₄₅ – 419 шт./м² або +50,7 % до контролю (табл. 7.54).

Таблиця 7.53 – Динаміка проходження фаз росту та розвитку рослин льону олійного

№ з/п	Фази росту та розвитку	2011 р.		2012 р.		2013 р.	
		Дата	Тривалість, днів	Дата	Тривалість, днів	Дата	Тривалість, днів
1	Посів	30.04	–	15.05	–	08.05	–
2	Початок сходів	07.05	7	23.05	8	14.05	6
3	Повні сходи	09.05	2	27.05	4	20.05	6
4	“Ялинка”	23.05	14	08.06	12	04.06	15
5	Період швидкого росту	04.06	12	18.06	10	12.06	8
6	Бутонізація	10.06	6	28.06	10	18.06	6
7	Цвітіння	15.06	5	04.07	6	24.06	6
8	Зелена стиглість	02.07	17	21.07	17	10.07	16
9	Рання жовта стиглість	12.07	10	30.07	9	19.07	9
10	Жовта стиглість (збирання)	05.08	24	09.08	10	10.08	22
11	Повна стиглість	23.08	18	28.08	19	24.08	14
	Всього	30.04 – 23.08	115	15.05 – 20.08	105	08.05 – 24.08	108

Аналіз збереженості рослин льону олійного показав, що різниця між кількістю рослин на одиниці площі від початку повних сходів до збирання порівняно з абсолютним контролем мала суттєву різницю. Фактор рівня мінерального живлення вплинув на збереженість рослин у посівах у процесі вегетації таким чином: половинна доза добрив (N₁₇P₄₀K₄₅) сприяла збереженню щільності стеблостою перед збиранням на 11,5 %, повна (N₃₄P₈₀K₉₀) – на 13,2 %. На фоні інокуляції цей показник зростав відповідно на 11,9-26,3 %. Поєднання цих двох активних чинників впливу на ріст та розвиток рослин підвищувало щільність стеблостою на одиниці площі перед збиранням на 33,3-44,4 % (табл. 7.54).

Таблиця 7.54 – Вплив мінеральних добрив та інокуляцій насіння мікробними препаратами на параметри біометричного стану посіву та морфологічні ознаки рослин льону олійного, середнє за три роки*

№ з/п	Варіанти мінеральних добрив (фактор Б)	Кількість рослин, шт./м ²		Висота рослин, см		Кількість коробочок на 1-й рослині, шт.	Маса 1000 насінин, г	Діаметр стебел, мм
		після сходів	перед збиранням	загальна	технічна			
1	Без добрив, мікробних препаратів (контроль)	<u>278</u> 100	<u>243</u> 100	<u>52.3</u> 100	<u>33.8</u> 100	<u>16.5</u> 100	<u>6.0</u> 100	<u>2.1</u> 100
2	N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ половинна доза	<u>311</u> +11,9	<u>271</u> +11,5	<u>54.8</u> +4,8	<u>33.5</u> -0,9	<u>17.2</u> +4,2	<u>6.1</u> +1,7	<u>2.1</u> -
3	N ₃₄ P ₈₀ K ₉₀ повна доза	<u>328</u> +18,0	<u>275</u> +13,2	<u>54.8</u> +4,8	<u>35.3</u> +4,4	<u>17.3</u> +4,8	<u>6.1</u> +1,7	<u>2.0</u> -4,8
4	Поліміксо-бактерин	<u>352</u> +26,6	<u>297</u> +22,2	<u>57.2</u> +9,4	<u>37.0</u> +9,5	<u>17.9</u> +8,5	<u>6.1</u> +1,7	<u>1.8</u> -14,3
5	Поліміксо-бактерин + N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅	<u>394</u> +41,7	<u>332</u> +36,6	<u>55.5</u> +6,1	<u>37.0</u> +9,5	<u>22.4</u> +35,7	<u>6.0</u> -	<u>2.0</u> -4,8
6	Поліміксо-бактерин + N ₃₄ P ₈₀ K ₉₀	<u>410</u> +47,5	<u>351</u> +44,4	<u>57.5</u> +9,9	<u>38.0</u> +12,4	<u>22.1</u> +33,9	<u>5.8</u> -3,3	<u>1.8</u> -14,3
7	Азото-бактерин	<u>352</u> +26,6	<u>307</u> +26,3	<u>53.8</u> +2,9	<u>36.6</u> +8,3	<u>14.8</u> -10,3	<u>6.0</u> -	<u>1.8</u> -14,3
8	Азото-бактерин + N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅	<u>377</u> +35,6	<u>327</u> +34,6	<u>54.3</u> +3,8	<u>35.8</u> +5,9	<u>18.2</u> +10,3	<u>5.9</u> -1,7	<u>1.9</u> -9,5
9	Азото-бактерин + N ₃₄ P ₈₀ K ₉₀	<u>378</u> +36,0	<u>324</u> +33,3	<u>56.3</u> +7,6	<u>36.4</u> +7,7	<u>20.9</u> +26,7	<u>5.8</u> -3,3	<u>1.9</u> -9,5
10	Біополіцид	<u>337</u> +21,2	<u>272</u> +11,9	<u>54.2</u> +3,6	<u>37.5</u> +10,9	<u>15.9</u> -3,6	<u>6.2</u> +3,3	<u>1.9</u> -9,5
11	Біополіцид + N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅	<u>419</u> +50,7	<u>348</u> +43,2	<u>55.3</u> +5,7	<u>37.0</u> +9,5	<u>19.2</u> +16,4	<u>6.0</u> -	<u>1.9</u> -9,5
12	Біополіцид + N ₃₄ P ₈₀ K ₉₀	<u>394</u> +41,7	<u>328</u> +35,0	<u>55.7</u> +6,5	<u>37.2</u> +10,0	<u>17.6</u> +6,7	<u>5.9</u> -1,7	<u>2.0</u> -4,8

* над рисою – абсолютний показник, під рисою ± % до абсолютного контролю

Вивчення динаміки росту льону олійного показало, що застосування мінеральних добрив та мікробних препаратів прискорювало ростові процеси, внаслідок чого рослини мали більшу висоту. Особливо посилювалися ростові процеси у льону в разі внесення повної дози мінеральних добрив на фоні інокуляції насіння Поліміксобактерином. При цьому в середньому за трирічними даними загальна висота рослин льону олійного при дозі добрив $N_{34}P_{80}K_{90}$ була найвищою – 57,5 см, а технічна – 38 см, що відповідно на 9,9 та 12,4 % вище, ніж на контролі.

Дослідження свідчать, що на кількість коробочок на одній рослині льону олійного мали вплив як добрива, так і інокуляція насіння. Найбільша кількість коробочок на рослині формувалась у посівах з використанням добрив у дозі $N_{17}P_{40}K_{45}$ на фоні інокуляції Поліміксобактерином – 22,4 шт. або на 35,7 % більше, ніж на контролі (табл. 7.54).

Маса 1000 насінин льону олійного певною мірою залежала в першу чергу від рівня мінерального живлення, ніж від інокуляції. Підвищення кількості добрив на 50 % майже на всіх варіантах інокуляції дещо негативно впливало на формування маси насіння. Це, на наш погляд, пов'язано з тим, що добрива сприяли збільшенню кількості сформованих на одній рослині коробочок, але маса насіння в них при цьому зменшувалась (табл. 7.54).

Важлива роль у забезпеченні високого врожаю насіння та соломи льону олійного належить рівню мінерального живлення й інокуляції насіння мікробними препаратами (табл. 7.55, 7.56). Внесення мінеральних добрив у половинній нормі – $N_{17}P_{40}K_{45}$ забезпечило приріст урожаю насіння та соломи відповідно на 2,1 ц/га (+14,7 %) та 2,7 ц/га (11,4 %). При використанні подвійної норми добрив – $N_{34}P_{80}K_{90}$ урожайність насіння та соломи підвищувалась на 4 ц/га (+28 %) і 6,3 ц/га (+26,7 %).

Однобічне застосування мікробних препаратів підвищувало приріст урожайності насіння на 3,3-4,6 ц/га (+23,1-32,2 %) та соломи – на 4,9-6,6 ц/га (+20,8-28 %).

Таблиця 7.55 – Вплив мінеральних добрив на урожайність насіння льону олійного, середнє за три роки

Варіанти біопрепаратів (фактор Б)	Варіанти добрив (фактор А)								
	N ₀ P ₀ K ₀			N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ (фон 1)			N ₃₄ P ₈₀ K ₉₀ (фон 2)		
	ц/га	приріст		ц/га	приріст		ц/га	приріст	
		±	%		±	%		±	%
1. Без біопрепаратів	14,3	–	100	16,4	+2,1	114,7	18,3	+3,9	128,0
2. Поліміксобактерин	18,9	+4,6	132,2	20,8	+6,5	145,5	22,9	+8,6	160,1
Приріст до фонового контролю*	–	–	–	–	+4,4	126,8	–	+4,6	125,1
3. Азотобактерин	18,1	+3,8	126,6	19,1	+4,8	145,5	21,6	+7,3	151,1
Приріст до фонового контролю*	–	–	–	–	+2,7	116,5	–	+3,4	118,0
4. Біополіцид	17,6	+3,3	123,1	19,7	+5,4	137,8	20,5	+6,2	143,4
Приріст до фонового контролю*	–	–	–	–	+3,3	120,1	–	2,3	112,0

NP_{0,5}, ц/га для мінеральних добрив 2,13

для біопрепаратів 2,45

* фон з добривами без біопрепаратів (фоновий контроль)

Таблиця 7.56 – Вплив мінеральних добрив на урожайність соломи льону олійного, середнє за три роки

Варіанти біопрепаратів (фактор Б)	Варіанти добрив (фактор А)								
	N ₀ P ₀ K ₀			N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ (фон 1)			N ₃₄ P ₈₀ K ₉₀ (фон 2)		
	ц/га	приріст		ц/га	приріст		ц/га	приріст	
		±	%		±	%		±	%
1. Без біопрепаратів	23,6	–	100	26,3	+2,7	111,4	29,9	+6,3	126,7
2. Поліміксобактерин	30,2	+6,6	128,0	30,4	+6,8	128,8	34,3	+10,7	145,3
Приріст до фонового контролю*	–	–	–	–	+4,1	115,6	–	+4,4	114,7
3. Азотобактерин	29,9	+6,3	126,7	28,1	+4,5	119,1	33,5	+9,9	142,0
Приріст до фонового контролю*	–	–	–	–	+1,8	106,9	–	+3,6	112,0
4. Біополіцид	28,5	+4,9	120,8	28,6	+5,0	121,2	33,4	+9,8	141,5
Приріст до фонового контролю*	–	–	–	–	+2,3	108,9	–	3,5	111,7

NP_{0,5}, ц/га для мінеральних добрив 3,89

для біопрепаратів 4,49

* фон з добривами без біопрепаратів (фоновий контроль)

Поєднання інокуляції з дією мінеральних добрив приводило до достовірного зростання рівня урожайності льону. Так, найвищий приріст урожайності насіння 8,6 ц/га (+60,1 %) та соломи 10,7 ц/га (+45,4 %) в середньому за три роки було одержано на варіанті з унесенням мінеральних добрив в дозі $N_{34}P_{80}K_{90}$ на фоні із застосуванням інокуляції насіння Поліміксобактерином. При цьому урожайність на абсолютному контролі становила відповідно 14,3 та 23,6 ц/га (табл. 7.55, 7.56) [744].

За результатами аналізу економічної ефективності застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування льону олійного як за дії мінеральних добрив, так і на неудобреному фоні, встановлено, що за використання мікробних препаратів приріст урожайності продукції відбувається вищими темпами, ніж зростання витрат із розрахунку на 1 га посівів (табл. 7.57). Зазначене сприяло зменшенню собівартості одиниці продукції. Внаслідок відміченого та збільшення вартості урожаю (за рахунок додаткової продукції) зросли показники розміру прибутку із розрахунку на 1 га посівів та рівень рентабельності виробництва.

Отже, в усіх досліджуваних варіантах застосування мікробних препаратів сприяє підвищенню економічної ефективності вирощування льону олійного. При цьому за передпосівної бактеризації насіння Поліміксобактерином спостерігається більш високий ріст усіх розглянутих показників економічної ефективності, ніж за використання двох інших біопрепаратів.

Окремо слід підкреслити, що за даної цінової ситуації додаткові витрати, пов'язані із використанням мінеральних добрив, не окупаються вартістю додаткового урожаю. Так, незважаючи на те, що в усіх досліджуваних варіантах виробництво льону є прибутковим, але за внесення добрив і за мірою збільшення доз туків спостерігаються погіршення показників економічної ефективності як за використання досліджуваних мікробних препаратів, так і без них. При цьому бактеризація посівного матеріалу сприяє більш високому приросту показників урожайності, ніж кожна наступна доза мінеральних добрив.

Таблиця 7.57 – Економічна ефективність вирощування льону олійного залежно від застосування мікробних препаратів і удобрення, середнє за три роки

Удобрення	Застосування мікробних препаратів	Урожайність, ц/га		Вартість врожаю, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 ц, грн		Прибуток на 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
		насіння	соломи			насіння	соломи		
Без добрив	Без мікробних препаратів	14,3	23,6	5477,0	3272,0	183,0	27,7	2205,0	167
	Поліміксобактерин	18,9	30,2	7201,9	3320,4	140,5	22,0	3880,1	216
	Азотобактерин	18,1	29,9	6933,0	3320,4	146,38	22,2	3612,6	200
	Біополіцид	17,6	28,5	6730,0	3320,4	150,9	23,3	3409,6	203
N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅	Без мікробних препаратів	16,4	26,5	6266,0	4348,0	212,1	33,1	1918,0	144
	Поліміксобактерин	20,8	30,4	7894,0	4396,4	169,1	33,4	3497,6	180
	Азотобактерин	19,1	28,1	7247,0	4396,4	184,1	31,3	2850,6	165
	Біополіцид	19,7	28,6	7467,0	4396,4	178,5	30,7	3070,6	170
N ₃₄ P ₈₀ K ₉₀	Без мікробних препаратів	18,3	29,9	6903,0	5424,0	237,1	36,3	1478,6	127
	Поліміксобактерин	22,9	34,3	8701,0	5472,4	191,2	31,9	3228,6	159
	Азотобактерин	21,6	33,5	8230,0	5472,4	202,7	32,7	2757,6	150
	Біополіцид	20,5	33,4	7843,0	5472,4	213,6	32,8	2370,6	143

До того ж у варіанті $N_{17}P_{40}K_{45}$ за використання мікробних препаратів досягаються більш високі показники продуктивності та економічної ефективності, ніж за нульового агрофону без бактеризації. В той же час у варіанті $N_{34}P_{80}K_{90}$ застосування мікробних препаратів сприяє отриманню більшого розміру прибутку із розрахунку на 1 га посівів у порівнянні із варіантом без добрив та бактеризації, але рівень рентабельності виробництва – нижчий за рахунок випереджаючого росту собівартості одиниці продукції.

Дані таблиці економічної ефективності вирощування льону олійного свідчать про те, що застосування мікробних препаратів збільшувало прибуток з одного гектара на 1675,1-1204,6 грн (76,0-54,6 %) на неудобреному фоні, на 1292,6-645,6 грн (58,6-29,3 %) – при внесенні $N_{17}P_{40}K_{45}$ і на 1023,6-165,6 грн (46,4-7,5 %) – при внесенні $N_{34}P_{80}K_{90}$. Показники рентабельності збільшувались на 49-33 в.п. на неудобреному фоні; на фоні половинної дози мінеральних добрив при бактеризації Поліміксобактерином рівень рентабельності зростав на 14 в.п., БСП – на 3 в.п. Бактеризація насіння Азотобактерином на цьому фоні знижувала відносно контролю даний показник на 2 в.п. Щодо фону мінерального живлення $N_{34}P_{80}K_{90}$, то рівень рентабельності мав тенденцію до зниження на всіх варіантах досліду з бактеризацією на 8-24 в.п. (табл. 7.57).

Застосування добрив при вирощуванні льону олійного сприяло підвищенню урожайності, але, у зв'язку із диспаритетом цін між добривами і продукцією, показники економічної ефективності на удобрених варіантах дещо гірші, ніж на контролі.

7.15. Ефективність комплексного застосування бактеризації насіння та рістрегулятора рослин при вирощуванні льону олійного

Мета дослідження – вивчення ефективності дії біотичних (інокуляція) та абіотичних (PPP) факторів впливу на стан та параметри посівів льону олійного, його врожайності в умовах Лівобережного Полісся.

Методика та умови проведення даного дослідження викладені у попередньому підрозділі 7.9.

Схема досліду (2-факторний, 2x4)*:

Фактор А – Рістрегулятор

Фон 1 – без регулятора росту (контроль).

Фон 2 – регулятор росту (Біолан).

Фактор В – Мікробні препарати

1. Без мікробних препаратів (контроль).

2. Поліміксобактерин.

3. Азотобактерин.

4. БСП.

* Стимулятор застосовується шляхом обприскування посівів робочим розчином: вода – 200 л/га; Біолан – 15 мл/га; дослід закладається на фоні добрив $N_{17}P_{40}K_{45}$ (50 % рекомендованої дози).

Результати проведених досліджень показали позитивний вплив застосування регулятора росту Біолану в комплексі з інокуляцією мікробними препаратами. В середньому за три роки експерименту істотного збільшення параметрів біометричного стану посівів було досягнуто при комплексному поєднанні інокуляції та PPP (табл. 7.58). Так, аналіз даних свідчить, що повнота сходів залежала від досліджуваних факторів наступним чином: мікробні препарати сприяли підвищенню кількості рослин на одиниці площі на момент повних сходів на 74-107 шт./м² або на 11-37 %; на контролі (без бактеризації та PPP) рослин залишилося від вихідної кількості на 35 шт./м² менше (-12,1 %). На фоні бактеризації збереглося на 46-56 шт./м² більше (+18-22 %) відносно контролю. При застосуванні одного Біолану збереженість рослин сягала +70 шт./м² або +27,4 %. Комплексне застосування рістрегулятора на фоні бактеризації мікробними препаратами дозволило на момент збирання отримати найбільшу щільність стеблостою – на 74-135 шт./м² або на 29-53% (табл. 7.58).

Таблиця 7.58 – Вплив мікробних препаратів та рістрегулятора на параметри біометричного стану посіву та морфологічні ознаки рослин льону олійного, середнє за три роки*

Показники		Варіанти РРР та фон мінеральних добрив	Варіанти біопрепаратів				
			Контроль (без бактеризації)	Полі-міксо-бактерин	Азото-бактерин	БСП	
1	2	3	4	5	6	7	
1. Динаміка росту рослин, см	“ялинка”	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без РРР	<u>20,0</u> 100	<u>22,0</u> +10	<u>21,2</u> +6	<u>21,4</u> +7	
		2. Фон + Біолан	<u>21,1</u> +6	<u>25,2</u> +26	<u>25,2</u> +26	<u>23,5</u> +18	
	швидкий ріст	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без РРР	<u>25,1</u> 100	<u>27,9</u> +11	<u>24,2</u> -4	<u>26,4</u> +5	
		2. Фон + Біолан	<u>26,5</u> +6	<u>31,6</u> +26	<u>30,1</u> +20	<u>28,6</u> +14	
	бутонізація	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без РРР	<u>43,3</u> 100	<u>46,8</u> +8	<u>45,3</u> +5	<u>42,7</u> -1	
		2. Фон + Біолан	<u>45,0</u> 100	<u>48,8</u> +8	<u>47,2</u> +5	<u>45,3</u> +1	
	цвітіння	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без РРР	<u>47,2</u> 100	<u>51,2</u> +8	<u>49,2</u> +4	<u>46,9</u> -1	
		2. Фон + Біолан	<u>45,4</u> -4	<u>52,3</u> +11	<u>51,1</u> +8	<u>49,0</u> +4	
	рання жовта стиглість	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без РРР	<u>49,3</u> 100	<u>52,0</u> +5	<u>51,5</u> +4	<u>49,1</u> -0,6	
		2. Фон + Біолан	<u>49,9</u> +1	<u>53,2</u> +8	<u>52,9</u> +7	<u>52,3</u> +6	
	2. Кількість рослин після сходів, шт./м ²		1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без РРР	<u>290</u> 100	<u>367</u> +26	<u>397</u> +37	<u>321</u> +11
			2. Фон + Біолан	<u>371</u> +28	<u>432</u> +49	<u>455</u> +57	<u>369</u> +27
3. Кількість рослин перед збиранням, шт./м ²		1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без РРР	<u>255</u> 100	<u>302</u> +18	<u>311</u> +22	<u>301</u> +18	
		2. Фон + Біолан	<u>325</u> +27	<u>349</u> +37	<u>390</u> +53	<u>329</u> +29	

Продовження табл. 7.58

1	2	3	4	5	6	7
4. Висота рослин, см	загальна	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без PPP	<u>51,6</u> 100	<u>54,1</u> +5	<u>54,6</u> +6	<u>50,5</u> -2
		2. Фон + Біолан	<u>53,5</u> +4	<u>55,6</u> +8	<u>55,1</u> +7	<u>55,9</u> +8
	технічна	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без PPP	<u>35,7</u> 100	<u>37,7</u> +6	<u>36,7</u> +3	<u>35,7</u> -
		2. Фон + Біолан	<u>36,1</u> +1	<u>38,9</u> +9	<u>36,8</u> +3	<u>38,1</u> +7
5. Кількість коробочок на 1-й рослині, шт.	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без PPP	<u>15,0</u> 100	<u>18,7</u> +25	<u>16,8</u> +12	<u>13,6</u> -9	
	2. Фон + Біолан	<u>16,5</u> +10	<u>18,9</u> +26	<u>18,3</u> +22	<u>19,3</u> +29	
6. Діаметр стебел, мм	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без PPP	<u>2,1</u> 100	<u>2,0</u> -5	<u>1,7</u> -19	<u>1,8</u> -14	
	2. Фон + Біолан	<u>1,8</u> -14	<u>1,9</u> -10	<u>1,5</u> -29	<u>1,7</u> -19	
7. Маса 1000 насинин, г	1. N ₁₇ P ₄₀ K ₄₅ фон без PPP	<u>6,1</u> 100	<u>5,9</u> -3	<u>5,7</u> -7	<u>5,7</u> -7	
	2. Фон + Біолан	<u>6,2</u> +2	<u>6,1</u> -	<u>5,9</u> -3	<u>5,7</u> -7	

* над рискою – абсолютний показник, під рискою ± % до абсолютного контролю (без PPP та бактеризації)

Дослідження динаміки росту льону олійного показало, що використання мікробних препаратів та PPP Біолану прискорювало ростові процеси, внаслідок чого рослини мали більшу висоту. Так, на фоні застосування лише рістрегулятора Біолану (порівняно з контролем без PPP та бактеризації), усереднено по фазах росту, динаміка лінійного приросту у висоту була більшою на 0,6 см (+1,6 %); на фоні бактеризації Поліміксобактерином – відповідно на 3 см (+8,1 %); Азотобактерином – на 1,3 см (+3,5 %); БСП – на 0,32 см (+0,9 %). Особливо посилювалися ростові процеси у льону за поєданого застосування бактеризації та рістрегулятора. На варіанті «Біолан + Поліміксобактерин» цей показник зростав на 4,64 см (+12,3 %), «Біолан + Азотобактерин» – на 3,72 см (9,9 %), «Біолан + БСП» – на 2,16 см або на 5,7 % (табл. 7.58).

Позитивна спрямованість дії комплексного використання бактеризації та рістрегулятора позначилася також на параметрах загальної і технічної висоти рослин, кількості сформованих на одній рослині насінневих коробочок (але це викликало тенденцію до зниження маси 1000 насінин). Зростання щільності стеблостою рослин на одиниці площі закономірно знижувало величину їхнього діаметру (табл. 7.58).

Аналіз показав, що проведення інокуляції льону олійного мікробними препаратами в середньому за три роки забезпечувало приріст урожайності насіння на 2,1-3,5 ц/га (+14,8-24,7 %), соломи – на 3,2-4,9 ц/га (+13,4-20,5 %). При обприскуванні посівів рістрегулятором Біоланом у фазі “ялинки” прибавка до контролю (без PPP та мікробних препаратів) становила: насіння 1,5 ц/га (+10,6 %), соломи – 3,1 ц/га (+13 %) (табл. 7.59, 7.60).

Таблиця 7.59 – Вплив біопрепаратів та рістрегулятора на врожайність насіння льону олійного, середнє за три роки

Варіанти біопрепаратів (фактор Б)	Варіанти рістрегулятора (фактор А)					
	Без PPP (контроль)			Біолан		
	ц/га	приріст		ц/га	приріст	
		±	%		±	%
1. Без біопрепаратів (контроль)	14,2	–	100	15,7	1,5	110,6
2. Поліміксобактерин	17,7	3,5	124,7	20,5	6,3	144,4
3. Азотобактерин	16,3	2,1	114,8	19,4	5,2	136,7
4. Біополіцид	16,8	2,6	118,3	20,1	5,9	141,6

НІР_{0,5}, ц/га для регуляторів росту 1,69
для мікробних препаратів 2,39

Комплексне поєднання передпосівної інокуляції насіння мікробними препаратами з обробкою посівів у фазі “ялинки” Біоланом забезпечувало підвищення урожайності у порівнянні з контрольним варіантом: по насінню – на 5,2-6,3 ц/га або +36,7-44,4 %, по соломі – на 3,2-4,9 ц/га або +13,4-20,5 %.

по соломі – на 7,7-9,6 ц/га або +32,3-40,2 %. При цьому вищу врожайність отримали у варіанті, де передпосівну інокуляцію мікробним препаратом Поліміксобактерином поєднували з обприскуванням посівів у період фази “ялинки” Біоланом. При цьому врожайність на контролі становила: насіння – 14,2 ц/га, соломи – 23,9 ц/га (табл. 7.59, 7.60).

Таблиця 7.60 – Вплив біопрепаратів та рістрегулятора на врожайність соломи льону олійного, середнє за три роки

Варіанти біопрепаратів (фактор Б)	Варіанти рістрегулятора (фактор А)					
	Без PPP (контроль)			Біолан		
	ц/га	приріст		ц/га	приріст	
		±	%		±	%
1. Без біопрепаратів (контроль)	23,9	-	100	27,0	3,1	113,0
2. Поліміксобактерин	28,8	4,9	120,5	33,5	9,6	140,2
3. Азотобактерин	27,1	3,2	113,4	31,6	7,7	132,3
4. Біополіцид	28,3	4,4	118,5	32,8	8,9	137,3

НІР_{0,5}, ц/га для регуляторів росту 2,93
 для мікробних препаратів 4,14

Бактеризація насіння льону олійного мікробними препаратами на фоні застосування регулятора росту Біолану показала їхню високу економічну ефективність (табл. 7.61).

Так, на фоновому контролі (N₁₇P₄₀K₄₅) без біопрепаратів та PPP при вирощуванні льону олійного прибуток з 1 га становив 1100 грн, а рівень рентабельності його виробництва – 125 %. Застосування лише мікробних препаратів для бактеризації насіння сприяло додатковому зростанню прибутку на 970,2-1291,0 грн/га або на +70,9-117,4 %, а рівня рентабельності – на 18-30 відсоткових пунктів. Використання лише PPP Біолану підвищувало ці показники відносно фонового контролю відповідно на 522,6 грн/га (+ 47,5 %) та 12 відсоткових пунктів.

Таблиця 7.61 – Економічна ефективність впровадження льону олійного залежно від застосування мікробних препаратів і регуляторів росту, середнє за три роки

Удобрення	Застосування мікробних препаратів	Урожайність, ц/га		Вартість врожаю, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 ц, грн		Прибуток на 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
		насіння	соломи			насіння	соломи		
Без регулятора росту	Без мікробних препаратів	14,2	23,9	5448,0	4348,0	245,0	36,4	1100,0	125
	Поліміксобактерин	17,7	28,8	6771,0	4380,0	198,0	30,4	2391,0	155
	Азобактерин	16,3	27,1	6247,0	4367,2	214,3	32,2	1879,8	143
	Біополіцид	16,8	28,3	6446,0	4371,8	208,2	30,9	2070,2	147
Біолан	Без мікробних препаратів	15,7	27,0	6035,0	4412,4	224,8	32,7	1622,6	137
	Поліміксобактерин	20,5	33,5	7845,0	4454,0	173,8	26,6	3391	176
	Азобактерин	19,4	31,6	7422,0	4443,9	183,3	28,1	2978,1	167
	Біополіцид	20,1	32,8	7691,0	4450,4	177,1	27,1	3240,6	173

Комплексне застосування цих препаратів дозволило отримати додатковий прибуток від 1878,1 грн/га (+170,7 %) до 2291,0 грн/га (+208,3 %) та підвищити рівень рентабельності на 42-51 відсотковий пункт. Максимальних показників було досягнуто на варіанті поєданого використання бактеризації насіння Поліміксобактерином та позакореневого внесення у фазі “ялинки” Біолану (табл. 7.61).

Таким чином, в умовах Лівобережного Полісся при вирощуванні льону олійного комплексне використання мікробних препаратів та рістрегулятора – дієвий засіб підвищення врожайності культури.

РОЗДІЛ 8

УДОСКОНАЛЕННЯ ТА АДАПТАЦІЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВАРІАНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ- ДОВГУНЦЯ ДО ЗОНАЛЬНИХ УМОВ

8.1. Науково-технологічні аспекти екологічно збалансованого та ефективного регулювання факторів впливу на продуктивність агроценозу льону-довгунця

Відомо, що урожай є не тільки інтегральною величиною сукупних прийомів агротехніки, але й результатом взаємодії багаточисельних факторів навколишнього середовища.

При створенні раціонально збалансованих прийомів агротехніки вирощування льону-довгунця, на наш погляд, необхідно спрямувати свої дії не стільки на економне використання агроценозом ресурсів, скільки на високу віддачу від виробленого біомасою спожитих рослиною факторів середовища, а саме: води, світла, елементів мінерального живлення тощо. Тобто агротехнології повинні бути максимально адаптовані до вимог рослин в умовах конкретного регіонального агроландшафту [700, 745-748].

Таким чином, за рахунок адаптованого варіювання структурою технологічних процесів можна загалом досягти суттєвого збільшення і стабілізації виробництва льонопродукції та значно “пом’якшувати” екстремальні екологічні ситуації у процесі росту й розвитку рослин.

Виробничий процес вирощування та збирання льону-довгунця зумовлюється технологією, яка залежно від зональних умов може мати суттєві відмінності. Особливо це стосується збирального процесу [296, 749-760].

Якість волокнистої льонопродукції значною мірою визначається її хімічним складом. Основною хімічною речовиною льоноволокна є целюлоза. Чим вищий її вміст у волокні, тим воно кращої якості. Процес формування волокна, а, отже, й целюлози, розпочинається відразу після утворення в льону першої пари справжніх листків і триває до цвітіння. У подальшому кількість волокон не збільшується,

а лише відмічається тенденція до збільшення їхньої товщини від фази цвітіння до ранньої жовтої стиглості. При цьому відбуваються внутрішні структурні зміни як у пучках, так і у волокнах, тобто їхнє здерев'яніння, що пояснюється накопиченням лігніну. У жовтій стиглості всі волокнисті пучки в рослині охоплені цим процесом, що у свою чергу призводить до жорсткості та ламкості луб'яних волокон. Таким чином, простежується досить чітка залежність хімічного складу сировини від умов вирощування льону та, особливо, процесів збирання й післязбиральної дробки льоносировини [49, 761].

Строки та способи збирання льону-довгунця є одними з важливих чинників реалізації продуктивності культури в системі вирощування, а якість – прямим наслідком умов вирощування на останньому етапі вегетації рослин. Враховуючи те, що на посівах льону одержують одночасно волокно і насіння, важливо вибрати такий час та спосіб збирання, коли буде найвищим урожай високоякісного волокна і дозрілим насіння.

Розглянемо це питання тільки тією мірою, наскільки це необхідно для розуміння механізмів формування врожаю, тобто сумарної сухої біомаси всіх рослин, що утворилися на одиниці площі посіву. При досяганні рослини льону проходять п'ять фаз: зеленець, зелену, ранню жовту, жовту і повну стиглості. Фази стиглості рослин визначаються за станом стебел, коробочок і насіння. Зеленець – це коли на рослинах від 15 до 20 % квіток та 80-85 % коробочок, які щойно з'явилися. Зелена – у 25-35 % зелених коробочок насіння зелене й з недовиповненими сім'ядолями, у решти 65-75 % коробочок воно зелене, але виповнене. При ранній жовтій стиглості 65-75 % жовто-зелених коробочок містять блідо-зелене з жовтим дзьобиком насіння, а решта коробочок – жовті з жовтим насінням. Лише окремі коробочки зелені й бурі з коричневим насінням. У жовтій стиглості в 50 % жовтих коробочок міститься жовте насіння, а інша половина коробочок – бурі з коричневим насінням та блідо-зелені з блідо-зеленим насінням, у якого жовтий дзьобик. При повній стиглості всі

коробочки на рослинах бурі, висухлі, а насіння в них коричневе [49, 761].

Особливістю культури є те, що досягання коробочок на одній і тій самій рослині відбувається неодноразово, а волокно з найкращими прядивними властивостями міститься у недостиглих рослинах. Найвищі показники врожайності та якості волокнистої продукції забезпечує збирання льону-довгунця в ранній жовтій стиглості, а насіння – в жовтій. Збирання в повній стиглості призводить до зниження якості волокнистої продукції, збільшення ураженості насіння хворобами [229, 710, 752].

Усі існуючі технології (способи) збирання льону-довгунця можна класифікувати таким чином: сноповий, комбайновий, роздільний (двофазний) [300, 762-766].

Застосування тієї чи іншої технології залежить від подальшого використання продукції льону. Технології різняться між собою витратами ручної праці, палива та електроенергії, кількістю застосованої збиральної техніки тощо.

В даний час на території СНД льон-довгунець практично скрізь збирають льонокомбайнами з одночасним очісуванням насінневих коробочок та розстилом стебел для отримання льонотрести, на відміну від ЄС, де застосовують роздільний спосіб збирання.

Кожний із перелічених способів має свої переваги і недоліки. Наскільки важлива досконалість технології та машин для збирання врожаю культури, свідчить той факт, що саме недоліки у вирішенні цього питання викликають втрати до 30 % врожаю волокна і до 50 % – насіння. При цьому витрати матеріально-енергетичних ресурсів у розрахунку на 1 га посіву становлять: дизельного пального – до 250 кг, електроенергії – 216 кВт·год, металу – 594 кг [757].

В Україні близько 70 % усіх посівів льону збирають комбайновим способом за допомогою машини ЛК-4А. Однак цей спосіб, маючи переваги щодо продуктивності та технологічності, створює проблему штучного сушіння свіжообчесаного льонового вороху. При

цьому технологічний процес сушіння вороху відносно складний та трудомісткий і потребує великих затрат енергії [767-769].

Таким чином, комбайновий спосіб не вирішує всіх проблем виробництва, залишаються великі енергетичні витрати на сушіння вороху. Крім того, при збиранні до вороху потрапляє недозріле насіння, що негативно впливає на його якісні показники.

Важливим фактором впливу на якість волокна є фаза стиглості льону-довгунця та її тривалість. Відомо, що найвищий вихід довгого волокна і найкращу його якість забезпечує збирання льону у ранній жовтій стиглості. Проте тривалість цієї фази коротка – у ранньостиглих сортів льону на Поліссі України вона становить 5-6 днів, у середньостиглих – 7-10 днів. Тому комбайновий спосіб збирання, не маючи іншого альтернативного за надійністю, з малою залежністю від погодних умов, повинен мати доповнюючий спосіб, який дозволяв би розпочинати і вести збирання у ранній жовтій стиглості та сприяти при цьому збереженню кількісних і якісних параметрів рослин льону [770-776]. Ці недоліки дозволяє вирішити роздільний спосіб збирання. Основними перевагами роздільної технології збирання, порівняно з комбайною, є використання енергії сонця для природного сушіння і дозрівання насіння у коробочках, а також можливість розпочати збиральні роботи на початку ранньої жовтої стиглості льону.

На жаль, сьогодні питанням адаптації вітчизняних сортів льону до механізованого збирання не приділяється належної уваги.

Підсумовуючи все вище викладене, слід зазначити, що агрофітоценоз льону-довгунця – це саморегульована система, яка недостатній розвиток одних складових посіву може компенсувати інтенсивнішим розвитком інших, але тільки в тому разі, коли для цього агротехнічні умови є сприятливими, що відповідно позначається на елементах структури врожайності. Тому вивчення ефективності керованих факторів технології в управлінні продукційним процесом рослин льону, зокрема таких, як попередники, норми висіву насіння, застосування добрив, регуляторів

росту рослин, мікробних препаратів та засобів захисту від шкочочинних організмів, способів обробітку ґрунту тощо, оцінка означених технологічних чинників є нагальною потребою, оскільки вони спрямовані на створення у фітоценозі оптимальних екологічних умов і сприяють реалізації потенційної продуктивності рослин льону [777-785].

На даний час не всі елементи традиційної технології вирощування та збирання повною мірою відповідають агробіологічним вимогам рослин льону-довгунця на різних етапах їхнього росту та розвитку. Тому пошук альтернативних елементів технології вирощування, з урахуванням зональних ресурсних можливостей, аналіз їхньої агробіологічної та економіко-енергетичної ефективності залишаються актуальними напрямками досліджень у льонарстві.

8.2. Урожайність та якість льону-довгунця залежно від екологічних чинників і технологічних факторів його вирощування

Перехід до ринкових відносин тісно пов'язаний з питаннями підвищення ефективності виробництва аграрної продукції. Як уже зазначалося, на формування урожайності соломи, волокна і насіння та їхньої якості впливає дуже багато факторів. Це природно-кліматичні умови зони вирощування; дози, способи та строки внесення мінеральних добрив; параметри екологічної пластичності та стабільності сортів, а саме: їхня здатність протистояти дії біотичних і абіотичних стресів. При цьому різні сорти неадекватно виявляють свої господарсько цінні властивості за різних умов. Стосовно добрив – норма реакції генотипу на рівень живлення може бути теж дуже різною. Тому при розробці системи удобрення необхідно враховувати не тільки потребу в елементах мінерального живлення культури в цілому, але й створювати умови живлення відповідні вимогам конкретного сорту [786].

Захист рослин є однією з важливих складових частин технології вирощування культур. Тому питання боротьби зі шкідливими організмами – актуальне, воно й досі не має радикального вирішення.

Особливо, що стосується бур'янів, то будь-який спосіб боротьби з ними не є абсолютним. Безумовно, гербіциди продовжують бути складовою частиною знищення бур'янів у посівах льону. Але поліпшенню фітосанітарного стану льону, наприклад, може сприяти підбір відповідної системи удобрення. Отже, важливо створити умови, за яких рослини льону матимуть у боротьбі зі шкочинними організмами якнайбільше конкурентних переваг [145, 638].

У сучасних умовах через дорожнечу енергоносіїв, необхідних для сушіння льоновороху та насіння, зростає значення використання у виробництві ранньостиглих сортів. Збирання цих сортів у ранні строки створює можливості сушіння льоновороху з використанням природних факторів. Окрім цього, розмір насіння і його стиглість, як важливе джерело покращення життєздатності, що впливає на урожайність культури, певною мірою можна регулювати способами збирання. Таким чином, в основі формування високих урожаїв льонопродукції відповідної якості, окрім генетичного потенціалу рослин і екологічних факторів, лежить технологія їхнього вирощування.

Недооцінка провідної ролі технологій виробництва льонопродукції великою мірою зумовлює зниження його конкурентоспроможності. При цьому максимальної ефективності виробництво продукції льонарства досягає за оптимальної комбінації залучених до цього ресурсів [15, 21, 787].

Метою виконання дослідження, результати якого знаходять відображення в даному розділі, є необхідність розробки та обґрунтування агробіологічних основ формування високих врожаїв льону-довгунця шляхом оптимізації агротехнічних заходів вирощування культури за екологічно безпечною ресурсощадною технологією та стабілізації виробництва льонопродукції у різні за метеорологічними умовами роки. Варто підкреслити, що у досліді було передбачено різні варіанти технології з метою розв'язання проблеми їхньої адаптації до конкретних умов (дослід 20, стор. 61-63).

Охарактеризуємо більш детально систему факторів, що визначали рівень продуктивності рослин льону-довгунця. Враховуючи значний вплив метеоумов вегетаційного періоду на урожайність льону, ми провели аналіз параметрів цього фактору по двох основних міжфазних періодах: «“ялинка” – цвітіння» (формування волокнистої продуктивності) та «цвітіння – визрівання» (формування насінневої продуктивності). Вегетаційний період 1990 року відзначався пониженим температурним режимом та значною кількістю опадів. У міжфазний період «“ялинка” – цвітіння» сума ефективних температур була нижчою від норми для сортів Томський 16 та Київський відповідно на 142,9 °C (67,5 %) і 130,3 °C (70,4 %), а кількість опадів перевищувала норму відповідно сортам на 70,7 мм (200 %) та 72,6 мм (203 %). Аналогічним виявився цей період і в 1991 році.

У 1992 році вегетаційний період характеризувався підвищеним температурним режимом повітря та кількістю опадів. Так, у період від сходів до визрівання випало 127,2 мм опадів (76 % норми), а середньодобова температура повітря перевищувала норму на 0,3-0,5 °C. Особливо посушливим виявився міжфазний період «цвітіння – визрівання», кількість опадів під час якого становила лише 29-44 % норми. Це значним чином позначилося на продуктивності рослин льону.

Метеорологічні умови міжфазного періоду «сходи – “ялинка”» виявилися дещо теплішими та посушливішими в порівнянні з середньобагаторічними показниками. Друга половина вегетаційного періоду льону-довгунця відзначалася пониженим температурним режимом повітря та збільшенням кількості опадів.

Результати проведеного аналізу свідчать, що загалом за 4 роки сума опадів за перший зазначений період перевищувала середню багаторічну норму для ранньостиглого сорту Томський 16 на 40 %, а середньораннього сорту Київський – на 53 %. Сума позитивних температур повітря вищих за +5 °C, навпаки – була меншою за норму, відповідно на 27 і 21 %. Тривалість даного періоду по сортах

відповідно становила 30 та 34 дні. Щодо другого періоду («цвітіння – визрівання»), то він характеризувався підвищеною вологістю — на 26,3 і 24,7 %, а також підвищеною сумою позитивних температур – на 11,7 та 26,7 %. Такі погодні умови подовжували тривалість вегетації рослин в середньому по сортах на 5 і 7 днів. Загалом у ранньостиглого сорту вона становила 95 днів, середньораннього – 102 дні (додатки М1-М3).

У силу своїх біологічних особливостей сорти по-різному реагували на умови зовнішнього середовища та фактори вирощування. Результати аналізу генотипових особливостей сортів та їхньої реакції на умови вирощування свідчать, що показники біометричного стану ранньостиглого сорту Томський 16 за окремими параметрами були дещо кращі, ніж у середньораннього сорту Київський. Так, у середньому за 4 роки повнота сходів у сорту Томський 16 відповідно становила в цілому по досліді 87,5 %, що вище на 6,5 в.п., густина стеблостою перед збиранням на одиниці площі була теж вищою на 181,5 шт./м² (9,6 %). При цьому частка продуктивних рослин відносно їхньої загальної кількості дещо перевищувала аналогічний показник у сорту Київський на 1,8 відсоткового пункту. Щодо стійкості рослин до вилягання, то сорт Томський 16 мав середній бал 4,59, а сорт Київський – 4,03 (-12,2 %). Але за період вегетації у сорту Київський усереднено по досліді гинуло рослин 5,1 %, а у сорту Томський 16 – 5,3 % (табл. 8.1).

Враховуючи те, що сучасні протруйники насіння характеризуються широким спектром дії, можливістю проникати в рослину і пригнічувати внутрішню інфекцію, а також певною мірою впливати на ростові процеси проростаючого насіння, ми порівняли показники величини повноти сходів на обох фонах захисту рослин. За еталон брали загальноприйняте протруєння напівзволоженим методом (15 л/т насіння робочого розчину) з прилипачем NaKMЦ (натрієва сіль карбоксилметилцелюлози) з оптимальною концентрацією 3 %. Протруйник ТМТД (тирам 400 г/л) – контактний препарат класу похідних дитіокарбамінових кислот (фон 1). Він

порушує розвиток вегетативних та генеративних органів грибів – збудників хвороб, що містяться на поверхні насіння. При застосуванні цього інкрустуючого розчину не повністю укритего плівкою насіння буває не більше 4-7 %, а ступінь утримання плівки на насінні льону дорівнює в середньому 91,4% [607].

Фон 2 – протруювання насіння комбінованою сумішшю: ТМТД + Фундазол (беноміл 500 г/л) у половинних дозах. Фундазол – системний фунгіцид, який проникає у тканини та судинну систему рослин і рухається нею. Тривалість його дії меншою мірою залежить від метеорологічних умов, виявляє лікувальний ефект, запобігаючи загальному ураженню рослин або знижуючи патогени в ній. У даному разі до протруйників додавалася борна кислота. Відомо, що нестача бору знижує стійкість льону до хвороб. До того ж, бор у природі у вільному стані не зустрічається, його роль зводиться до створення сприятливих умов для розвитку судинної системи льону, внаслідок чого забезпечується нормальний транспорт вуглеводів з листя до кореня та репродуктивних органів. Крім того, бор покращує засвоєння поживних речовин, позитивно впливає на запліднення, формування та досягання насіння.

Аналіз даних таблиці 8.1 свідчить, що усереднено по досліді за 4 роки повнота сходів становила 84,3 %. При цьому по фоні 1 (загальноприйнятий захист) параметри повноти сходів сягали в середньому по сортах 83,7 %, у тому числі по сорту Томський 16 – 87,2 %, сорту Київський – 80,3 %. По фоні 2 (більш інтенсивний захист) – 84,8 %, відповідно по сортах – 87,8 та 81,8 %. Тобто в середньому по сортах на фоні 2 збільшення величини даного показника сягало 1,1 відсоткового пункту. У сорту Київський це збільшення сягало 1,5 в.п., сорту Томський 16 – лише 0,6 в.п. При цьому ефект від протруєння насіння на варіанті без добрив був ще значнішим. Так, усереднено по сортах повнота сходів по фоні 2 перевищувала цей показник на фоні 1 на 3,8 в.п., тобто 86,9 % проти 83,1 %.

Таблиця 8.1 – Показники біометричного стану посіву льону-довгунця в залежності від варіантів технології вирощування, середнє за чотири роки

Сорти	Варіанти хімічного захисту	Варіанти добрив	Повнога сходи, %	Густина стебел перед збиранням, шт./м ²	Загибло рослин за період вегетації, %	Продуктивних рослин до загальної кількості, %	Ступінь вилягання, бал
Томський І6 ранньостиглий	Фон 1 Загально-прийнятий (контроль) протруйник + інсектицид + гербіцид	1. Без добрив (абсолютний контроль)	86,3	2024,0	6,2	92,7	4,8
		2. P ₅₀ K ₉₀ + N ₃₀ + P ₁₀	88,5	2097,3	5,3	91,7	4,3
		3. P ₅₀ K ₉₀ + P ₁₀ + N ₄₅ (N ₁₅ + N ₁₅ + N ₁₅)	88,7	2121,0	6,0	89,9	4,0
		4. P ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	86,2	2045,7	5,6	94,9	4,6
		5. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃ 10-12x15 см локально	86,4	2052,7	5,6	94,0	4,8
	Фон 2 Інтенсивний протруйник + мікро-елементи + інсектицид + фунгіцид + ретардант	1. Без добрив (абсолютний контроль)	89,6	2115,3	5,1	90,3	5,0
		2. P ₅₀ K ₉₀ + N ₃₀ + P ₁₀	88,5	2105,0	4,9	91,5	4,3
		3. P ₅₀ K ₉₀ + P ₁₀ + N ₄₅ (N ₁₅ + N ₁₅ + N ₁₅)	89,1	2129,0	4,5	91,6	4,3
		4. P ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	85,0	2018,3	5,1	95,6	4,8
		5. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃ 10-12x15 см локально	87,0	2072,3	4,7	94,2	5,0
Київський середньоранній	Фон 1 Загально-прийнятий (контроль) протруйник + інсектицид + гербіцид	1. Без добрив (абсолютний контроль)	79,9	1915,0	7,0	94,0	4,8
		2. P ₅₀ K ₉₀ + N ₃₀ + P ₁₀	78,1	1804,3	7,1	85,6	3,5
		3. P ₅₀ K ₉₀ + P ₁₀ + N ₄₅ (N ₁₅ + N ₁₅ + N ₁₅)	81,8	1910,7	6,4	88,3	3,2
		4. P ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	81,4	1930,0	5,3	92,7	4,1
		5. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃ 10-12x15 см локально	80,5	1938,0	3,7	87,7	4,0
	Фон 2 Інтенсивний протруйник + мікро-елементи + інсектицид + фунгіцид + ретардант	1. Без добрив (абсолютний контроль)	84,3	1964,7	4,5	94,3	4,8
		2. P ₅₀ K ₉₀ + N ₃₀ + P ₁₀	81,0	1741,7	4,4	88,2	4,0
		3. P ₅₀ K ₉₀ + P ₁₀ + N ₄₅ (N ₁₅ + N ₁₅ + N ₁₅)	82,4	1971,0	4,5	90,2	3,6
		4. P ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	81,6	1951,7	4,6	92,9	4,1
		5. N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃ 10-12x15 см локально	79,6	1838,3	3,9	92,6	4,2

Щодо окремих сортів, то у сорту Томський 16 це перевищення становило 3,3 в.п. (89,6 та 86,3 %), сорту Київський відповідно – 4,4 в.п. (84,3 та 79,9 %). Таким чином, тенденція більш позитивного реагування на інтенсивні захисні заходи проявлялася у сорту з довшим вегетаційним періодом.

Щодо виживання рослин, то на варіанті без добрив при загальноприйнятому фоні захисту за вегетацію гинуло в середньому по сортах 6,6 %, на інтенсивному захисному фоні – 4,8 % (-1,8 в.п.), а відповідно по сорту Томський 16: -1,1 в.п., сорту Київський: -2,5 в.п. На удобрених варіантах по захисному фону 1 (незалежно від варіантів удобрення) за вегетаційний період в середньому по сортах гинуло 5,6 % рослин, по фону 2 відповідно – 4,5 %, тобто менше на 1,1 в.п., а безпосередньо по сортах – у ранньостиглого – на 0,8 в.п., середньораннього – на 1,3 в.п. (табл. 8.1).

Аналогічна тенденція спостерігалась за показником щільності загального стеблостою рослин льону на одиниці площі перед збиранням. Так, на агрофоні без добрив при інтенсивному захисті (фон 2) кількість рослин на 1 м² була більшою порівняно до фону 1 на 3,6 % (табл. 8.1).

Оцінка впливу мінеральних добрив на показники біометричного стану посіву (табл. 8.1) показала, що в порівнянні з контролем (без добрив) повнота сходів у середньому за 4 роки на варіантах з добривами (незалежно від фону захисту та сортів) мала тенденцію до зниження на 1-2 %, за винятком варіанту із внесенням N₄₅ у роздріб на фоні P₅₀K₉₀ (вар. 3), де цей показник дещо зростав – на 0,5 % при величині на контролі 85 %. Окрім цього, на даному варіанті 3 спостерігалася найбільша щільність стеблостою льону, яка перевищувала всі інші варіанти на 1,1- 4,9 %. Ми схильні вважати, що певне підвищення щільності загального стеблостою на одиниці площі пов'язано, насамперед, із поліпшенням умов саме азотного живлення рослин льону, як одного з лімітуючих факторів росту та розвитку в умовах дерново-підзолистих ґрунтів легкого гранулометричного складу. Відомо, що в період інтенсивного росту льону найбільшу

роль у живленні рослин відіграє азот. Цей період у живленні льону є критичним по відношенню до азоту. Можливо, саме додаткове підживлення азотом у дозі N_{15} у фазі швидкого росту й відіграло позитивну дію на ріст та розвиток льону.

При весняному внесенні мінеральних добрив під передпосівний обробіток ґрунту спостерігалася наступна тенденція взаємозв'язку між повнотою сходів та добривами: на фоні внесення азоту у дозі N_{30} повнота сходів у середньому становила 84 %. На фоні повного мінерального добрива в дозі $N_{17}P_{17}K_{17}$ та $N_{13}P_{13}K_{13}$ (сумарно 51 та 39 кг/га д.р.) – відповідно 83,5 і 83,4 % (табл. 8.1). На нашу думку, визначальним фактором при цьому є концентрація солей у просторі навколо насіння та рослин.

Важливо виключити потрапляння значних кількостей NPK у ґрунт у місці розташування насіння, оскільки існує ризик, що частина добрив розміститься занадто близько до насіння, і це приведе до пошкодження останнього – явище так званого хімічного опіку.

Цікавим є той факт, що на фоні різних доз азоту протягом вегетації виживаність рослин культури теж була різною. Так, усереднено по варіантах добрив на контролі (вар. 1) за вегетацію гинуло 5,7 % від їхньої вихідної кількості на момент повних сходів; на варіанті $P_{50}K_{90} + N_{30} + P_{10}$ – 5,4 %; $P_{50}K_{90} + P_{10} + N_{45}$ ($N_{15} + N_{15} + N_{15}$) – 5,3 %; $P_{43}K_{73} + N_{17}P_{17}K_{17}$ – 5,1 %; $N_{13}P_{13}K_{13}$ – 4,5 %. Тобто кількість загиблих рослин, порівняно з контролем, зі зменшенням доз азоту (за виключенням варіанту з його роздрібним внесенням у три прийоми, де доза була найбільшою – N_{45}), теж зменшувалася відповідно по варіантах на 7,0; 7,0; 10,5 та 21,1 відсотків (табл. 8.1). Причин, на нашу думку, подібного факту може бути декілька.

По-перше, у всіх варіантах, окрім, зрозуміло, контролю, частина фосфору або вся його доза вносилися весною. Для стартових добрив критичний компонент – це саме фосфор, оскільки він практично нерухомий у ґрунті. При цьому перехід поліфосфатів у доступну для рослин ортоформу відбувається шляхом гідролізу, швидкість цього

процесу залежить від низки чинників – рН, мікрофлори ґрунту, наявності ферментів, колоїдних речовин, іонного складу ґрунту, температури (зокрема, за температури менше, ніж +14 °С він майже не засвоюється). Тому в умовах холодного ґрунту процес гідролізу 50 % поліфосфатів може тривати до 30-40 днів. А саме фосфор украй необхідний для росту коренів.

По-друге, невелика кількість азоту в стартовому добриві забезпечує рослинам раннє азотне живлення, не викликаючи пошкодження й посилюючи поглинання фосфору. Додавання калію також дає позитивний ефект у поглинанні фосфору та транспортуванні поживних елементів.

По-третє, нестача фосфору у початковий період росту порушує метаболізм фосфору й азоту в кореневій системі рослин, що гальмує накопичення кореневої маси, а далі, в період максимального росту рослин, знижує споживання азоту з ґрунту та добрив. На цю особливість льону звертала увагу в своїх дослідженнях Т. Н. Кулаковська (1990), підкреслюючи, що розмір додаткового засвоєння рослинами азоту ґрунту під впливом азотних добрив варіював залежно від рівня родючості та забезпеченості рослин фосфором [405].

По-четверте, найменша загибель рослин льону протягом вегетації на варіанті з локальним внесенням складних комплексних добрив (вар. 5) може пояснюватися певними біологічними особливостями культури. Оскільки коренева система льону складається з головного стрижневого кореня, від якого відходять бокові корінці з розгалуженнями. При цьому маса коріння не перевищує 8-10 % маси всієї рослини, тоді як у більшості польових культур вона досягає 25 %. У той же час 80 % маси коріння розташовується в орному шарі ґрунту [229]. Що стосується культур, які мають стрижневу кореневу систему, то найкращих результатів вдається досягти за умов розміщення добрив якнайближче до місця росту стрижневого кореня, а також (бажано) на більш значній глибині для стимулювання росту кореня вглиб, особливо на легких ґрунтах у сухих умовах та з

поганою капілярністю. В подальшому це підтвердилося у дослідженнях Н. П. Кузьменко (2000) та В. Я. Тихомирової (2002), в яких локалізація внесення добрив позитивно впливала на збільшення маси коренів та їхній розвиток у нижньому шарі орного горизонту – частка коренів льону у шарі 10-20 см становила 26-30 % проти 20 % при розкидному внесенні, що дозволяло краще використовувати поживні речовини та запаси ґрунтової вологи з усього орного шару. При цьому коефіцієнт використання елементів живлення з добрив у порівнянні з розкидним способом зростав по азоту на 30, фосфору – на 5 та калію – на 18 %, що дозволяє знижувати дози добрив [388, 416].

Весь комплекс заходів із формування врожаю спрямований на зменшення впливу чинників, що його лімітують.

Досить важливою проблемою є боротьба з виляганням посіву льону. Безумовно, що основні заходи здійснюються застосуванням помірних норм висіву, раціональною системою удобрення (співвідношення N:P:K), впровадженням стійких проти вилягання сортів. Але при цьому слід також зазначити, що ми не зможемо гарантовано отримувати високий врожай льону, якщо виключимо один із важливих елементів технології – морфорегуляцію (ризики вилягання).

Вилягання негативно впливає на формування морфологічних і господарських ознак льону. Встановлено, що у полеглих рослин значно послаблюється процес синтезу волокнистих речовин і підвищується вміст деревини, внаслідок чого знижується їхня продуктивність. У полеглих рослин з відхиленням від нормального розвитку анатомічних структур проходить утворення елементарних волокон, стінки їхні пухкі, луб'яні пучки недорозвинені. Внаслідок цього підвищується вихід короткого і зменшується вихід довгого волокна, а його якість різко знижується. Вилягання призводить до суттєвого зниження насінневої продуктивності рослин і посівних кондицій насіння.

Відомо, що вилягання льону несумісне з механізованим збиранням та подальшою післязбиральною доробкою льоносировини

за допомогою машин. Воно призводить до псування вирощеного врожаю за рахунок підпрівання полеглих стебел, що різко погіршує якість волокнистої сировини. Посіви полеглої льону, які оцінюються ступенем полеглості рослин в 1-2 бали, збирати льонокомбайнами майже неможливо. При полеглості на рівні трьох балів збирати можна лише проти напрямку вилягання. Але ступінь вилягання та його напрямок на окремих ділянках поля, як правило, буває різним, що викликає значні втрати врожаю при збиранні.

Регуляція формування волокна і насіння льону-довгунця досягається за допомогою етилендонорних ретардантів: Етрелу, Дигідрелу, Кампозану М. Аналізуючи механізми процесу морфорегуляції даними препаратами, можна сказати, що він відбувається шляхом безпосереднього впливу на синтез гормону росту гібереліну. Гальмуючи його виділення, тим самим стимулюється виділення більшої кількості цитокінінів, що дає змогу соломині рости в товщину (А. А. Барцева та ін., 1982) [600]. При цьому перерозподіл у будові рослини в свою чергу підвищує ефективність використання азотних добрив. Доречно звернути увагу на те, що регулятори росту рослин останнього покоління гальмують лише активність дії гібереліну, не впливаючи суттєво на його концентрацію.

Щодо впливу погодного фактору на оброблені ретардантом рослини льону, то в жарку погоду ріст рослин відновлюється через 14-20 днів, а в холодну – через 5-7 днів [585].

Механізм дії ретарданту Кампозану М також полягає у сприянні розгалуженню суцвіття, яке стає довшим, завдяки чому в роки з дощовим літом при застосуванні даного препарату загальна довжина рослин не зменшується, а може навіть збільшуватись. При цьому зростає насіннева продуктивність без будь-яких негативних змін його посівних якостей та спадкових властивостей насіння.

Як ми вже підкреслювали, першопричиною явища вилягання може бути багато чинників. Розглянемо фактори, що вивчалися в дослідженні. Перш за все, це застосування ретарданту Кампозану М. На фоні обприскування посівів льону даним морфорегулятором

(фон 2) усереднено за сортами й варіантами добрив, порівняно з фоном без нього (фон 1) – контроль, ступінь вилягання рослин становив 4,39 балу при показнику на фоні 1 – 4,20 балу, або стійкість рослин до вилягання була в середньому за 4 роки на 4,5 % вищою (табл. 8.1).

Добрива, особливо азотні, зі збільшенням доз також підвищують ризик щодо вилягання рослин льону. Аналіз ступеня вилягання рослин по варіантах з добривами свідчить, що в середньому за 4 роки найвищий ступінь стійкості рослин спостерігався на природному фоні (без добрив) – 4,85 балу. При цьому на фоні 1 (загально-прийнятий захист) він становив 4,8 балу, а на фоні 2 (з Кампозаном М) – 4,9 балу (+2,1 %). При внесенні по фону P₅₀K₉₀ азоту в дозі N₃₀ (вар. 2) цей показник знижувався на фоні 1 до 3,9 балу, або 18,8 % до варіанту без добрив, а на фоні 2 – до 4,15 балу (-16,3 %). Тобто ступінь стійкості рослин відносно фону 1 на аналогічному варіанті підвищувався на 5,1 %. Внесення азоту в дозі N₄₅ (навіть роздрібно) знижувало величину даного показника відповідно фонам до 3,6 (-25 %) та 3,9 (-20,4 %) балу, або Кампозан М підвищував стійкість до вилягання відносно аналогічного варіанту на звичайному фоні захисту на 8,3 %. На фоні внесення N₁₇ ці показники були дещо вищими, а саме: відповідно 4,3 (-10,4 %) та 4,4 (-10,2 %) бали, тобто по фону з ретардантом стійкість рослин зростала на 2,3 %. На фоні локального внесення N₁₃ (вар. 5) відповідно показники становили 4,4 (-8,3 %) та 4,6 (-6,1 %) балу, а Кампозан М зумовлював ріст стійкості рослин на 4,5 %.

Загалом на удобрених варіантах ступінь вилягання рослин відповідав величині у 4,17 балу, що порівняно з варіантом без добрив (4,85 балу) було нижчим на 14 % (табл. 8.1).

Це свідчить про те, що саме помірні дози азоту й підвищені – калію та фосфору сприяють формуванню щільної анатомічної структури стебла, зокрема густо розмішених по його периметру великих за розмірами луб'яних пучків, які складаються із товстостінних елементарних волокон гранчастої форми. У архітектоніці стебла тяжі технічного волокна, що складаються з таких

пучків, відіграють роль пружного каркасу в масі корової паренхіми в рослин льону і прилягаючої до неї деревини [394].

Аналіз морфологічних ознак рослин (табл. 8.2) свідчить про те, що середньоранній сорт Київський за загальною та технічною довжиною рослин, сформованих на одній рослині коробочок, насінин та масі 1000 насінин у середньому перевищував ранньостиглий сорт Томський 16 відповідно на 6 та 6,8%, 20, 36,3 та 13 %.

При цьому спостерігався встановлений нами раніше взаємозв'язок між висотою рослин, сортом та кількістю опадів за вегетаційний період ($R = 0,93$). У даному дослідженні теж мала місце генотипова чутливість сортів до ступеня зволоженості. Тобто більш пізньостиглий сорт сильніше реагував на цей фактор. Так, при підвищенні, порівняно до багаторічної норми, ступеня зволоженості за вегетаційний період у середньому на 29 % середньоранній сорт Київський формував стебла вищі за ранньостиглий сорт Томський 16 як за загальною висотою, так і технічною довжиною відповідно у середньому на 4,4 см або на 6-6,8 % (табл. 8.2).

Внесення мінеральних добрив, порівняно з абсолютним контролем (вар. 1), сприяло в середньому по сортах підвищенню загальної висоти рослин (в залежності від варіантів) на 5,5-7,7 см або на 7,8-10,9 %, їхньої технічної довжини – на 4,7-6,5 см (7,5-10,4 %). Загальна і технічна довжина стебел на контролі в середньому становила відповідно 70,6 та 62,6 см (табл. 8.2).

Заслугує на увагу той факт, що підвищення доз азоту сприяло інтенсифікації ростових процесів. Так, внесення на фоні РК азоту в дозі N_{13} забезпечило приріст загальної і технічної довжини стебел до контролю відповідно на 5,5 см (+7,8 %) та 4,7 см (+7,5 %), N_{17} – 6,3 та 5,1 см (+8,9 та 8,1 %), N_{30} – 7,4 та 6,1 см (+10,5 та 9,7 %), N_{45} – 7,7 та 6,5 см або +10,9 та 10,4 % (табл. 8.2). При цьому в середньому за 4 роки на варіанті з максимальною дозою азоту (N_{45}) порівняно з контролем сформувалася на рослині також найбільша кількість насінневих коробочок – 1,9 шт. (+26,7 %), насінин – 12,4 шт.

(+29,2 %), відмічалось збільшення діаметру стебел на 18,2 % та маси 1000 насінин на 2,1 %.

Таблиця 8.2 – Морфологічні ознаки рослин льону-довгунця в залежності від варіантів технології вирощування, середнє за чотири роки

Сорти	Варіанти хімічного захисту	Варіанти удобрення	Висота рослин, см		Сформувалось на 1 рослині, шт.		Діаметр стебел, мм	Маса 1000 насінин, г
			загальна	технічна	коробочок	насіння		
Томський 16 ранньостиглий	Фон 1 Загально-прийнятий	1*	68,3	61,3	1,3	7,6	1,1	4,6
		2	76,3	67,7	1,4	8,5	1,3	4,7
		3	77,0	67,0	1,7	9,8	1,3	4,8
		4	73,3	63,7	1,5	8,8	1,2	4,7
		5	74,0	66,7	1,5	8,9	1,3	4,7
	Фон 2 Інтенсивний	1*	68,0	58,7	1,5	9,5	1,0	4,4
		2	75,3	66,3	1,5	9,1	1,3	4,5
		3	77,0	68,0	1,6	10,4	1,2	4,5
		4	75,0	66,0	1,4	9,1	1,2	4,7
		5	73,0	63,3	1,5	9,6	1,3	4,6
Київський середньоранній	Фон 1 Загально-прийнятий	1*	73,7	66,7	1,5	10,5	1,1	5,0
		2	80,0	70,7	1,8	11,5	1,3	5,3
		3	80,3	71,7	2,1	14,0	1,3	5,1
		4	79,7	71,3	1,8	13,2	1,2	5,2
		5	79,7	71,3	1,9	12,2	1,2	5,2
	Фон 2 Інтенсивний	1*	72,3	63,7	1,6	10,6	1,2	5,2
		2	80,0	70,3	1,9	11,7	1,3	5,2
		3	78,7	69,7	2,2	15,3	1,4	5,2
		4	79,3	69,7	1,5	12,7	1,2	5,2
		5	77,3	68,0	1,8	12,4	1,2	5,1

* 1 – Без добрив (контроль); 2 – P₅₀K₉₀ + N₃₀ + P₁₀;

3 – P₅₀K₉₀ + P₁₀ + N₄₅ (N₁₅ + N₁₅ + N₁₅); 4 – P₄₃K₇₃ + N₁₇P₁₇K₁₇; 5 – N₁₃P₁₃K₁₃.

Як ми зазначали раніше, бор позитивно впливає на запліднення, формування та досягання насіння. До того ж, даний мікроелемент особливо необхідний на добре забезпечених фосфором ґрунтах. У наших дослідженнях на фоні застосування борної кислоти для обробки насіння льону перед посівом на рослинах сформувалася найбільша кількість насінин, яка усереднено за фоном 2 становила

11 шт., що перевищує величину даного показника на фоні 1 на 4,8 % (табл. 8.2).

Як відомо, загальноновизнано вважається чистим ґрунт (культурний стан ґрунту), в орному шарі якого міститься менше 1 тис./га коренів багаторічних і 10 млн шт./га схожого насіння малорічних бур'янів [61]. Через надмірну потенційну засміченість ґрунту в посівах льону за вегетаційний період може з'явитися на 1 м² до 1,5-2,0 тисяч сходів малорічних і 15-30 паростків або пагонів багаторічних коренепаросткових бур'янів, у той час, коли льон, за класифікацією С. А. Воробйова, належить до групи рослин із слабкою конкурентною спроможністю щодо бур'янів. Тому контроль забур'яненості в його посівах має велике значення для забезпечення належних умов при формуванні урожаю льонопродукції [662].

Особливої уваги заслуговує обґрунтований підхід щодо захисту льону від комплексу бур'янів на початку росту і розвитку. Гербокритичний період льону коливається (особливо по відношенню до дводольних бур'янів) в межах 15-20 днів і припадає на момент від утворення першої пари справжніх листків і до початку інтенсивного росту (фаза “ялинки”), тобто при висоті 3-6 см, але не вище 10 см. Саме в цей час льону потрібен максимальний захист від впливу небажаної рослинності та проведення заходів боротьби з грибковими хворобами.

В умовах наших досліджень на ділянках сформувався змішаний тип забур'яненості. Серед дводольних бур'янів переважали: редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), жабрій звичайний (*Galeopsis tetrahit* L.), ромашка непахуча (*Matricaria perforata* Merat), кучерявець Софії (*Descurainia sophia* L.), злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), осот жовтий (*Sonchus arvensis* L.), березка польова (*Convolvulus arvensis* L.). Злакові види були представлені мишієм сизим (*Setaria pumila*), плоскухою звичайною (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) пирієм повзучим (*Agropyron repens* (L.) P.Beauv.).

Матеріалом для досліджень було використано 2 гербіциди, а саме: протидводольний Базагран М (бентазон 250 г/л + 2М-4Х МЦПА 125 г/л), який має контактну та системну дію; протизлаковий системний препарат Міура (хізалофоп-П-етил, 125 г/л).

Враховуючи різноманітність видового складу, динаміку появи сходів бур'янів різних видів та їхні фазові зміни росту й розвитку, а також особливості конкурентоздатності рослин льону, ми застосовували роздільне обприскування гербіцидами. Спочатку посіви обробляли протидводольним препаратом, а через 7 днів – протизлаковим.

Згідно з одержаними даними (табл. 8.3). початкова забур'яненість становила в середньому по досліді 106,4 шт./м² з коливаннями від 84,4 до 123,9 4 шт./м². При цьому посіви сорту Томський 16 відзначалися на початкових стадіях вегетації дещо меншим ступенем забур'яненості, яка в середньому становила 92,1 шт./м² бур'янів, що порівняно з сортом Київський (120,7 шт./м²) було меншим на 23,7 %. На нашу думку, це могло бути пов'язано з більшою щільністю стеблостою льону на одиниці площі в сорту Томський 16, яка перевищувала величину даного показника в сорту Київський на 181 шт./м² або +9,5 %. Ця тенденція по сортах зберігалася і перед збиранням культури. Усереднено по фонах сорт Київський мав забур'яненість на період збирання 87 шт./м², що перевищувало ступінь засміченості сорту Томський 16 на 17 шт./м², або +24,3 %. У той же час у ваговому відношенні повітряно-суха маса бур'янів у посівах сорту Київський була на 8,7 % меншою, ніж у сорту Томський 16. У середньому за 4 роки забур'яненість на період збирання зменшувалася порівняно до початкової в досліді з 106,4 до 78,5 шт./м², або на 26,2 %, а повітряно-суха маса бур'янів становила 25,3 г/м².

Використання інтенсивного захисту рослин в середньому за 4 роки в цілому по експерименту сприяло зниженню забур'яненості посівів перед збиранням на 3 % у кількісному та на 26,5 % – у ваговому відношеннях.

Таблиця 8.3 – Вплив варіантів технології вирощування на забур'яненість посівів льону-довгунця, середнє за чотири роки

Сорти	Варіанти хімічного захисту	Варіанти удобрення	Кількість бур'янів, шт./м ²			Повітряно-суха маса бур'янів	
			після повних сходів	перед збиранням	% до вихідної	г/м ²	% до контролю
Томський 16 ранньосиглий	Інтенсивний	1*	62,7	78,0	124,4	20,8	100,0
		2	103,3	66,7	64,6	18,3	88,0
		3	66,7	50,0	75,0	23,3	112,0
		4	92,3	71,7	77,7	19,4	93,3
		5	97,0	62,0	63,9	24,9	119,7
	Загальноприйнятий	1*	113,3	72,0	63,5	30,8	100,0
		2	90,0	82,0	91,1	29,6	96,1
		3	77,3	59,0	76,3	33,8	109,7
		4	100,0	67,0	67,0	35,1	114,0
		5	118,7	91,7	77,2	28,6	92,8
Київський середньоранній	Інтенсивний	1*	102,3	127,0	124,1	19,8	100,0
		2	115,0	93,0	80,9	18,8	94,9
		3	134,3	76,3	56,8	20,5	103,5
		4	128,7	98,3	76,4	26,5	133,8
		5	139,3	49,7	35,7	22,0	111,1
	Загальноприйнятий	1*	107,7	86,0	79,8	27,9	100,0
		2	104,0	77,3	74,3	19,5	69,9
		3	99,3	101,7	102,4	34,0	121,9
		4	130,0	77,7	59,8	23,7	84,9
		5	147,0	82,7	56,2	28,4	101,8

* 1 – Без добрив (контроль); 2 – P₅₀K₉₀ + N₃₀ + P₁₀;

3 – P₅₀K₉₀ + P₁₀ + N₄₅ (N₁₅ + N₁₅ + N₁₅); 4 – P₄₃K₇₃ + N₁₇P₁₇K₁₇; 5 – N₁₃P₁₃K₁₃.

Таким чином, у цілому відмічено загальне зменшення забур'яненості посівів у зв'язку з дією гербіцидів та наростанням вегетаційної маси льону, яка пригнічувала ослаблені гербіцидами бур'яни (особливо менш чутливі види) та не давала можливості проростати новим бур'янам (це бур'яни з розтягнутим періодом проростання насіння – види лободи, види щиріці, мишій сизий, пушняк канадський тощо) у агрофітоценозі, забур'яненість при цьому зменшувалася у 1,4 разу.

Відомо, що істотне значення для проростання насіння бур'янів, особливо однорічних видів, має концентрація в ґрунті іонів NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , сполук P_2O_5 , K_2O , та інших. Велика кількість видів бур'янів є нітро- і фосфорофілами і меншою мірою – калієфілами. У більшості нітрофілів зростає здатність насіння до проростання із зростанням концентрації іонів сполук азоту в ґрунтовому розчині до 0,1-0,6 % [61]. Також не треба забувати, що гербіциди, як речовини високої фізіологічної активності, здатні значною мірою впливати на системи ендогенних фітогормонів у рослинах. Це зумовлює зміну вмісту в тканинах рістрегулюючих речовин. При цьому проникнення, пересування по судинах і взаємодія гербіцидів з метаболітами рослин можуть також залежати від рівня мінерального живлення та загальної спрямованості фізіологічних процесів усередині рослинного організму. Таким чином, при регулюванні ґрунтового живлення рослин шляхом внесення різних добрив у ґрунт або обприскування забур'янених посівів на цих фонах гербіцидами можна змінити механізм дії хімічних засобів на рослини. Тому для адаптації рослин льону до таких змін великого значення набуває раціональне застосування добрив, які дають можливість рослинам підвищити потенційні сили організму, закладені у геномі, аби пристосувати їх до стресових факторів, якими можуть бути гербіциди.

Як показали результати досліджень, забур'яненість льону значною мірою залежала від внесених мінеральних добрив (табл.8.3). Використання мінеральних добрив у цілому підвищувало загальну конкурентоспроможність і толерантність рослин льону щодо бур'янів. Так, на контрольному варіанті – без добрив (усереднено по сортах та фонах захисту) налічувалося на момент збирання 90,7 шт./м² рослин бур'янів. При локальному внесенні NPK в дозі 39 кг/га д.р. ($\text{N}_{13}\text{P}_{13}\text{K}_{13}$) кількість бур'янів становила 71,5 шт./м² або 21,2 % до контролю. Відповідно підвищення їхньої дози до NPK 167 кг/га д.р. ($\text{N}_{17}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$) чисельність бур'янів була 78,7 шт./м² (-13,2 %), NPK 180 кг/га д.р. ($\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$) – 79,7 шт./м² (-12,1 %), NPK 195 кг/га д.р. ($\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$) – 71,7 шт./м² (-21 %).

Як бачимо, роль відіграла не тільки кількість поживних елементів (особливо азотного компоненту), а й спосіб їхнього внесення. Найкращі результати щодо зменшення кількості бур'янів отримано при локальному внесенні NPK та роздільному внесенні дози азоту N_{45} . Це пояснюється більш оптично щільними посівами цієї культури, які краще затіняли та пригнічували проростки бур'янів. Цей факт знайшов підтвердження у дослідженнях А. А. Каликинського, С. Ф. Ходянкової, 1993, І. П. Карпця, В. М. Склянука, В. В. Демчука, 1998 [394, 465]. Хоча на початку вегетації мінеральні добрива навпаки стимулювали проростання бур'янів, тому в цей період були відмічені дещо протилежні результати порівняно із періодом збирання. Так, при внесенні добрив у період повних сходів було відзначено збільшення забур'яненості, порівняно до контролю (без добрив), усереднено по варіантах і фонах на 12,8 % з коливаннями від 6,8 до 30 %. Щодо видового складу бур'янів, то на час збирання врожаю у посівах домінували мишій сизий, куряче просо (плоскуха) та щиряця загнута і лобода біла.

Стосовно впливу мінеральних добрив на накопичення повітряно-сухої маси бур'янів, то на варіанті без добрив (контроль) величина даного показника в середньому за 4 роки сягала $24,8 \text{ г/м}^2$ при вазі однієї рослини бур'янів 3,66 г (табл.8.3). Внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні вплинуло на величину даних показників наступним чином. Локальне застосування складних комплексних добрив з дозою азотною компоненту N_{13} сприяло зростанню маси бур'янів до $25,9 \text{ г/м}^2$ або +4,4 % до контролю, але вага однієї рослини бур'янів була 2,76 г (-24,6 %), тобто рослини бур'янів були менш розвиненими. При внесенні азоту в дозі N_{17} (також у складі складних комплексних добрив тільки в розкид) маса бур'янів сягала $26,1 \text{ г/м}^2$ (+5,2 %), а однієї рослини – 3,01 г (-17,8 %). Внесення N_{45} у три прийоми (роздільно) підвищувало масу бур'янів до $27,9 \text{ г/м}^2$ (+12,5 %), при зниженні маси однієї рослини до 2,57 г (-29,8 %). Одноразове розкидне внесення N_{30} дещо зменшувало масу бур'янів

до 21,5 г/м², але кожна окрема рослина їх була більш розвиненою – 3,71 г або +1,4 % до контролю.

Стосовно ступеня ураженості вегетуючих рослин льону фітопатогенами, то у наших дослідженнях найбільший прояв мали безпосередньо три види хвороб: іржа, антракноз та аскохітоз.

Іржа (збудник – гриб *Melampsora lini* (Ehrenb.) Lev.) активно розвивається під час цвітіння, а за сприятливих умов – у теплу, вологу погоду – і раніше. В уражених рослинах різко зменшується вихід довгого волокна, його якість може значно погіршуватися, а зниження врожаю насіння – досягати 10 відсотків.

Антракноз (збудник – гриб *Colletotrichum lini* Manns et Bolley) – рослини уражаються від сходів (у цей час хвороба особливо небезпечна) і до досягання. При ураженні сходів зріджуються посіви. При ураженні стебел знижуються урожай та якість льонопродукції.

Аскохітоз (збудник – гриб *Ascochyta linicola* Naum. et Vass.) частіше активізується в період бутонізації та цвітіння. Прояву хвороби сприяє відносно холодна й волога погода на початку літа. При значному розвитку хвороби посіви зріджуються, урожай знижується, погіршується якість волокна.

Значне місце у розповсюдженні захворювань льону має насіння. Особливо це стосується таких захворювань, як антракноз та аскохітоз. Основне джерело такої хвороби, як іржа, – рештки уражених рослин, що перезимували у ґрунті. Насіння льону нею не уражується, але телеїтоспори залишаються на посівному матеріалі з мертвим сміттям.

В умовах нашого дослідження погодні умови були сприятливі до розвитку саме зазначених хвороб. Оскільки в перший період вегетації льону (“ялинка” – цвітіння) за роками опади перевищували середню багаторічну норму на 46,5 % з коливаннями по роках від 40 до 53 %. А температура повітря була нижчою за норму на 24 % (21-27 %). Щодо другої половини вегетації (цвітіння – визрівання), то опади перевищували норму на 25,5 % (24,7-26,3 %), а температура повітря

була вище від норми на 19,2 % (11,7-26,7 %). Особливо сприятливими при цьому були умови для розповсюдження збудника іржі – температура повітря 18-22 °С та висока відносна вологість повітря (додатки М2, М3).

Дослідження з вивчення впливу доз мінеральних добрив, фонів хімічного захисту та генотипу на фітосанітарний стан рослин льону-довгунця (табл. 8.4) показали, що в середньому за 4 роки загалом по досліді кількість уражених комплексом грибних хвороб рослин льону була 6,9 %, у тому числі уражених іржею – 64,6 %, антракнозом – 22,5 %, аскохітозом – 12,9 %.

Таблиця 8.4 – Вплив варіантів технології вирощування на ураженість рослин льону-довгунця хворобами, середнє за 4 роки

Сорти	Варіанти хімічного захисту	Варіанти удобрення	Розвиток хвороб, %			
			хворих рослин від їх загальної кількості	у т. ч.		
				іржа	антракноз	аскохітоз
Томський 16 ранньостиглий	Інтенсивний	1*	6,3	59,0	28,1	6,9
		2	7,4	74,4	14,1	11,8
		3	6,2	64,6	23,2	9,0
		4	5,9	70,1	18,4	11,8
		5	5,9	60,8	18,2	11,2
	Загально-прийнятій	1*	8,0	62,8	29,2	9,6
		2	8,0	59,9	29,0	11,2
		3	7,9	70,9	20,1	12,2
		4	7,9	65,3	23,0	11,5
		5	7,3	70,0	18,8	19,9
Київський середньоранній	Інтенсивний	1*	5,5	43,3	36,5	11,0
		2	6,8	53,1	23,0	7,6
		3	6,9	69,9	26,1	19,4
		4	7,2	71,3	5,2	9,8
		5	5,9	66,6	17,0	8,9
	Загально-прийнятій	1*	7,4	61,8	30,2	20,2
		2	7,8	67,3	25,1	23,9
		3	8,5	57,7	27,1	14,0
		4	6,0	78,0	10,9	13,1
		5	5,8	64,8	26,3	16,4

* 1 – Без добрив (контроль); 2 – P₅₀K₉₀ + N₃₀ + P₁₀;

3 – P₅₀K₉₀ + P₁₀ + N₄₅ (N₁₅ + N₁₅ + N₁₅); 4 – P₄₃K₇₃ + N₁₇P₁₇K₁₇; 5 – N₁₃P₁₃K₁₃.

Ступінь ураженості хворобами рослин сорту Томський 16 був у середньому 7 %, сорту Київський – 6,8 %. На фоні із загальноприйнятою системою захисту цей показник становив 7,4 %, на інтенсивному фоні захисту – 6,4 %. Аналогічна закономірність по фонах захисту спостерігалася і щодо ступеня ураженості рослин льону окремими видами хвороб.

Ми вважаємо, що зниження ступеня ураженості рослин патогенами на інтенсивному фоні може бути обумовлене цілим рядом факторів. По-перше, введення в інкрустуючий розчин протруйників бору у вигляді борної кислоти, який в рослинах бере участь в утворенні клітинних структур та нормальної диференціації тканин, надає їм міцності, покращує засвоєння поживних речовин, чим посилює стійкість їх до стресових ситуацій. По-друге, обробка вегетуючих рослин фунгіцидним препаратом Купрозан (цинеб 15 % + 65 % хлорокису міді). Саме наявністю міді зумовлюється нормальний перебіг окисно-відновних процесів у клітинах рослин. Мідь стимулює синтез вуглеводів, покращує надходження в рослини азоту та магнію, бере участь в ауксиновому та нуклеїновому обмінах. По-третє, лікувальний вплив на рослини можуть мати не тільки речовини, що діють безпосередньо на патогена, а й ті, що інактивують токсини або змінюють обмін речовин у рослини, підвищуючи їхню стійкість. Саме такою імунізуючою дією володіє препарат Кампозан М, особливо стосовно дії на патоген іржі.

Безумовно, що недостатній рівень мінерального живлення суттєво знижує захисні функції рослин, і вони стають надзвичайно вразливими до хвороб, передусім грибової природи. Тому оптимальне, збалансоване забезпечення рослин усіма необхідними макро- і мікроелементами, сприяє їхньому інтенсивному росту й розвитку, що в свою чергу повинно підвищувати їхню стійкість до хвороб.

У наших дослідженнях на контрольному варіанті (без добрив) ступінь ураженості рослин хворобами на загальноприйнятому фоні захисту становив 7,7 %, а на інтенсивному фоні він знижувався до

5,9 %. Щодо варіантів з добривами, то спостерігалася схожа закономірна спрямованість між фонами, а ступінь ураженості хворобами за окремими варіантами залежав здебільшого від доз азотних добрив – зростання їхньої величини дещо погіршувало фітосанітарний стан рослин льону. Так, при локальному внесенні N_{13} у складі комплексних добрив відповідно до фонів захисту показник ураженості становив 6,5 та 5,9 %. При розкидному внесенні комплексних добрив із дозою азотного компоненту N_{17} – 6,9 та 6,5 %; при одноразовому розкидному внесенні N_{30} – 7,9 та 7,1 %, а при роздрібному внесенні N_{45} у три прийоми – відповідно 8,2 та 6,5 % (табл. 8.4).

Таким чином, збільшення доз азоту послаблювало стійкість рослин проти хвороб, а інтенсифікація захисних заходів певною мірою нівелювала їхню негативну дію, особливо при локальному та роздрібному внесенні. До того ж, як свідчать інші дослідження, при локальному внесенні коефіцієнт використання азотних добрив рослинами льону збільшується на 10-12 % [465], що дозволяє знизити дозу азоту без негативних наслідків для ростових процесів.

Беручи до уваги те, що технічна стиглість волокна в стеблах льону не збігається з біологічною стиглістю насіння у коробочках, виникає ряд невирішених питань у цьому напрямку, оскільки урожай великою мірою залежить від способу збирання льону та сушіння насінневих коробочок.

Найнадійнішими ознаками стиглості льону вважаються колір коробочок і стан насіння в них. За співвідношенням коробочок різного кольору і насіння визначають фази стиглості льону. Розрізняють п'ять фаз стиглості льону: зеленець, зелена, рання жовта, жовта і повна [411].

Збирання льону складається з ряду послідовних технологічних операцій: брання стебел, відділення від стебел і переробки насінневих коробочок, розстилання стебел у стрічки, обертання стрічок стебел у процесі вилежування, підймання трести. Кожна з цих операцій певною мірою впливає як на якість, так і на вихід довгого волокна. Навіть переробка на найкращих режимах не дозволить одержати

вихід довгого волокна більший, ніж потенційні можливості даного типу сировини, сформовані в полі під час вирощування, збирання льону та приготування трести.

При роздільному збиранні найкращим строком вибирання льону вважається фаза ранньої жовтої стиглості, при якій забезпечується одержання максимального врожаю соломи й волокна, що має найкращу якість та прядивну здатність. Оскільки в цей період повністю завершується формування волокна в стеблах, а процес його старіння, здерев'яніння, інкрустації лігніном тільки починається. Це волокно вже достатньо міцне, гнучке, легко розпадається на дрібні комплекси при чесанні, що забезпечує найбільший вихід доброякісного чесаного волокна. У цій фазі насіння у коробочках (особливо зелених) ще недосформувалося (має дещо меншу масу 1000 насінин), але при подальшому природному сушінні воно на стеблах встигає досягти стану повноцінного посівного матеріалу (схожість, енергію проростання, силу росту тощо). Крім цього, в даній фазі стиглості посіви малозасмічені такими швидкорослими і дуже шкідливими для якості волокнистої сировини бур'янами, як пирій, лобода, просо півняче, мишій. У цей час стебла льону в верхній їхній частині (у місці розгалуження) ще мають певну кількість листя, яке створює тіньовий екран і зменшує ступінь освітленості бур'янів. Мінімальна в цей час і ураженість стебел та насіння льону хворобами.

Однак, цей термін збирання не відповідає умовам комбайнового збирання, оскільки при очісуванні коробочок отримують ворох, який має значну вологість, і за умов штучного сушіння з нього дуже важко отримати придатне для сівби насіння.

Щодо збирання у фазі жовтої стиглості, то за врожаєм насіння і його показниками якості ця фаза перевищує ранню жовту. При цьому ворох придатний до штучного сушіння і забезпечує отримання доброякісного насіння. Волокно дещо міцніше, але має меншу гнучкість. При збиранні у цій фазі певним чином підвищується засміченість (так звана “друга хвиля” бур'янів) посівів та їхня ураженість хворобами.

У світовій практиці з метою створення сприятливих умов для ефективної роботи збиральної техніки, зменшення витрат на підсушування врожаю широко застосовується такий захід, як передзбиральна обробка посівів десикантами.

З метою прискорення визрівання льононасіння, скорочення тривалості сушіння льонороху та економії при цьому енергоресурсів льонарським господарствам рекомендувалося на насінницьких посівах проведення десикації такими препаратами як хлорат магнію, пуривел, реглон. Але застосування даних препаратів викликало фізіологічну загибель рослин, знижувало кількісний та якісний склад епіфітної мікрофлори, пригнічуючи її розвиток на стелищах, порушувало процес вилежування трести. Це вимагало забезпечення своєчасного та швидкого збирання оброблених посівів, щоб не допустити втрат насіння, побуріння стебел та перетворення їх у тресту на корені під дією опадів. При застосуванні препаратів настання жовтої стиглості прискорювалося залежно від погодних умов на 2-5 або 6-10 днів [296].

Враховуючи завдання нашого дослідження, спрямованого на розв'язання проблеми створення умов для формування оптимального стану стеблостою льону, придатного для механізованого збирання одночасно на волокно і насіння, ми провели вивчення ефективності десикаційної дії препарату Раундап на рослини льону-довгунця. Найменування діючої речовини препарату за ISO – гліфосат, за IUPAC – N-(фосфометил)-гліцин. Хімічний клас – фосфонові кислоти. Концентрація – 360 г/л гліфосату за кислотою. Механізм дії – блокує синтез ароматичних амінокислот. Препарат не селективний. Спектр дії – загальнознищуючий гербіцид, знищує однорічні та багаторічні дводольні й злакові бур'яни. Дія гербіциду на шкідливі об'єкти відмічається в залежності від активності росту рослин, погодних умов через 5-30 днів після обробки. Можливість виникнення резистентності – невідома. Можливості варіювання культур у сівозміні – без обмежень.

*Таблиця 8.5 – Десикаційний ефект застосування Раундапу на
початку ранньої жовтої стиглості льону-довгунця,
середнє за три роки*

№ з/п	Показники		Фон	
			Без обробки (контроль)	Обробка Раундапом, 2 л/га
1	Вологість соломи, %	до обробки	63,0	65,0
		через 5 днів після обробки	53,9	46,5
		± % до вихідної	-9,1	-18,5
2	Вологість коробочок, %	до обробки	38,5	39,3
		через 5 днів після обробки	27,1	26,3
		± % до вихідної	-11,4	-13,0
3	Кількість коробо- чок через 8 днів після десикації, %	зелених	23	21
		жовтих	10	6
		коричневих	67	73
4	Кількість насіння через 8 днів після десикації, %	зелених	0	0
		жовтих	5	4
		коричневих	95	96
5	Сира біомаса бур'янів на 8 день після десикації	г/м ²	128	105
		± г до контролю	-	-23
		% до контролю	100	82
6	Вологість біомаси пирію, %	до десикації	64	67
		перед збиран- ням льону	54	49
		± до вихідної	-10	-18
7	Маса 1000 насінин, г		3,94	3,90

Аналіз експериментальних даних показав (табл. 8.5), що застосування Раундапу для десикації на початку ранньої жовтої стиглості льону-довгунця прискорювало процес підсихання біомаси культури і в середньому за три роки вологість соломи знижувалася на

18,5 %, а коробочок – на 13 %. При цьому кількість коричневих коробочок зростала на 7 %, а коричневого насіння – на 1 %.

Як відомо, лляний ворох являє собою малосипку, неоднорідну за складом, вологістю, засміченістю та стиглістю масу. Відносна вологість вороху і його складових залежить від стиглості льону й погодних умов. Усереднена характеристика льонового вороху має наступні показники: маса насінних коробочок 52-84 %, вільного насіння – 2-7 %, плутанини – 10-33 %, інших домішок – 10-40 %. Вологість вороху із льону ранньої жовтої і жовтої стиглості – 35-60 %, вологість окремих компонентів: насінних коробочок – 40-50 %, вільного насіння – 25-27 %, плутанини – 60-65 %, бур'янів – 70-80 % [226].

Облік складу лляного вороху в наших дослідженнях засвідчив, що у воросі, зібраному з ділянок, оброблених Раундапом, на 3-5 % зменшився вміст домішок, у тому числі на 2,1-3,3 % – плутанини, яка є додатковим баластом при його транспортуванні та сушці. Знижувалась вологість окремих компонентів вороху – насінневих коробочок, вільного насіння, домішок. Це дозволило проводити обмолот вороху в умовах експерименту відразу ж після збирання. При цьому в 1,2-1,5 разу зменшувався обсяг вороху.

Аналіз структури забур'яненості дослідного посіву перед застосуванням Раундапу показав, що загальна кількість бур'янів становила в середньому за три роки 79,8 шт./м², у тому числі злакових видів – 89,3 %, дводольних – 10,7 %. При цьому серед злакових бур'янів домінував пирій повзучий – 70,1 %, а частка курячого проса була 29,9 %. Дводольні бур'яни були представлені лободою, частка якої серед даної групи була 42,3 %, серед інших на жабрій припадало 23,5 %, ромашку непахучу – 11,8 %, березку польову і хвощ польовий, відповідно по 11,2 %.

Таким чином, застосування Раундапу дозволяє знизити вологість біомаси бур'янів перед збиранням у середньому на 18 %, що значно покращує умови збирання та якість льонового вороху. Відсутність вегетуючих бур'янів під час збирання зменшує технологічне навантаження на збиральну техніку та кількість її поломок.

Висока гербіцидна активність Раундапу у передзбиральний період по відношенню до багаторічних бур'янів (пирій, берізка польова), на наш погляд, пояснюється тим, що бур'яни в цей час перебувають на такій стадії, коли йде активний відтік пластичних речовин зі стебла у кореневу систему. Тому гербіцид швидко розповсюджується по всій рослині. Крім того, в цей час листовка поверхня бур'янів залишається досить значною, тому препарат використовується ефективно.

Щодо льону-довгунця, то м'яка дія Раундапу на рослини культури забезпечує нормальне проходження процесів відтоку пластичних речовин зі стебла в коробочки та формування стандартних показників якості насіння.

Необхідно підкреслити той факт, що в подальших дослідженнях ВНДІ льону (А. П. Матюхин та ін., 1996) була встановлена відсутність залишкової кількості гліфосату після передзбирального застосування Раундапу у ґрунті, рослинах та насінні льону. Тобто на момент збирання відбувалася повна детоксикація гербіциду і відтак льонопродукцію можна використовувати без обмежень [631].

Виробництво льонопродукції, її вихід та якість значною мірою залежать від строків та способів збирання. Враховуючи те, що найбільш оптимальний склад компонентів лляного волокна, який визначає кращі прядивні властивості, формується до стадії ранньої жовтої стиглості, ми проводили вибирання льону у варіантах роздільної технології з початком ранньої жовтої стиглості, при комбайновому збиранні – на тиждень пізніше. Саме до часу настання цієї фази у волокні льону досягає максимального рівня вміст геміцелюлози та целюлози, які позитивно впливають на якість волокна, й знижується вміст пектинових речовин. На більш пізніх стадіях стиглості льону у волокні знижується вміст клітковини та підвищується вміст лігніну і пектинових сполук, їхня стійкість зростає, вони важче піддаються впливу мікроорганізмів, посилюється процес здерев'яніння волокнистих пучків. Тому більш пізнє збирання

збільшує тривалість вилежування трести та призводить до значного зниження виходу волокна і його якості.

У сучасних умовах у зв'язку з дороговизною енергоносіїв, необхідних для сушіння льонороху та насіння, зростає значення використання у виробництві ранньостиглих сортів. Збирання цих сортів у липні – на початку серпня створює можливість сушіння льонороху з використанням природних факторів. У той же час поміж селекціонерів широко розповсюджена думка, що скоростиглість несумісна з високорослістю рослин. У наших дослідженнях це знайшло своє підтвердження. Так, вегетаційний період більш пізньостиглого сорту Київський був у середньому на 7 днів довшим, за загальною та технічною висотою рослин він перевищував ранньостиглий сорт Томський 16 відповідно на 6 та 6,8 %, але ступінь вологості лляного вороху незалежно від способів збирання у сорту Київського теж був вищим у середньому на 2,1 в.п. при вологості у сорту Томський 16 – 13,1 % (табл. 8.6).

Роздільне збирання позитивно вплинуло на зниження вологості лляного вороху. Так, на фоні комбайнового збирання ступінь вологості вороху становив усереднено по варіантах 18,8 %, а роздільного – 9,6 %, тобто зменшення величини даного показника становило 9,2 в.п. (табл. 8.6). Як зазначалося вище, це відбувалося за рахунок покращення структурно-технологічних показників складу вороху.

Щодо впливу мінеральних добрив на ступінь вологості лляного вороху, то максимальна його величина спостерігалася на варіанті з найбільшою дозою азоту N_{45} і становила в середньому 14,9 %, що перевищувало всі інші варіанти на 0,2-1,2 в.п. (табл. 8.6, додаток М7).

Аналіз результатів експерименту показав, що в середньому за 4 роки фактори за ступенем впливу на продуктивність льону-довгунця мали наступну послідовність – при формуванні врожайності довгого волокна на мінеральні добрива припадало 33,3 %, генотипові особливості сортів – 30,2 %, метеоумови вегетаційного періоду – 18,6 %, взаємодію «сорт + добрива» – 2 %.

Таблиця 8.6 – Ступінь вологості лляного вороху в залежності від варіантів технології вирощування, середнє за чотири роки

Сорти	Варіанти хімічного захисту	Спосіб збирання	Варіанти добрив					Середнє по фонам збирання	± % роздільнє збирання до комбайнового	Середнє по варіантам захисту	Середнє по сорту
			Без добрив (абсолютний контроль)	$N_{30}P_{60}K_{90}$ (загальнорекомєнтований варіант)	$P_{60}K_{90} + N_{15} + N_{15} + N_{15}$	$P_{43}K_{73} + N_{17}P_{17}K_{17}$	$N_{13}P_{13}K_{13}$ (локально)				
Томський 16 ранньостиглий	Фон 1 Загально-прийнятий	комбайновий	17,1	15,8	16,2	15,9	15,5	16,1	–	12,7	13,1
		роздільний	9,2	9,2	9,0	9,6	9,3	9,3	-6,8		
		середнє по вар. добрив	13,1	12,5	12,6	12,7	12,4	12,7	–		
	Фон 2 Інтенсивний	комбайновий	17,5	16,0	20,5	16,1	17,0	17,4	–	13,5	
		роздільний	9,6	9,2	10,1	9,8	10,0	9,7	-7,7		
		середнє по вар. добрив	13,5	12,6	15,3	12,9	13,5	13,6	–		
Київський середньоранній	Фон 1 Загально-прийнятий	комбайновий	22,4	21,9	23,7	22,4	21,8	22,4	–	16,1	15,2
		роздільний	11,2	10,2	9,7	9,4	9,2	9,9	-12,5		
		середнє по вар. добрив	16,8	16,0	16,7	15,9	15,5	16,2	–		
	Фон 2 Інтенсивний	комбайновий	21,6	18,3	21,2	16,3	18,5	19,2	–	14,3	
		роздільний	9,1	9,2	9,3	10,4	9,7	9,5	-9,7		
		середнє по вар. добрив	15,3	13,7	15,2	13,3	14,1	14,3	–		
Середнє по вар. добрив			14,7	13,7	14,9	13,7	13,9	–	–	–	–

Вплив неконтрольованих у експерименті факторів становив 14 відсотків. Усі інші фактори та їхні комбінації (11 варіантів) за своїм впливом виявилися неістотними (рис. 8.1).



1 – добрива, 2 – сорти, 3 – роки, 4 – невраховані, 5 – сорт + добрива, 6 – інші



1 – добрива, 2 – сорти, 3 – роки, 4 – невраховані, 5 – інші, 6 – хімічний захист

Рис. 8.1. Частка впливу факторів на продуктивність льону-довгунця, середнє за чотири роки, %

За значимістю у формуванні врожайності насіння фактори розташувалися таким чином: метеоумови вегетаційного періоду – 37,2%, генотипові особливості сортів – 31,4%, добрива – 5,7%,

варіанти хімічного захисту – 1 %, взаємодія способу збирання + сорту + варіант хімічного захисту – 0,9 %, взаємодія способу збирання та сорту – 0,8 %, неконтрольовані фактори – 22,2 %, всі інші були неістотними за ступенем впливу (рис. 8.1).

Більш докладно про врожайність насіння, соломи, та довгого волокна наведено в додатках М4-М6.

Беручи до уваги той факт, що вплив мінеральних добрив та генотипових особливостей сортів на врожайність довгого волокна мали найбільше значення серед інших факторів (відповідно 33,3 і 30,2 %), виникає необхідність більш детального аналізу їхньої дії. Так, узагальнений аналіз даних волокнистої продуктивності як одного з головних факторів урожайності (табл. 8.7) свідчить про те, що внесення мінеральних добрив у залежності від доз та способів застосування забезпечувало підвищення врожайності волокна, порівняно з абсолютним контролем, у цілому на 2,0-3,8 ц/га або на 26-50 %, у т.ч. відповідно по сорту Томський 16 – на 2,9-4,6 ц/га (35-55 %), сорту Київський – на 1,1-3,1 ц/га (16-45 %).

Слід зазначити, що такі прирости врожайності забезпечувалися, перш за все, позитивним впливом мінеральних добрив на формування загальної висоти стебел льону. В середньому рослини були вищими на 5,5-8 см (8,1-11,7 %), а, головне, зростала їхня технічна довжина – на 4-6,5 см (6,5-10,6 %). Щодо сортової специфіки, то у ранньостиглого сорту Томський 16 цей приріст був значнішим – загальна висота рослин збільшувалася на 13,4 %, технічна – на 11,7 %, а в середньораннього сорту Київський, відповідно, на 10,1 та 9,7 %.

На наш погляд, розв'язання проблеми створення умов для формування оптимальної системи удобрення для рослин льону слід починати з виявлення рівня азотного живлення (як найбільш лімітуючого фактору в умовах зони). Вплив доз азоту найбільше позначився на ростових процесах у рослин льону. Так, зниження дози азоту з N_{45} до N_{30} зменшувало технічну довжину рослин на 1,5 %, до N_{17} – на 3 %, а до N_{13} – на 3,7 %. Що в свою чергу позначилося на врожайності довгого волокна. При цьому його врожайність (табл. 8.7)

в середньому по сортах відповідно дозам азоту знижувалась на 0,2 ц/га або 1,8 %, 1,1 ц/га (9,7 %) та 1,8 ц/га (15,8 %). Цікаво, що ранньостиглий сорт Томський 16 виявився дещо менш чутливим до цього фактору – зниження волокнистої продуктивності у нього коливалося від 2 до 13,2 %, а у середньораннього сорту Київський – від 2 до 20 %.

Таблиця 8.7 – Урожайність довгого волокна в залежності від варіантів мінерального живлення сортів льону-довгунца, середнє за чотири роки

Показники	Варіанти досліду					Середнє по сорту		
	Без добрив (абсолютний контроль)	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ (контроль 2)	P ₆₀ K ₉₀ + N ₁₅ + N ₁₅	P ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃ (локально)	ц/га	±, ц/га	%
Томський 16	8,3	12,6	12,9	11,8	11,2	11,4	–	100
Приріст	±, ц/га	–	+4,3	+4,6	+3,5	+2,9	–	–
	%	100	152	155	142	135	–	–
Київський	6,9	9,8	10,0	8,8	8,0	8,7	-2,7	76
Приріст	±, ц/га	–	+2,9	+3,1	+1,9	+1,1	–	–
	%	100	142	145	127	116	–	–
Середнє по фоні добрив	7,7	11,2	11,4	10,3	9,6		–	–
Приріст	±, ц/га	–	+3,6	+3,8	+2,7	+2,0	–	–
	%	100	147	150	135	126	–	–
Сорт Томський 16 до сорту Київський (взаємодія «сорт + добриво»)	±, ц/га	+1,4	+2,8	+2,9	+3,0	+3,2	–	–
	%	120	128	129	134	140	–	–

	сортів	добрив	взаємодії «сорт + добриво»)
NIPO ₅ , ц/га для:	0,33	0,51	0,73
P, %	1,68	2,57	3,66

В цілому зменшення дози повного мінерального добрива зі 195 кг/га д.р. (N₄₅P₆₀K₉₀) до 39 кг/га д.р. (N₁₃P₁₃K₁₃) або на 80 відсотків та внесення його у вигляді комплексного складного

добрива локальним способом викликало зниження врожайності довгого волокна на 1,8 ц/га або на 16 % (табл. 8.7). Але при цьому застосування комплексного добрива та локалізація його внесення підвищують окупність кожного кілограма діючої речовини НРК з 5,85 кг довгого волокна до 24,62 кг або в 4,2 рази.

Таким чином, внесення мінеральних добрив забезпечувало істотний приріст урожаю довгого волокна на всіх варіантах в обох сортів відносно контролю. Найвищий приріст урожаю довгого волокна забезпечило внесення мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{60}K_{90}$, який становив відповідно у сорту Томський 16 – 4,6 ц/га (+55 %), сорту Київський – 3,1 ц/га (+45 %). Порівнюючи урожай довгого волокна на варіантах із внесенням добрив в дозі $N_{30}P_{60}K_{90}$ та $N_{45}P_{60}K_{90}$, можна відмітити, що в середньому за 4 роки приріст перебував у межах похибки досліду. Тобто підвищення дози азоту з N_{30} до N_{45} на фоні $P_{60}K_{90}$ не дало істотної переваги (табл. 8.7).

Щодо впливу погодного фактору на урожайність довгого волокна, який в умовах наших досліджень сягав в середньому за 4 роки 18,6 %, то спостерігалася певна позитивна спрямованість підвищення волокнистої продуктивності культури при покращенні умов зволоження за період «сходи – цвітіння». Так, при величині показника ГТК 1,22 (1992 р.) урожайність довгого волокна усереднено по досліді становила 9,7 ц/га (вихідні 100 %), при ГТК 1,86 (1993 р.) – 10,6 ц/га (+9,3 %), ГТК 2,25 (1991 р.) – 11,4 ц/га (+17,5 %). Подальше зростання рівня зволоженості протягом періоду «сходи – визрівання» до ГТК 3,12 викликало зниження врожаю довгого волокна до 8,6 ц/га або -11,4 %.

Важливою характеристикою сорту є вміст волокна. Від цього залежить загальний вихід волокна, у т. ч. довгого. В середньому за 4 роки сорт Київський за волокнистою продуктивністю поступався сорту Томський 16 на 2,7 ц/га або на 24 %. Це пов'язано з тим, що середній вихід як усього, так і довгого волокна у сорту Томський 16 становив відповідно 29,6 та 25,5 %, а у сорту Київський – 21,8 та 18,4 %. Але при цьому номер довгого волокна був дещо вищий (на

1,1 одиниці) у сорту Київський. За всіма іншими технологічними показниками, крім міцності, він поступався сорту Томський 16 (табл. 8.8).

Однак вміст волокна залежить не тільки від сорту льону, але й від умов його вирощування. Вважається, що урожайність волокна лише на 10 % визначається процентним його вмістом, а інші 90 % залежать від різних складових [48]. Тому неможливо залишити поза увагою суттєвий момент, що стосується впливу співвідношення елементів живлення у складі повного мінерального добрива на вміст довгого волокна. Так, при співвідношенні N:P:K = 1:2:3 (вар. 2) вміст довгого волокна у стеблах становив у середньому по сортах 23,7 %, при 1:1,3:2 (вар. 3) – 21,9, 1:3,5:5,3 (вар. 4) – 21,2 %, а 1:1:1 (вар.5) – 20,6 %. Що призвело до зниження виходу процентономерів з 1 га на 62 одиниці або з 253 до 191 (табл. 8.8).

Таким чином, рівень мінерального живлення, особливо азотного, є одним із найголовніших чинників, що визначають морфологічну і анатомічну будову стебла льону довгунця. В умовах нашого дослідження в середньому по сортах підвищення доз азоту на фоні РК з N₁₃ до N₄₅ сприяло зростанню врожайності довгого волокна порівняно з абсолютним контролем на 2-3,8 ц/га (+26-50 %) за рахунок збільшення загальної та технічної висоти рослин відповідно на 7,6-10,8 та 7,5-10,4 %, діаметр стебла також збільшувався на 9,1-18,2 %. Але при цьому знижувався ступінь стійкості рослин льону до вилягання на 7,2-21,7 %. А це в свою чергу викликало зниження вмісту валового волокна в рослинах на 1,2-0,7 в.п. при показнику на контролі 26,4 % (табл. 8.8). Безумовно, що в даному випадку збільшення ступеня вилягання рослин, викликане зростанням азотного фону, спричинило певний негативний вплив на вміст валового волокна. Окрім цього, існує негативний взаємозв'язок ($r = -0,45$) між діаметром стебла та вмістом волокна в ньому. Однакові за всіма ознаками, але більш товсті стебла дають менший вихід волокна, причому це волокно дещо гіршої якості. Бо розвиток стебла у товщину відбувається переважно за рахунок деревини, а волокнисті пучки розташовуються у стеблі рідше, у результаті процент вмісту

волокнистих клітин у стеблі знижується. Самі пучки при цьому мають більш пухку будову та схильні до здерев'яніння, внаслідок чого отримане волокно більш грубе та менш здатне роздрібнюватися у процесі чесання та прядіння [740].

Таблиця 8.8 – Вихід та якість волокна льону-довгунця в залежності від сортів та добрив, середнє за чотири роки

Показники	Сорти	Варіанти дослідів				
		Без добрив	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	P ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃
Вміст всього волокна, %	Томський 16	30,5	27,9	29,0	30,0	30,4
	Київський	22,3	22,6	22,5	21,2	20,6
Вміст довгого волокна, %	Томський 16	25,3	27,4	25,1	24,9	24,6
	Київський	18,9	20,0	18,7	17,6	16,6
Середній номер довгого волокна	Томський 16	9,0	10,8	10,9	8,3	8,6
	Київський	10,5	10,5	11,2	10,3	10,3
Вихід з 1 га процентнономерів довгого волокна	Томський 16	228	296	274	207	212
	Київський	198	210	209	181	171
Вихід з 1 га центнерономерів довгого волокна	Томський 16	74,7	136,1	140,6	97,9	96,3
	Київський	72,4	102,9	112,0	90,6	82,4
Міцність, кгс	Томський 16	18,0	21,5	24,3	16,6	17,1
	Київський	24,1	21,1	22,6	19,8	18,2
Гнучкість, мм	Томський 16	61	47	39	49	50
	Київський	47	45	40	43	44
Метричний номер	Томський 16	335	327	203	283	277
	Київський	304	279	273	282	257
Розрахункова добротність пряді, км	Томський 16	16,2	15,4	13,5	14,0	14,1
	Київський	15,6	14,4	14,2	14,0	13,5

Прядивні властивості луб'яних волокон залежать від показників його якості і, особливо, довгого волокна. Основними ознаками, що

служать для оцінки прядивних властивостей луб'яних волокон, є міцність, гнучкість, тонина (метричний номер) та добротність пряжі. У таблиці 8.8 показано технологічні властивості чесаного волокна залежно від генотипу та мінеральних добрив.

Аналізуючи одержані нами дані інструментальної оцінки волокна, перш за все слід підкреслити певну відмінність досліджуваних сортів за фізико-механічними властивостями. Так, волокно сорту Томський 16, порівняно з сортом Київський (усереднено по варіантах з добривами) відзначалося меншою міцністю – 19,5 кгс проти 21,2 кгс або на 8 %, кращою гнучкістю – 49,2 мм проти 43,8 мм (на 12,3 %), вищими були метричний номер (тонина) – 285 проти 279 або на 2,1 % та розрахункова добротність пряжі теж – 14,6 проти 14,3 або на 2,1 % (табл. 8.8).

У цілому забезпечувати можливість поєднання кількох господарсько-цінних ознак у межах одного генотипу досить важко. Складність вирішення проблеми отримання високої продуктивності з високою якістю волокна полягає в тому, що для льону характерна наявність негативного взаємозв'язку між вмістом волокна у стеблах, урожаєм волокна і його якістю. М. І. Логінов (2008) на підставі аналізу якості волокна 39 сортів встановив, що коефіцієнт позитивної кореляції між гнучкістю і добротністю пряжі дорівнює $0,65 \pm 0,124$, між тониною і добротністю пряжі – $0,61 \pm 0,130$, між тониною і гнучкістю – $0,72 \pm 0,113$. Як бачимо, ознака гнучкості волокна більшою мірою взаємопов'язана з добротністю пряжі, ніж із тониною. В той же час такий дуже важливий для текстильної промисловості показник, як міцність волокна, не мав стійкого взаємозв'язку із жодною з вище перелічених ознак, окрім негативного з гнучкістю ($r = -0,37$). Це викликано досить значним впливом на міцність волокна факторів зовнішнього середовища. Перш за все ґрунтово-кліматичних умов, умов дозрівання, а також приготування трести на процеси лігніфікації, здерев'яніння клітин елементарного волокна, вміст целюлози, лігніну, пектину тощо. При

цьому з підвищенням міцності волокна можуть значно знижуватися його технологічні властивості [740].

Таким чином, знаючи ступінь взаємозв'язку ознак, які визначають якісні показники волокна, можна здійснювати цілеспрямований вплив у напрямку поліпшення прядивної здатності волокна.

З даних таблиці 8.8 видно, що в середньому за 4 роки приріст вмісту довгого волокна порівняно до контролю було отримано лише на агрофоні $N_{30}P_{60}K_{90}$, відповідно по сорту Томський 16 – 2,1 в.п., сорту Київський – 1.1 в.п. при показниках на варіанті без добрив 25,3 та 18,9 %. На всіх інших варіантах вміст довгого волокна був нижчим за контроль на 0,2-0,7 в.п. та 0,2-2,3 в.п. Найбільш високий середній номер довгого волокна відповідно по сортах – 10,9 (+21,1 %) та 11,2 (+6,7 в.п.) – отримано на агрофоні $N_{45}P_{60}K_{90}$. На варіанті $N_{30}P_{60}K_{90}$ величина даного показника у сорту Томський 16 була дещо нижчою – 10,8 (+20 %), у сорту Київський – 10,5, тобто на рівні контролю.

Як уже відмічалось, фізико-механічні властивості волокна відіграють дуже важливу роль у текстильному виробництві. Аналіз залежності цих властивостей від доз добрив, особливо азотного компоненту, показав, що з ростом доз азоту від N_{13} до N_{45} показник міцності волокна підвищувався у сорту Томський 16 з 16,6 до 24,3 кгс, сорту Київський – з 18,2 до 22,6 кгс. Аналогічна ситуація спостерігалася і відносно показників гнучкості, тонини та розрахункової добротності пряжі. Так, у середньому за 4 роки порівняно з контролем показник гнучкості знижувався у сорту Томський 16 на 18-36,1 %, сорту Київський – на 4,3-14,9 %, величина показника тонини відповідно на 2,4-39,4 % та 7,2-15,5 %, а розрахункової добротності пряжі – на 4,9-16,7 та 7,7-13,5 % (табл. 8.8).

Механізм негативної дії підвищених доз азотних добрив на формування щільної анатомічної структури стебла льону-довгунця, зокрема великих за розмірами луб'яних пучків, було також підтверджено в експериментах, проведених в умовах центрального і західного регіонів Полісся (М. І. Андрушків, М. П. Шпек, 1990;

В. В. Демчук, 1991). У даних умовах внесення доз азоту N_{45} і більше погіршувало анатомічну будову стебел льону, а саме: будову елементарних волоконець та їхнє розміщення в пучку на зрізі. При цьому збільшувався діаметр їхньої внутрішньої порожнини, пучки були більш пухкі, поліморфні. Норма азоту 30 кг/га д.р. збільшувала вміст целюлози та зменшувала лігнін у волокні, стримувала зростання клітин паренхіми та деревини, що в кінцевому підсумку приводило до більш щільного розташування волокнистих пучків у стеблах та підвищення якості волокна [395, 428].

Таким чином, можна стверджувати, що існує певний взаємозв'язок між вмістом волокна в стеблах, дозами азотних добрив, генотиповими особливостями рослин, а також фізико-механічними властивостями волокна. При цьому підвищення доз азоту та вмісту волокна викликає негативну тенденцію зниження технологічних властивостей волокна.

Аналіз багаторічних даних залежності насінневої продуктивності льону-довгунця від варіантів технологій вирощування показав, що найбільше значення для формування цього елемента врожайності мали метеорологічні умови вегетаційного періоду – 37,2 % та генотипові особливості сортів – 31,4 %, частка ефективності застосування мінеральних добрив дорівнювала 5,7 %, вплив системи захисту рослин – 1 %, комбінація «спосіб збирання + сорт + хімічний захист» – 0,9 %. В умовах дослідження вплив цих факторів був істотним. У такій послідовності й розглянемо ефективність їхньої дії.

Відомо, що після цвітіння у льону посилено формуються насінні коробочки, причому у фази бутонізації і цвітіння у культури особливо підвищена потреба у воді, а кращою для росту й розвитку льону у фазі цвітіння і формування насіння є середньодобова температура повітря 16-18 °С. Аналіз гідротермічних умов, що склалися в період «цвітіння – визрівання» льону, свідчить про істотну різницю по роках відносно температурного режиму повітря та ступеня зволоження. Як бачимо з даних таблиці 8.9, оптимальні умови вологозабезпечення і температурного режиму для льону спостерігалися у 1993 році. При

цьому за період «цвітіння – визрівання» випало 135 мм опадів, середньодобова температура повітря була 16,3 °С, показник ГТК – 1,80. Дані гідротермічні параметри сприяли продовженню періоду формування і визрівання насіння до 46 днів, що позитивно вплинуло на ріст та розвиток і забезпечило утворення на одній рослині найбільшої кількості коробочок – 2,1 шт. та насіння – 15,9 шт. Це сприяло отриманню в досліді найвищого за 4 роки врожаю насіння – 8,44 ц/га. Підвищення за роками температурного режиму повітря на 1,9-6,1 °С, зниження кількості опадів за зазначений період на 22,2-95,9 мм та величини показника ГТК до 1,70-0,49, супроводжувалися скороченням тривалості даного періоду на 2-8 днів та зниженням кількості сформованих коробочок і насінин відповідно на 3,8-30,5 % та 1,3-49,7 % Це в кінцевому результаті знижувало врожай насіння на 1,17-3,12 ц/га або на 13,9-37 % порівняно з оптимальними гідротермічними параметрами 1993 року.

Таблиця 8.9 – Вплив гідротермічних умов у період «цвітіння – визрівання» на насіннєву продуктивність льону-довгунця (усереднені дані по досліді)

Показники	Роки			
	1990	1991	1992	1993
Середньодобова температура повітря, °С	18,2	22,4	20,3	16,3
Кількість опадів, мм	136,1	112,8	39,1	135,0
Тривалість періоду, днів	44	38	39	46
Гідротермічний коефіцієнт	1,70	1,32	0,49	1,80
Кількість сформованих на 1 рослині коробочок, шт.	2,02	1,48	1,46	2,10
Кількість сформованих на 1 рослині насінин, шт.	15,7	8,6	8,0	15,9
Урожайність насіння, ц/га	7,27	5,41	5,32	8,44

Аналіз багаторічних даних залежності насінневої продуктивності льону-довгунця від варіантів технологій вирощування (табл. 8.10, додаток М4) показав, що сорт Київський за будь-якого варіанту вирощування був значно продуктивнішим за сорт Томський 16. У середньому за 4 роки перевищення врожаю насіння (усереднено по досліді) становило 2,45 ц/га або 45,2 % при рівні врожайності в сорту Томський 16 – 5,42 ц/га (табл. 8.10). При цьому кількісні значення параметрів, що забезпечують урожайність насіння сорту Київський, перевищували відповідні показники у сорту Томський 16 наступним чином: загальна кількість рослин на одиниці площі перед збиранням була більшою на 108 шт./м² або на 5,6 %, у т.ч. продуктивних – на 119 шт./м² (6,7 %), кількість сформованих на одній рослині коробочок, насінин, а також маса 1000 насінин були відповідно вищими на 30,1 % 43,2 і 9,7 %.

У наших дослідженнях спостерігалася закономірність зміни кількості сформованих на одній рослині коробочок залежно від процентного вмісту в стеблах льону як усього, так і довгого волокна, яка мала негативний характер. Так, у сорту Томський 16 вміст усього та довгого волокна в середньому становив відповідно 29,6 і 25,5 %, а кількість коробочок – 1,5 шт., а у сорту Київський – 21,8 і 18,4 % та 1,9 шт. Таким чином, при збільшенні вмісту валового волокна у стеблах на 7,7 %, кількість сформованих на рослині коробочок зменшувалася на 13,9 %.

На нашу думку, це пов'язано з певним перерозподілом пластичних речовин, що витрачаються рослинами на формування елементів продуктивності, тобто при більших їхніх витратах на створення волокнистих пучків, менше надходило на формування репродуктивних органів. Аналогічна закономірність знайшла своє підтвердження у дослідженнях М. І. Логінова (1993-1995 рр.) з вивчення взаємозв'язку між морфологічними та господарсько-цінними ознаками рослин льону, де коефіцієнт кореляції для даних показників дорівнював $r = -0,40$ [740].

Таблиця 8.10 – Урожайність насіння льону-довгунця в залежності від варіанту технології вирощування, середнє за чотири роки, ц/га

Способи збирання	Сорти	Варіанти хімічного захисту	Варіанти добрив						Середнє по фону захисту	Середнє по фону сорту	Середнє по фону збирання
			Без добрив	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	R ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃				
Комбайновий	Томський 16	Інтенсивний	4,9	5,5	6,3	6,1	6,1	5,8	—	—	
		Загально-прийняттий	—	+0,6	+1,4	+1,2	+1,2	—	—	—	
	Київський	Інтенсивний	6,6	8,2	8,0	7,9	7,6	7,7	—	—	
		Загально-прийняттий	—	+1,6	+1,4	+1,3	+1,0	—	—	—	
Роздільний	Томський 16	Інтенсивний	6,3	7,6	7,9	8,3	7,2	7,5	—	—	
		Загально-прийняттий	—	+1,3	+1,6	+2,0	+0,9	—	—	—	
	Київський	Інтенсивний	4,5	5,7	5,9	5,9	5,5	5,5	—	—	
		Загально-прийняттий	—	+1,2	+1,4	+1,4	+1,0	—	—	—	
НІР ₀₅ , ц/га для: P, %	Томський 16	Інтенсивний	4,0	5,2	5,9	5,3	5,2	5,1	—	—	
		Загально-прийняттий	—	+1,2	+1,9	+1,3	+1,2	—	—	—	
	Київський	Інтенсивний	7,0	8,3	9,1	8,7	8,9	8,4	—	—	
		Загально-прийняттий	—	+1,3	+2,1	+1,7	+1,9	—	—	—	
сортів		захисту	—	0,8	1,1	+0,7	+0,7	—	—	—	
сортів		добрив	—	0,59	—	0,37	0,37	збирання + сорт	збирання + сорт + захист	6,7	
НІР ₀₅ , ц/га для:		захисту	—	0,37	—	0,37	0,37	збирання + сорт	збирання + сорт + захист	0,74	
P, %		захисту	—	2,88	—	2,88	2,88	збирання + сорт	збирання + сорт + захист	5,76	

На фоні інтенсивного хімічного захисту врожайність насіння була достовірно вищою в середньому за 4 роки на 0,44 ц/га (6,9 %) відносно загальноприйнятої системи захисту (табл. 8.10). У сорту Томський 16 приріст урожайності насіння при використанні інтенсивного хімічного захисту рослин дорівнював 0,42 ц/га (8.1 %). У сорту Київський одержані аналогічні результати – приріст становив 0,45 ц/га (5,9 %). Ефективність систем захисту рослин підтверджується даними спостережень та обліків за фітосанітарним станом посівів (табл. 8.3, 8.4).

Загалом по сортах застосування мінеральних добрив у середньому за 4 роки сприяло зростанню врожайності насіння в порівнянні з абсолютним контролем на 1,1-1,5 ц/га (+19,6-26,8 %). При цьому у сорту Томський 16 приріст урожайності насіння становив 0,9-1,55 ц/га (з 4,4 до 5,97 ц/га) або на +21-35,1 %. Аналогічно відбувалася зміна показника приросту й у сорту Київський – 1,25-1,55 ц/га (з 6,8 до 8,3 ц/га) або на +16,7-22,9 %. Як бачимо, абсолютний усереднений по варіантах приріст урожайності в обох сортів був однаковим – 1,3 ц/га, але відносна величина цього показника різнилася по сортах на 10,4 % (відповідно 29,5 та 19,1%). Тобто ступінь реакції ранньостиглого генотипу на рівень живлення був вищим, ніж у середньораннього (табл. 8.10).

Щодо окремих варіантів застосування мінеральних добрив, то тут (усереднено по сортах і фонах) прослідковувалася наступна спрямованість: при локальному внесенні $N_{13}P_{13}K_{13}$ урожайність насіння зростала порівняно з контролем без добрив на 1,2 ц/га або на 21,2 %, $N_{17}P_{60}K_{90}$ – 1,3 ц/га (24,1 %), $N_{30}P_{60}K_{90}$ – 1,1 ц/га (19,5 %), $N_{45}P_{60}K_{90}$ – 1,6 ц/га (28,4 %).

Як бачимо, максимальний приріст урожайності насіння в середньому по сортах отримано при внесенні дози азоту N_{45} у три прийоми на фоні основного внесення $P_{60}K_{90}$, мінімальний – при $N_{30}P_{60}K_{90}$ (табл. 8.10). Різниця приросту урожайності насіння на удобрених варіантах була в межах 0,24-0,50 ц/га (2,3-7 %) і не перевищувала найменшої, істотної величини – 0,59 ц/га. При цьому

мінеральні добрива сприяли більш інтенсивному формуванню таких структурних елементів урожайності, як кількість коробочок та насінин на рослині. Так, у середньому по сортах кількість коробочок під впливом добрив зростала на 15 %, а насінин – на 16,1 % з коливаннями по варіантах відповідно 5,4-29,2 та 6,8-29,8 %, при показниках на контролі 1,47 та 9,55 шт./рослину. Різниця за кількістю сформованих на одній рослині коробочок та насінин, на нашу думку, пов'язана з рівнем азотного живлення рослин льону та способами внесення добрив і мала наступну тенденцію. Наприклад, при внесенні $N_{13}P_{13}K_{13}$ локально на рослинах в середньому формувалося 1,67 шт. коробочок (+13,6 %) і 10,8 шт. насінин (+13,1 %). При розкидному внесенні комплексних добрив у дозі $N_{17}P_{17}K_{17}$ на фоні $P_{43}K_{73}$ збільшувалася кількість коробочок на 5,4 %, а насінин – на 14,6 %; розкидне одноразове внесення N_{30} (на фоні $P_{60}K_{90}$) знижувало показник кількості сформованих коробочок до рівня 1,65 шт. (+12,2 %), а кількість насінин – до 10,2 шт. (+6,8 %). Максимальні прирости параметрів даних структурних елементів було отримано на варіанті N_{45} (три прийоми) ($P_{60}K_{90}$) – відповідно 29,2 та 29,8 %. Ми вважаємо, що збільшення дози азоту з N_{13-17} до N_{30} (при розкидному одноразовому внесенні) або в 2,3-1,8 разу сприяло накопиченню певного надлишку азоту на початку вегетації культури і, зрештою, мало негативні наслідки. Наприклад, це викликало зниження повноти сходів на 0,5 %, загальної кількості рослин на одиниці площі перед збиранням – на 1,1 %, у т.ч. продуктивних – на 3,6 %. При цьому загибель рослин протягом вегетації зростала на 2,5 %, а ступінь вилягання рослин – на 4,5 %.

Подальше підвищення дози азоту до N_{45} (у 1,5 разу), але роздрібно її внесення у три прийоми (вар. 4) вочевидь певною мірою знижувало негативний вплив підвищеної концентрації ґрунтового розчину. Це забезпечувало зниження показника загибелі рослин з 8,1 до 7,3 %, зростання кількості продуктивних рослин перед збиранням – на 81 шт./ m^2 або на 4,5 %.

У льонарстві цикл виробництва можна розділити на два основні періоди: перший – пов’язаний із вирощуванням біологічної маси льонопродукції, тобто формуванням врожаю, і другий – збирання льонопродукції. При цьому друга частина виробничого циклу є найбільш трудомісткою. Вихід та якість льонопродукції значною мірою залежать від цього завершального циклу.

Як зазначалося раніше, комбайновий спосіб збирання поєднує в собі одночасно операції вибирання, очісування коробочок і розстилання очесаної соломи, що забезпечує значну економію затрат праці та скорочує строки проведення робіт збирального й післязбирального циклів на 15-20 днів. Але при всій своїй технологічності цей спосіб збирання створив проблему штучного сушіння свіжообчесаного льонового вороху. Таким чином, комбайновий спосіб при значній надійності та малій залежності від погодних умов повинен мати доповнюючий його спосіб, особливо при збиранні льону у фазі ранньої жовтої стиглості, коли необхідно отримати насіння високої якості. У даному випадку, з метою зниження напруженості на операціях сушіння і переробки льоновороху, піднімання і реалізації льонотрести, пропонується доповнюючий спосіб – роздільне збирання.

Результати порівняльної оцінки різних способів збирання льонувороху окремо по сортах показали, що вони по-різному реагували на способи збирання. Так, у ранньостиглого сорту Томський 16 при роздільному збиранні врожайність насіння була на 0,2 ц/га або на 3,6 % нижчою, ніж при комбайновому способі. При цьому величина показника була в межах найменшої істотної різниці. Тому цей факт можна вважати лише негативною тенденцією. Середньоранній сорт Київський при роздільному способі збирання забезпечував достовірний приріст урожаю насіння – 0,5 ц/га (+6,6 %) при врожайності на фоні комбайнового способу збирання 7,6 ц/га (табл. 8.10).

У цілому роздільний спосіб збирання як окремо взятий фактор забезпечив неістотну перевагу над комбайновим збиранням – приріст

урожайності насіння в середньому за 4 роки дорівнював 0,2 ц/га або 3,1 %.

Як відомо, при комбайновому способі збирання ворох складається із насіння, вологих неоднорідних за ступенем зрілості коробочок і плутанини, що потребує значних енергетичних витрат на сушіння вороху.

Аналіз 4-річних даних (табл. 8.11, додаток М7) залежності величини вологості лляного вороху від способу збирання показав, що в цілому роздільна технологія збирання дозволяє порівняно з комбайнвою отримати ворох, вологість якого в 2 рази менша, тобто цей показник зменшувався з 18,7 до 9,6 %.

Таким чином, можна вважати встановленою тенденцією отримання удвічі сухішого лляного вороху при застосуванні роздільного способу збирання, що в свою чергу в подальшому технологічному процесі сприяє зниженню затрат на транспортування і сушіння вороху, обмолот та очистку насіння. Окрім цього, на нашу думку, саме при роздільному збиранні в процесі природного сушіння стебел на стелищі втрачалоя на 3,1 % менше насіння від загальної його врожайності порівняно з комбайновим способом.

Щодо якості льонопродукції, то при комбайновому та роздільному способах збирання вилежування трести відбувається в однакових умовах. І, як показали подальші дослідження (В. І. Макаєв та ін., 2000 р.), більш високу якість трести (відповідно середній номер 1,18 та 1,24 (+5,1%)) при роздільному способі збирання слід вважати результатом перевертання стрічки льону під час обмолоту льонопідбирачем – молотаркою та механічного впливу на стебла льону плющильних вальців молотильного апарату [773].

Комплекс факторів, що включав способи збирання, сорти та варіанти хімічного захисту, незначно вплинув на врожайність насіння. Так, сорт Томський 16 при комбайновому способі збирання на фоні інтенсивного хімічного захисту забезпечував рівень урожайності насіння 5,8 ц/га, що було дещо вище за варіант із роздільним способом збирання – на 0,3 ц/га (+5,4 %).

Таблиця 8.11 – Вологість лляного бороху в залежності від варіанту технології вирощування льону-довгунця, середнє за чотири роки, %

Способи збирання	Сорти	Фон хімічного захисту	Варіанти мінерального живлення										Середнє по фону збирання			
			Без добрив	N ³⁰			N ⁴⁵			P ⁴³ K ⁷³ + N ¹⁷ P ¹⁷ K ¹⁷				N ¹³		
				P ⁶⁰	K ⁹⁰	Р ⁶⁰	К ⁹⁰	Р ⁶⁰	К ⁹⁰	Р ¹³	К ¹³	Р ¹³		К ¹³	Р ¹³	К ¹³
Комбайновий	Томський 16	Інтенсивний	17,3	16,0	20,5	16,1	17,0	17,4	16,7	18,7	16,7	17,4	16,1			
		Загально-прийнятій	17,1	15,8	16,2	16,0	15,5	16,1	16,7							
	Київський	Інтенсивний	21,6	18,3	21,2	16,3	18,5	19,2	20,8	20,8	20,8	19,2	22,4			
		Загально-прийнятій	22,4	21,9	23,7	22,4	21,8	22,4	20,8							
Роздільний	Томський 16	Інтенсивний	9,6	9,2	10,1	9,8	10,0	9,7	9,5	9,6	9,5	9,7	9,3			
		Загально-прийнятій	9,2	9,2	9,1	9,6	9,3	9,3	9,5							
	Київський	Інтенсивний	9,2	9,2	9,4	10,5	9,7	9,6	9,8	9,8	9,8	9,6	9,6			
		Загально-прийнятій	11,2	10,2	9,7	9,5	9,2	10,0	9,8							

На фоні із загальнорекомендованою системою хімічного захисту ця тенденція збереглася, і приріст становив 0,2 ц/га (+3,9 %). У сорту Київський роздільний спосіб збирання навпаки був кращим і забезпечив на фоні інтенсивного захисту 0,7 ц/га приросту врожайності насіння або 9 %, а на загальноприйнятому фоні захисту – 0,4 ц/га (+5,3 %).

8.3. Економічна та біоенергетична ефективність різних варіантів технологій вирощування льону-довгунця

Сукупна економічна ефективність підвищення аграрного виробництва формується на основі багатьох показників. Підвищення врожайності та якості насіння і волокна льону є головним фактором прибутковості та рентабельності галузі льонарства.

Порівняльну оцінку варіантів технології вирощування льону було проведено за такими основними показниками: витрати, виручка від реалізації продукції та прибуток із розрахунку на 1 га, рівень рентабельності виробництва.

Розрахунки технологічної та витратної частин здійснено на методичній базі [70, 71] з урахуванням конкретних особливостей досліджуваних варіантів та ресурсного забезпечення.

Ціни на ресурси і продукцію прийнято на рівні середніх фактичних, що склалися у 2015 році. Виручку від реалізації льонопродукції з 1 га визначали за виходом продукції насіння, короткого і довгого волокна з урахуванням його номера.

Основні показники економічної ефективності варіантів удобрення та застосування сортів, фонів захисту та способів збирання у технології вирощування льону наведено в таблиці 8.12.

Враховуючи те, що частка впливу на волокнисту й насіннєву продуктивність рослин льону такого фактору, як сорт, відповідно становила 30,2 та 31 відсотки, першочергового проаналізуємо даний чинник впливу.

Як можна бачити з наведених даних (табл. 8.12), вирощування ранньостиглого сорту Томський 16 забезпечувало в середньому за 4

роки (усереднено по досліді) 8000,3 грн/га прибутку при рівні рентабельності виробництва 123,6 %. У середньораннього сорту Київський ці показники були дещо меншими, відповідно 7752,7 грн/га (-247,6 грн/га) та 119,6 % (-4 в.п.).

Фактор мінерального живлення рослин належав до основних у процесі формування волокна (33,3 %), щодо насінневої врожайності, то його частка була на рівні 5,7 %. При цьому частка витрат на мінеральні добрива в загальних витратах на вирощування льнопродукції сягала, залежно від варіантів, від 13 % (локальне внесення складних комплексних добрив – $N_{13}P_{13}K_{13}$) до 44,3 % (варіант $N_{45}P_{60}K_{90}$ з роздільним внесенням азоту у три прийоми). Прибуток з одиниці площі на варіантах з добривами та рівень рентабельності усереднено, відповідно до доз, порівняно з контролем (без добрив) становили: $N_{13}P_{13}K_{13}$ – 8678,5 грн/га (+2157,3 грн/га або +33,1 %) та 177,9 % (+23 в.п.); $P_{43}K_{73} + N_{17}P_{17}K_{17}$ – 6919,4 грн/га (+398,2 грн/га або +6,1 %) та 94,1 % (-60,8 в.п.); $N_{30}P_{60}K_{90}$ – 8089,5 грн/га (+1568,3 грн/га або +24 %) та 103,6 % (-51,3 в.п.); $N_{45}P_{60}K_{90}$ – 9173,9 грн/га (+2652,7 грн/га або +40,7 %) та 112,7 % (-42,2 в.п.) при показниках на контролі 6521,2 грн/га та 154,9 % (табл. 8.12). Таким чином, в усіх варіантах з мінеральними добривами досягався ріст прибутковості на 6,1-40,7 %. У той же час, враховуючи цінову ситуацію і рівень віддачі мінеральних добрив приростом урожаю, збільшення витрат на застосування добрив не повною мірою окупається вартістю додаткової продукції. При цьому за всіх варіантів з використанням мінеральних добрив рівень рентабельності знижувався у порівнянні з варіантом без добрив. Виняток становив варіант із локальним внесенням складних комплексних добрив у дозі $N_{13}P_{13}K_{13}$, де даний агрозахід позитивно позначався на рівні рентабельності, який зростав відносно контролю на 23 в.п. Це, на нашу думку, досяглося за підвищення окупності додаткових витрат додатковим прибутком. Тобто ситуація покращувалася, передусім, за рахунок підвищення ступеня засвоєння поживних речовин із добрив та відносно невисокої вартості добрив у даній дозі.

Отже, при виборі оптимального агрофону необхідно брати до уваги не тільки рівень урожайності культури, але й економічну доцільність певних доз добрив. Так, локальне застосування добрив у дозі $N_{13}P_{13}K_{13}$ забезпечувало порівняно з кращим варіантом $N_{45}P_{60}K_{90}$ менший приріст врожаю насіння лише на 0,36 ц/га (-5 %), що не перевищувало найменшу істотну різницю в експерименті, а приріст врожаю довгого волокна зменшувався на 1,8 ц/га (-15,9 %) і був істотним. Але при локальному внесенні добрив окупність кожного кілограму діючої речовини NPK зростала по насінню з 3,7 до 17,4 кг/кг або у 4,7 разу, а по довгому волокну – з 5,8 до 24,6 кг/кг або у 4,2 разу.

Слід також зазначити, що найбільше значення для забезпечення ефективності процесів вирощування культури, на наш погляд, має не стільки наявність ресурсів, скільки їхня оптимальна комбінація для вирішення завдань щодо створення рослинам льону максимально сприятливих умов. Так, економічно та екологічно більш доцільним виявився агрофон з дозою мінеральних добрив $N_{13}P_{13}K_{13}$ із застосуванням роздільного способу збирання.

Нами встановлено, що ефект від застосування ресурсозберігаючого варіанту технології (вар. 5) формувався за рахунок зниження обсягів застосування оборотних ресурсів. Так, локальний спосіб внесення мінеральних добрив дозволив знизити дозу NPK з 180 кг/га д.р. до 39 кг/га або на 78,4 %. При цьому локалізація внесення певною мірою сприяла підвищенню ефективності використання елементів живлення рослинами з добрив. Використання роздільного способу збирання культури на фоні інтенсивного захисту рослин забезпечило зниження витрат ПММ на 50 кг/га (на 35,4 %), електроенергії при доробці та сушінні лляного вороху – на 100 кВт·год (на 86,2 %), затрати праці скоротилися на 13,73 люд.-год на 1 га (на 24,3 %). У цілому сукупні енергозатрати на вирощування та збирання льону скоротилися на 4875,2 МДж/га або на 29,3 %, а показник Кее зріс із 2,03 до 2,73 або на 34,5 %.

Таблиця 8.12 – Економічна ефективність варіантів технологій вироццвання льону-довгуниця, середнє за чотири роки

Показники	Варіанти захисту	Сорти	Спосіб збирання											
			комбайновий						роздільний					
			Без добрив	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	R ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	Без добрив	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	R ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Урожайність насіння, ц/га	Інтенсивний	Томський 16	4,9	5,5	6,3	6,1	6,1	4,5	5,7	5,9	5,9	5,5		
		Київський	6,6	8,2	8,0	7,9	7,6	7,0	8,3	9,1	8,7	8,9		
Урожайність довготого волокна, ц/га	Загальноприйнятій	Томський 16	4,3	5,0	5,8	5,5	5,9	4,0	5,2	5,9	5,3	5,2		
		Київський	6,3	7,6	7,9	8,3	7,2	7,2	8,0	8,3	7,9	7,9		
Урожайність довготого волокна, ц/га	Інтенсивний	Томський 16	7,7	11,7	13,1	12,0	11,5	8,8	12,9	12,9	11,8	11,1		
		Київський	6,9	10,2	9,8	8,4	7,9	7,0	9,9	9,7	8,8	8,2		
Середній номер довгого волокна	Загальноприйнятій	Томський 16	8,4	13,3	12,8	11,8	11,4	8,4	12,4	13,0	11,6	10,9		
		Київський	6,8	9,9	11,1	9,1	7,9	7,0	9,6	9,5	8,8	7,9		
Ціна 1 ц довгого волокна з урахуванням номерам	Інтенсивний	Томський 16	9,0	10,8	10,9	8,3	8,6	9,7	10,9	11,0	8,6	8,8		
		Київський	10,5	10,5	11,2	10,3	10,3	10,6	10,7	11,5	10,6	10,4		
Ціна 1 ц довгого волокна з урахуванням номерам	Загальноприйнятій	Томський 16	9,0	10,2	10,4	9,7	9,5	9,9	11,1	11,5	9,2	9,6		
		Київський	10,6	10,6	11,5	10,7	10,6	11,5	11,8	12,4	12,6	11,8		
Ціна 1 ц довгого волокна з урахуванням номерам	Інтенсивний	Томський 16	815	1065	1072	1015	790	890	1072	1127	780	795		
		Київський	1030	1030	1130	1015	1015	1040	1055	1150	1040	1020		
Ціна 1 ц довгого волокна з урахуванням номерам	Загальноприйнятій	Томський 16	815	1010	1020	890	865	935	1136	1150	839	1166		
		Київський	1040	1040	1150	1050	1040	1150	1165	1210	1230	1165		

Продовження табл. 8.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вартість валової льоно-продукції (насіння + коропке та довге волокно, грн/га	Інтенсивний	Томський 16	9354,5	15533,5	18012,2	16135,0	12973,0	10739,0	17011,8	18287,3	13193,0	12473,5
	Загально-прийнятій	Київський	11049,0	15352,0	15954,0	13279,0	12654,5	11442,0	15321,5	16640,0	14393,0	13739,0
Витрати на вирощування, грн/га	Інтенсивний	Томський 16	9643,0	16255,0	16726,0	14103,0	13778,0	10462,0	16994,4	18699,0	12887,4	16193,4
	Загально-прийнятій	Київський	10825	14788,0	17638,0	14576,0	12632,0	12322,0	15896,0	16540,0	15625,0	14004,5
Прибуток (+), збиток (-), грн/га	Інтенсивний	Томський 16	4875,2	8502,9	8838,5	8024,7	5575,3	3822,5	7450,2	7785,8	6972,0	4522,6
	Загально-прийнятій	Київський	4898,3	8564,6	8888,4	8053,9	5591,4	3862,6	7322,2	7697,9	6982,6	4562,4
Рівень рентабельності, %	Інтенсивний	Томський 16	4545,2	8172,9	8508,5	7694,7	5245,3	3492,5	7120,2	7463,5	6642,0	4192,6
	Загально-прийнятій	Київський	4582,5	8192,7	8568,9	7783,8	5240,1	3588,3	7110,1	7353,5	6682,2	4089,5
Рівень рентабельності, %	Інтенсивний	Томський 16	4479,3	7030,6	9173,7	8110,3	7397,7	6916,5	9561,6	10501,5	6221,0	7950,9
	Загально-прийнятій	Київський	6150,7	6787,4	7065,6	5225,1	7063,1	7579,4	7999,3	8942,1	7410,4	9176,6
Рівень рентабельності, %	Інтенсивний	Томський 16	5097,8	8082,1	8217,5	6408,3	8532,7	6969,5	9874,2	11235,5	6245,4	12000,8
	Загально-прийнятій	Київський	6242,5	6595,3	9069,1	6792,2	7391,9	8733,7	8785,9	9186,5	8942,8	9914,5
Рівень рентабельності, %	Інтенсивний	Томський 16	91,9	82,7	103,8	101,1	132,7	180,9	128,3	134,9	89,2	175,8
	Загально-прийнятій	Київський	125,6	79,2	79,5	64,9	126,3	196,2	109,2	116,2	106,1	201,1
Рівень рентабельності, %	Інтенсивний	Томський 16	112,1	98,9	96,6	83,3	162,7	199,5	138,7	150,5	94,0	286,2
	Загально-прийнятій	Київський	136,2	80,5	105,8	87,3	141,1	243,4	123,6	124,9	133,8	242,4

* вартість 1 ц насіння – 550 грн; номер короткого волокна – 3; вартість 1 ц короткого волокна – 240 грн

При використанні ресурсоощадного варіанту вирощування льону кількісні значення врожайності змінювалися наступним чином: насіннева продуктивність по сортах у середньому за 4 роки становила 6,5 ц/га, що на 0,2 ц/га або на 3,2 % було вищим за базовий варіант. Але при цьому врожайність довгого волокна дещо поступалася базовому варіанту – на 1,5 ц/га (-13,8 %) і дорівнювала 9,4 ц/га. Безумовно, збільшення виходу насіння з одиниці площі до деякої міри компенсувало втрати волокна. При цьому слід враховувати й біологічні особливості окремих сортів. Зокрема, величина приросту врожайності насіння (порівняно з базовим варіантом) у ранньостиглого сорту дорівнювала 0,2 ц/га (4 %), а середньораннього – 0,3 ц/га (3,9 %), зниження врожайності довгого волокна відповідно до сортів становило 0,8 ц/га (-0,8 %) і 2,3 ц/га (-22,6 %). Щодо якості волокнистої продукції, то в ранньостиглого сорту порівняно з базовим варіантом середній номер довгого волокна знижувався на 0,6 одиниці (-5,9 %), а у середньораннього, навпаки, зростав на 1,2 одиниці (+11,3 %). В цілому ресурсоощадний варіант забезпечував у порівнянні з базовим (відповідно до сортів) зростання прибутку на 3918,7 грн/га (+48,5 %) та на 3319,2 грн/га (+50,3 %), а рівня рентабельності – на 187,3 та 161,9 в.п. (табл. 8.12).

Порівняльну технологічну й економічну ефективність способів збирання льону визначали рядом показників: витратами на вирощування та збирання, прибутком, продуктивністю праці, затратами праці на 1 га, витратами оборотних засобів, особливо на паливо-мастильні матеріали та електроенергію, рентабельністю тощо (табл. 8.13).

Відомо, що продуктивність праці є вирішальним узагальнюючим критерієм ефективності виробництва та використання трудового потенціалу. Структурний аналіз способів збирання за прямими затратами праці (людино-години) у розрахунку на 1 га підтверджує, що найбільші затрати припадають на процеси, пов'язані саме зі збиранням: 67,7 % при комбайновому способі та 57,3 % при роздільному збиранні (табл. 8.13).

Таблиця 8.13 – Економічна ефективність різних способів збирання льону-довгунця, середнє за чотири роки

№ з/п	Показники		Спосіб збирання	
			комбайновий	роздільний
1	Вартість усієї валової льонопродукції з 1 га, грн		14063,0	14643,2
2	Усього витрат на 1 га, грн		7017,4	5935,7
3	Чистий дохід з 1 га, грн		7045,65	8707,42
4	Чистий дохід на 1 грн витрат, грн		1,00	1,47
5	Продуктивність праці, грн/люд.-год		248,37	341,41
6	Рентабельність, %		99,0	146,7
7	Затрати праці на 1 га, люд.-год	у т.ч. на збирання, виготовлення трести та її реалізацію	38,31	24,58
		всього	56,62	42,89
8	Розподіл прямих затрат праці на збирання льону, виготовлення трести та її реалізацію		67,7	57,3
9	Витрати оборотних засобів*	всього	<u>204,2</u> 117,25	<u>154,2</u> 17,25
		у т.ч. на збирання льону, виготовлення трести та її реалізацію	<u>141,4</u> 116,0	<u>91,4</u> 16,0

* над ризикою – паливо-мастильні матеріали, кг/га,
під ризикою – електроенергія, кВт·год/га

В цілому затрати праці на 1 га при роздільному способі збирання становлять 24,58 люд.-год, що порівняно з комбайновим способом менше на 13,73 люд.-год або на 35,8 %. При цьому також скорочуються витрати паливо-мастильних матеріалів на 50 кг/га та електроенергії – на 100 кВт·год/га або, відповідно, на 24,5 та 85,3 %.

Порівнюючи показники економічної ефективності застосування способів збирання льону (табл. 8.13), можна зробити висновок, що за рахунок впровадження роздільного способу збирання на кожному

гектарі можна заощадити фінансові ресурси. Так, при цьому способі витрати фінансів знижувалися на 1081,7 грн/га або на 15,4 %, чистий доход зростав на 1661,8 грн/га (на 23,6 %), чистий доход на 1 грн витрат збільшувався на 47 %, продуктивність праці зростала на 37,5 %, а рентабельність – на 47,7 в.п. або у 1,5 разу.

При збиранні льону комбайновим способом найбільш трудомісткими процесами є сушіння і доробка вороху та сортування трести. Застосування передзбиральної десикації льону-довгунця Раундапом на початку ранньої жовтої стиглості забезпечило зменшення втрат урожаю в період збирання – приріст урожайності соломи становив 19,7 ц/га, насіння – 1,5 ц/га. Умовний чистий прибуток від даної операції – 1654,0 грн/га.

Таким чином, при певному поєднанні різних факторів створюються сприятливі умови для підвищення економічної ефективності льонарства. Безумовно, що кожний з перелічених факторів має свої переваги і недоліки. У зв'язку з цим і економічна ефективність різних варіантів технології вирощування льону різна.

Найповніше врахування можливих комбінацій дозволяє запропонувати найбільш ресурсоекономічний у той же час оптимальний для розвитку рослин варіант технології вирощування.

Так, у середньому по сортах за 4 роки досліджень базовий варіант вирощування льону, що включав застосування загальнорекомендованого хімічного захисту рослин, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{90}$ та комбайновий спосіб збирання (вар. 2), забезпечив усереднено по сортах урожай насіння 6,3 ц/га, довгого волокна – 10,9 ц/га з середнім його номером 10,4, при цьому прибуток сягав 7338,7 грн/га, а рівень рентабельності – 89,7 %. Застосування на аналогічному фоні фосфорно-калійних добрив дози азоту N_{45} з роздрібним його внесенням та роздільного способу збирання забезпечило приріст урожаю насіння 0,8 ц/га (+12,7 %) до базового варіанту, відповідно довгого волокна – 0,3 ц/га (+2,7 %), середній номер якого зростав на 1,5 одиниці (+14,4 %), прибуток підвищувався на 2872,3 грн/га (+39,1 %), а рівень рентабельності – на 48 в.п.

Таблиця 8.14 – Енергетична оцінка варіантів технологій вирощування льону-довгунця, середнє за чотири роки

Показники	Варіанти захисту	Сорти	Спосіб збирання											
			комбайновий						роздільний					
			Варіанти мінеральних добрив											
Без добрив	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	R ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	Без добрив	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	R ₄₃ K ₇₃ + N ₁₇ P ₁₇ K ₁₇	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃					
Сукупна енергія при використанні тавні	Інтенсивний	–	12785,3	16892,3	18194,3	16559,5	14793,8	9788,5	13895,5	15197,5	13562,7	11797,0		
			12565,2	16672,2	17974,2	16339,4	14573,7	9568,4	13675,4	13342,6	11576,9			
Загальноприйнятій	Інтенсивний	–	24003,7	32449,9	36626,2	34231,1	33330,4	25158,0	35025,1	35438,7	33457,2	31369,1		
			26078,2	35331,5	34197,3	31468,6	29947,5	27085,5	34997,9	36292,0	33843,6	33176,3		
Загальноприйнятій	Інтенсивний	Томський 16	24023,8	34298,1	35051,8	32630,0	32736,7	23403,4	33090,5	35618,9	31856,2	30388,4		
			25277,6	33550,3	36332,3	33556,8	29120,3	27499,1	33837,1	34277,3	32189,2	30567,9		
Коефіцієнт енергетичної ефективності, К _е	Інтенсивний	Томський 16	1,88	1,92	2,01	2,07	2,25	2,57	2,52	2,33	2,47	2,66		
			2,04	2,09	1,88	1,90	2,02	2,77	2,52	2,39	2,50	2,81		
Коефіцієнт енергетичної ефективності, К _е	Загальноприйнятій	Томський 16	1,91	2,06	1,95	2,00	2,25	2,45	2,42	2,38	2,39	2,62		
			2,01	2,01	2,02	2,05	2,00	2,87	2,47	2,29	2,41	2,64		

У сучасних умовах застосування економічних методів оцінки й аналізу технологій виробництва сільськогосподарських культур за затратами праці й коштів у ряді випадків є недостатнім, оскільки ці показники мають суттєві коливання, зумовлені політикою цін і значною мірою залежать від кон'юнктури ринку, тобто не дають змоги визначити рівень необхідних витрат енергії на вирощування та збирання культур. Тому традиційна оцінка технологій повинна бути доповнена енергетичним аналізом.

Актуальність такого підходу насамперед впливає із потреби економити енергоресурси на одиницю одержаної льонопродукції.

Аналіз енергетичної ефективності вирощування льону-довгунця (табл. 8.14) показує, що витрати сукупної енергії трудових ресурсів при роздільній технології збирання, в порівнянні з комбайновим способом, скорочуються усереднено по досліді на 2996,8 МДж/га або на 19,1 %. Але при цьому треба пам'ятати певні особливості. Так, роздільний спосіб збирання дає можливість раніше, ніж при комбайновому, розпочати збирання врожаю. Якість одержаного вороху після обмолоту стрічок вища й у зв'язку з цим менше вимагає додаткових витрат на його доробку. Але при такому способі збирання є розрив між бранням льону-довгунця і його обмолотом, що при несприятливих погодних умовах може призвести до втрат насіння і погіршення якості льонопродукції.

Проведена нами енергетична оцінка 4-річних досліджень ефективності застосування варіантів захисту рослин показала, що більш інтенсивна система захисту підвищує енерговитрати з 14126,5 до 14346,6 МДж/га або на 1,6 %.

За нашими розрахунками, найбільші сукупні енерговитрати трудових та оборотних ресурсів спостерігалися при застосуванні системи удобрення, яка передбачала внесення під основний обробіток ґрунту $P_{60}K_{90}$ та N_{45} у роздріб весною (вар. 3). Порівняльна оцінка енергетичної ефективності варіантів мінерального удобрення свідчить про те, що в більшості випадків високі показники коефіцієнта енергетичної ефективності мав варіант із локальним внесенням комплексних добрив (вар. 5). Таким чином, пошук способів підвищення ефективності дії доз добрив повинен ґрунтуватися на наступному

принципі: при обмеженій наявності добрив доцільніше використовувати їх у дозах, що забезпечують максимальний приріст урожайності на кожний кілограм добрив; при достатньому забезпеченні необхідно вносити такі дози, що дають максимальну урожайність на одиниці площі при повній окупності затрат на їхнє застосування.

З енергетичної точки зору, за ефективністю витрат на технологічний процес вирощування льону-довгунця найбільш доцільними (усереднено по сортах) виявилися агроприйоми засновані на поєднаному застосуванні інтенсивного фону захисту рослин та локальному внесенні складних комплексних добрив у дозі $N_{13}P_{13}K_{13}$ і роздільному способі збирання (табл.8.14). При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності дорівнював у середньому по сортах – 2,73 (у сорту Київський він був дещо вищим – на 5,6 %), що перевищувало показник K_{ee} при використанні загальнорекомендованого технологічного комплексу (базовий фон захисту + $N_{30}P_{60}K_{90}$ + комбайновий спосіб збирання) на 0,7 одиниці або на 34,5 %.

Безумовно, в адаптаційних процесах рослин льону значну роль відіграють не тільки погодні умови та ступінь їхнього ресурсного забезпечення життєво необхідними для росту та розвитку складовими. Вочевидь, при створенні певних прийомів агротехніки й технології в цілому необхідно прагнути не стільки до економного витрачання ресурсів, як до високої оплати виробленою біомасою спожитих рослиною факторів середовища – світла, води, мінерального живлення, засобів стимуляції та захисту рослин тощо. У той же час при виборі будь-якого технологічного рішення треба враховувати й можливі екологічні наслідки від його практичної реалізації. Тому, розуміючи критичний стан розвитку льонарства в сучасних умовах виробництва, нами запропонована адаптована до зональних умов Лівобережного Полісся технологія, яка передбачає оптимізацію основних ланок вирощування льону-довгунця та зорієнтована на енерго- й ресурсозаощадження та екологічну безпечність. Основні принципи побудови даної технології ґрунтуються, перш за все, на особливостях росту та розвитку рослин льону-довгунця з урахуванням вимог різних його генотипів та рівня зональної забезпеченості агрокліматичними ресурсами.

ВИСНОВКИ

Основою переходу від енергонасиченої інтенсивної системи землеробства до природоохоронної адаптивно-ландшафтною є розробка та впровадження оптимізаційних параметрів сучасних технологій в цілому або їхніх окремих ефективних агрозаходів.

Сталий розвиток галузі льонарства неможливий без використання доцільних, екологічно безпечних та зонально адаптованих складових елементів вирощування, що включають ресурсоощадні чинники: елементи живлення, захисту й стимуляції росту рослин, які забезпечать реалізацію природного потенціалу регіону та сортів.

У монографії наведено теоретичні узагальнення і нове вирішення важливої наукової та народногосподарської проблеми, що полягає в установленні закономірностей формування продуктивності агрофітоценозу льону-довгунця і льону олійного та розробці елементів екологічно безпечної, ресурсоощадної технології вирощування культур для умов Лівобережного Полісся, яка вирішена шляхом встановлення оптимальних параметрів основних агрозаходів, що дозволяють одержувати 1,1-1,3 т/га волокна високої якості і 0,6-0,8 т/га насіння льону-довгунця та 2,1-2,3 т/га насіння і 3,0-4,0 т/га соломи льону олійного при вищій, ніж за існуючих технологій, економічній та енергетичній ефективності.

1. Продуктивність і якість усіх сортів, що вивчалися в наших дослідженнях, значною мірою залежить від гідротермічних умов (фактор – рік вирощування) і може коливатись, в залежності від виду льонопродукції, від 19-30 % до 70-94 %, що дуже важливо при виборі варіанту технології.

2. Уперше в умовах Лівобережної зони Полісся встановлено характер зв'язку між абіотичними факторами та особливостями росту і розвитку рослин льону-довгунця. Виявлено пряму кореляційну залежність між тривалістю вегетаційного періоду і кількістю опадів за цей термін – $r = 0,50$ та обернену з середньодобовою температурою повітря – $r = -0,51$. На ступінь зволоження сильніше реагували

середньостиглі сорти льону, слабше – ранні, а пізньостиглі займали проміжне положення. Існує позитивна кореляційна залежність між повнотою сходів та температурою ґрунту в шарі 0-10 см – $r = 0,58$.

3. Установлено тісну кореляційну залежність між висотою рослин, сортом та кількістю опадів і середньодобовою температурою повітря, що підтверджується високими коефіцієнтами множинної кореляції, відповідно $R = 0,93$ і $R = 0,67$.

4. Доведено зворотний взаємозв'язок між кількістю сформованих на одній рослині коробочок і кількістю опадів ($r = -0,71$) та температурним режимом повітря ($r = -0,34$) у міжфазний період «цвітіння – визрівання», а також пряму незначну кореляційну залежність для комбінації «кількість коробочок + генотип» – $r = 0,21$.

5. Обґрунтовано тісну позитивну кореляційну залежність між показниками урожайності соломи ($r = 0,82$), насіння ($r = 0,52$), довгого волокна ($r = 0,46$) генотиповою сортовою чутливістю рослин льону ($r = 0,43$) та кількістю опадів за вегетаційний період. При цьому встановлено негативний кореляційний зв'язок між величиною середньодобової температури повітря та врожайністю соломи ($r = -0,45$) і довгого волокна ($r = -0,57$). Взаємозв'язок між величиною коефіцієнту ГТК за вегетаційний період рослин льону та врожайністю був прямим і дорівнював: по соломі – $r = 0,68$, довгому волокну – $r = 0,53$, насінню – $r = 0,28$. Коефіцієнт множинної детермінації для потрійного поєднання факторів: врожайність соломи, сорт та величина коефіцієнту ГТК був досить значним і сягав – $R^2 = 0,83$. По довгому волокну та насінню цей зв'язок був неістотним.

6. Встановлено, що максимальну продуктивність різних за скоростиглістю сортів льону-довгунця в зональних умовах забезпечують наступні параметри гідротермічного режиму вегетаційного періоду: середньодобова температура ґрунту на глибині шару 0-10 см в період «посів – сходи» – 9-14 °С; кількість опадів; середньодобова температура повітря та величина коефіцієнту ГТК в період «сходи – цвітіння», відповідно, 90 мм, 17 °С та 1,3, а в період «цвітіння – рання жовта стиглість», відповідно – 70 мм, 19 °С та 1,1.

7. Вплив біогенних елементів живлення поживно-кореневих решток попередників льону та фітосанітарного ефекту їхньої дії є одним із головних чинників біологізації технології його вирощування за екологічно безпечною та ресурсощадною моделлю. Діагностика вмісту елементів живлення у поживно-кореневих рештках попередників за принципом еквівалентності дозволяє зменшити рекомендовані усереднені зональні дози мінеральних туків під льондовгунець ($N_{30}P_{60}K_{90}$) за сумою NPK: після зернових – на 36-40 %, просапних – на 55-85 %, а після конюшини є реальна можливість не застосовувати мінеральні добрива взагалі.

8. У сівозмінних ланках, де льон вирощувався після ячменю, озимої пшениці та конюшини, порівняно з іншими попередниками, потенційна засміченість орного шару ґрунту насінням бур'янів на одиниці площі була меншою в середньому на 11 %, а повітряно-суха біомаса бур'янів у посівах перед збиранням культури – на 5,4 %. При даному розміщенні льону у ланках сівозміни забезпечувався приріст сумарного врожаю (насіння + волокно) 0,11 т/га зернових одиниць при середній сумарній врожайності після інших попередників 4,78 т/га зерн. од. Коефіцієнт енергетичної ефективності технологічного процесу зростав у середньому з 2,66 до 3,21, або на 20,7 %.

9. Найвищу врожайність льону-довгунця забезпечувала система основного обробітку ґрунту по типу раннього напівпару – оранка в першій декаді серпня + 2-4 різноглибинні культивуації: соломи – 6,03 т/га, насіння – 0,825 т/га, валового волокна – 1,44 т/га, в т.ч. довгого – 1,25 т/га при врожайності на контролі (поліпшений зяб), відповідно – 5,16; 0,62; 1,16 та 1,04 т/га. При цьому сумарна грошова вартість льонопродукції також зростала на 30 %, а Кее дорівнював 3,84. Враховуючи, що показники біологічної продуктивності при різних варіантах системи основного обробітку ґрунту перебували в межах найменшої істотної різниці, а також було значне збільшення витрат: експлуатаційних – на 22 %, палива – на 32 %, оплати праці – на 71 %, вважати доцільним застосування раннього напівпарового

обробітку зябу під льон-довгунець можна тільки на полях із сильним ступенем засміченості, особливо багаторічними видами бур'янів.

В умовах Лівобережного Полісся величина ранньовесняної щільності орного шару ґрунту не залежить від способів його основного обробітку і на момент посіву льону перебувала в межах, близьких до оптимальних – 1,3-1,4 г/м³.

10. Використання для передпосівного обробітку ґрунту голчастої борони БИГ-3 забезпечувало певну позитивну тенденцію зростання продуктивності льону-довгунця порівняно з іншими варіантами: по насінню – на 0,03-0,08, соломі – на 0,21-0,51 та довгому волокну – на 0,05-0,11 т/га або на 5,2-12,3 % у енергетичному еквіваленті. Найкращі показники економічної ефективності порівняно з іншими агрегатами та знаряддями отримано при застосуванні в даній технологічній операції зчіпки борін у 2 сліди. Цей ресурсощадний варіант дозволяє зменшити витрати праці в 1,8-2,3 разу, палива – в 2,2-3,5 разу, енергії – в 2,1-2,8 разу. Його доцільно використовувати на менш засмічених бур'янами полях.

11. Оптимальні строки сівби сортів льону-довгунця (незалежно від типу скоростиглості) у зоні Лівобережного Полісся України припадають на період від 7 до 16 квітня. Це забезпечує приріст урожаю соломи у вузькорядних (товарних) посівах – 1,17 т/га (22 %), у широкорядних (насінницьких) – 1,07 т/га (24 %), насіння, відповідно – 0,16 т/га (15 %) та 0,19 т/га (20 %), довгого волокна – 0,23 т/га (23 %) і 0,20 т/га (24 %). Відхилення від оптимальних строків сівби як у бік більш ранніх, так і більш пізніх строків знижує сумарну продуктивність льону в залежності від сортових ознак на 8-28 %. Оптимальні строки сівби забезпечують кращі якісні параметри льонопродукції. При цьому біоенергетичний ККД вирощування культури зростав у 2,1-3,2 разу по відношенню до більш ранніх та у 2,2-7,5 разу – до більш пізніх строків сівби. Найбільш чутливими до цього елемента технології були середньостиглі сорти.

12. Найкращі умови для реалізації біологічної спроможності рослин формувати найвищу продуктивність створюються при висіві

льону-довгунця за схемою: 25 млн шт./га схожих насінин на фоні співвідношення N:P:K = 1-1,5:3:4 при одноразовому внесенні помірної дози туків (225 кг/га д.р. NPK) весною перед посівом або при роздрібному її внесенні – РК 70 % восени під оранку + РК 30 % + N 100 % весною під передпосівний обробіток ґрунту. Це забезпечує високі показники якості льонопродукції та економіко-енергетичних параметрів технологічного процесу.

13. Найдоцільніша система удобрення на дерново-підзолистих ґрунтах регіону – це використання біомаси проміжного хрестоцвітого сидерату (редьки олійної) з внесенням соломи попередника (3 т/га) та половинної дози мінеральних туків ($N_{15}P_{30}K_{45}$). Порівняно з варіантом без добрив вона забезпечує приріст урожайності довгого волокна – 0,32 т/га (31 %), насіння – 0,18 т/га (37 %).

14. Позакореневе обприскування посівів льону-довгунця наприкінці фази “ялинки” альтернативним азотним добривом – вуглеамонійними солями в комплексі з біостимулятором Агростимуліном та пестицидами, порівняно з традиційним застосуванням аміачної селітри в дозі N_{30} під передпосівний обробіток ґрунту відцентровими розкидачами, підвищувало: сумарний врожай льонопродукції (насіння + волокно) на 0,54 т/га зерн. од. (32 %), окупність додаткових затрат при вирощуванні – на 24 %, окупність 1 кг д.р. азоту в 5,8 разу, біоенергетичний ККД – у 1,9 разу.

15. Використання для передпосівного обробітку насіння льону біостимуляторів Емістиму С (15 мл/т) та Протону (20 мл/т) підвищує врожайність соломи відповідно на 0,52 та 0,50 т/га або на 11 %, порівняно з необробленими варіантами. При сівбі в умовах підвищеного зволоження ефективнішим є обробіток насіння Триманом (20 г/т) або Метіуром (10 г/т), у посушливих – зменшеною дозою Емістиму С – 10 мл/т. Позакореневе обприскування посівів у фазі “ялинки” Емістимом С (5 мл/га) забезпечувало найбільший приріст урожайності соломи – 0,59 т/га або 18 %. В умовах значного зволоження найбільш ефективним є обприскування Емістимом С (5 мл/га), посушливих – Протоном (10 мл/га) або Вогником (10 мл/га).

Кожна гривня, витрачена на застосування стимуляторів при обробці насіння, окупається приростом сумарного врожаю льонопродукції в середньому в 13 разів, а при позакореновому внесенні – в 7 разів.

16. Інокуляція насіння льону перед посівом мікробними препаратами Поліміксобактерином та Мікрогуміном сприяла підвищенню врожайності соломи та насіння відповідно на 2,31 т/га (52,1 %) і 0,30 т/га (44,8 %) та 1,01 т/га (31,8 %) і 0,12 т/га (21,4 %).

17. Максимального показника гербіцидного ефекту досягнуто при застосуванні зменшеної на 40 % дози препарату Льонок (6 г/га) в комплексі з ад'ювантом Енпосаном (3 л/га). Контроль бур'янів сягав 60,8 %. Зниження доз гербіцидів на 40-43 % та їхнє комплексне застосування з ад'ювантом Енпосаном сприяло підвищенню врожайності льону: по соломі – на 0,12-0,27 т/га (3-6 %), насінню – на 0,02-0,03 т/га (3-4 %), при середньому врожаї по експерименту, відповідно 4,23 та 0,68 т/га. За рахунок комплексного застосування гербіциду та ад'юванту досягається економія на кожній гектарній дозі гербіциду в розмірі 9,54 грн, а розрахункова окупність заходу при цьому зростає в 21,1 разу.

18. Застосування Раундапу як десиканту пролонгованої дії в період ранньої жовтої стиглості льону забезпечує прискорення процесу визрівання насіння на 4-6 днів, знижує вологість льоново-роху на 10-15 %, на 3-5 % зменшує вміст домішок у складі вороху, у т.ч. на 2,5-3 % плутанини, яка є додатковим баластом при транспортуванні та сушінні вороху; зменшує загальний обсяг вороху в 1,2-1,5 разу, підвищує продуктивність роботи льонокомбайнів на 40 %.

19. Роздільна технологія збирання льону порівняно з комбайновою дозволяє отримати ворох з меншою у два рази вологістю, знижує затрати праці на 1 га на 35,8 %, витрати ПММ – на 24,5 %, електроенергії – на 85,3 %, підвищує чистий дохід на 19 %, продуктивність праці – на 44 %, рентабельність – у 1,3 разу, скорочує загальні витрати сукупної енергії на 24,3 %.

20. Ресурсоощадна технологія вирощування льону-довгунця забезпечує значний економічний і енергетичний ефект. При порівнянні кращих показників із аналогічними, що отримані при загальнорекомендованій у зоні технології, урожайність валового волокна зростає на 0,3 т/га (30 %), трести – на 1,31 т/га (43,7 %), насіння – на 0,2 ц/га (33,3 %). Виробничі затрати на 1 га зменшуються на 14,9 %, собівартість 1 т трести – на 10,7 %, собівартість 1 т насіння знижується на 20,5 %. Затрати праці на 1 т трести зменшуються на 24,6 %, 1 т насіння – на 28,6 %. Чистий прибуток зростає в 2,6 рази, а рівень рентабельності – з 44,6 % до 137,4 %. Коефіцієнт енергетичної ефективності зростає з 2,66 до 3,21, або на 20,7 %.

21. За роки досліджень середні прибавки врожайності соломи за обробки насіння льону-довгунця біопрепаратами Біополіцидом і Поліміксобактерином становили відповідно 0,17 та 0,22 т/га, але найвища врожайність формувалася за обробки насіння Азотобактерином та біокомплексом 3-х препаратів на фоні мінерального удобрення – 0,46 т/га за середнього приросту врожайності на 0,26 %.

22. За бактеризації насіння Поліміксобактерином та обробки стимулятором Біоланом у фазі “ялинки” спостерігається певний синергетичний ефект, що забезпечує найвищий приріст урожайності навіть за несприятливих умов. У середньому за роки досліджень урожайність льоносоломи становила 2,7 т/га, насіння – 0,76 т/га за врожайності на контролі відповідно 1,99 та 0,47 т/га.

23. При застосуванні інокуляції насіння льону-довгунця комплексом 3-х мікробних препаратів (Азотобактерин + Поліміксобактерин + Біополіцид) та внесення половинної дози ($N_{15}P_{30}K_{45}$) зафіксовано найкращі показники якості волокна (міцність, гнучкість, метричний номер, розрахункова добротність пряжі) та насіння (вміст олії).

24. Енергетичні коефіцієнти вирощування льону-довгунця були найвищими у варіантах за поєднаного застосування мінеральних добрив та комплексу мікробних препаратів азотфіксуючої, фосфатмобілізуючої, рістстимулюючої та захисної дії.

25. За результатами економічної ефективності найдоцільнішим є обробка насіння до сівби мікробним препаратом Поліміксобактерином та обприскування рослин під час їхньої вегетації Біоланом. Рівень рентабельності виробництва зростав від 20,3 % на контролі до 93 % у дослідному варіанті, тобто на 72,7 %.

26. Найбільш ефективним при вирощуванні льону-довгунця на фоні половинної дози ($N_{15}P_{30}K_{45}$) було застосування для інокуляції комплексу «Азотофіт + Фітоцид + Липосам» та позакореневе внесення РРР Біолану у фазі “ялинки”. Приріст до контролю (без добрив та біопрепаратів) складав: насіння – 0,23 т/га (+46 %), соломи – 1,25 т/га (+34,4 %). Максимальний приріст урожайності соломи до контролю – 1,85 т/га (+51 %) забезпечувало використання комплексу «Фітоцид + Липосам + Біолан» на фоні повної дози – $N_{30}P_{60}K_{90}$. Приріст урожайності насіння при цьому дорівнював 0,24 т/га (+48 %). Доцільним з економічної точки зору було застосування комплексу біопрепаратів «Фітоцид + Липосам + Біолан» – порівняно з абсолютним контролем чистий прибуток збільшувався на 85,4 %, рентабельність – на 13,7 %.

27. Встановлено, що приріст урожайності насіння льону олійного найбільше зростав при застосуванні бактеризації Поліміксобактерином: на фоні без добрив – на 0,46 т/га (+32,2 %), при внесенні $N_{17}P_{40}K_{45}$ – на 0,65 т/га (+45,4 %), на фоні $N_{34}P_{80}K_{90}$ – на 0,86 т/га (+60,1 %). Біопрепарат Біополіцид (БСП) також сприяв підвищенню продуктивності культури, але поступався за ефективністю Поліміксобактерину. Аналогічна закономірність спостерігалася по урожайності соломи. За результатами аналізу економічної ефективності застосування мікробних препаратів встановлено, що в усіх досліджуваних варіантах виробництво льону олійного є прибутковим. За внесення добрив при зростанні доз туків спостерігається зниження економічної ефективності. Бактеризація насіння Поліміксобактерином на фоні без добрив сприяла росту прибутку з 1 га на 76 %, рентабельності – на 49 %, на фоні $N_{17}P_{40}K_{45}$ – відповідно на 58,6 % та 13 %, на фоні $N_{34}P_{80}K_{90}$ – на 46,4 %, але рівень рентабельності порівняно з контролем знижувався на 8 %.

РЕКОМЕНДАЦІ ДЛЯ НАУКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

За результатами наукових досліджень по удосконаленню елементів технології вирощування льону-довгунця та льону олійного, для використання у практичній дослідницькій роботі пропонується застосовувати виявлені зональні корелятивні закономірності ролі генотипу у формуванні врожайності в залежності від абіотичних факторів.

Для підвищення рівня виробництва льонопродукції в агроформуваннях усіх форм власності й організації в умовах Лівобережного Полісся України рекомендується впроваджувати комплекс удосконалених енергоощадних та екологічно безпечних агрозаходів і розроблену на їхній основі адаптивну технологію вирощування культур, що забезпечує одержання: для льону-довгунця – 1,1-1,3 т/га волокна високої якості та 0,6-0,8 т/га насіння; для льону олійного – 1,5-2,5 т/га насіння і 2,5-3,5 т/га соломи. Також зазначена адаптивна технологія дозволяє зменшити обсяги застосування агрохімікатів, отримати високі показники економічної та енергетичної ефективності.

Основою біологізації зональної інтегрованої та збалансованої технології є розташування льону у сівозмінних ланках з ячменем, озимою пшеницею та конюшиною. Додатково рекомендується застосування приорювання подрібненої соломи попередника + післяжнивної біомаси редьки олійної + передпосівне локальне (рядкове 15x10-12 см) внесення зменшеної на 50 % норми туків P₃₀K₄₅ + азотні позакоренево у кінці фази “ялилки” у складі бакової суміші: вуглеамонійна сіль (10 %-ний розчин) + грамініцид + PPP (Агростимулін – 10 мл/га) + 200 л/га робочого розчину.

В умовах Лівобережного Полісся для покращення фітосанітарного стану ґрунту та умов росту рослин льону на полях із сильним ступенем засміченості необхідно проводити систему зяблевого основного обробітку ґрунту по типу раннього напівпару та передпосівного обробітку із застосуванням голчастої борони БИГ-3.

На чистих від бур'янів полях система основного обробітку ґрунту проводиться по типу поліпшеного зябу та передпосівною – важкими зубовими боронами у 2 сліди.

Оптимальні строки сівби припадають на період – від 7 по 16 квітня. Норма висіву пропонується для льону-довгунця – 25 млн схожих насінин на 1 га, для льону олійного – 7 млн шт./га. Для інтенсифікації процесу росту та розвитку рослин льону і підвищення продуктивності культур доцільна передпосівна інокуляція насіння одним з мікробних препаратів – Мікрогуміном у кількості 200 г на гектарну норму насіння, Поліміксобактерином – 150 мл на гектарну норму насіння або інокуляція комплексом біопрепаратів «Азотофіт –р + Фітоцид-р + Липосам» та позакореневе внесення РРР Біолану у фазі “ялинки” у рекомендованих дозах.

Гербіциди проти дводольних бур'янів вносяться лише на значно засмічених посівах у зменшеній на 40 % дозі в комплексі з ад'ювантом.

На 30 % посівних площ, особливо насінницьких, доцільно застосовувати роздільну технологію збирання. На решті площ – пряме комбайнування з передзбиральним застосуванням препарату Раундап (2 л/га) як десиканту пролонгованої дії на початку ранньої жовтої стиглості. Рулонна технологія збирання трести – з обертанням стрічок в середині процесу вилежування та перед її підніманням.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вергунов В. А. Природоохоронне адаптивно-ландшафтне меліоративне землеробство в басейнах малих річок лісостепу України. К.: Аграрна наука, 2006. 432 с.
2. Куликова А. А., Дубинин А. Г., Двойнов А. Н., Каширский В. Н. Антропогенное влияние на природную среду и прогнозирование его последствий. *Биохимический круговорот веществ*. М.: Наука, 1982. С. 28-29.
3. Веденічев П. Ф., Трегобчук В. М. Інтенсифікація сільського господарства і охорона природи. К.: Урожай, 1989. 224 с.
4. Камінський В. Ф. Стратегія розвитку адаптивних систем землеробства і агротехнологій в Україні. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2013. С. 81-85.
5. Кирюшин В. И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. М.: 1993. 207 с.
6. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. К.: Аграрна наука, 2005. 300 с.
7. Шикуча М. К. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні. К.: Оранта, 2000. 389 с.
8. Танчик С. П., Манько Ю. П., Бабенко А. І. Методологія диференційованої класифікації сучасних систем землеробства в Україні. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2013. Т. 1. С. 85-88.
9. Шпаар Д. Зерновые культуры: выращивание, уборка, хранение и использование. К.: Издательский дом «Зерно», 2012. 704 с.
10. Балюк С. А., Воротинцева Л. І., Христенко А. О. Еволюція чорноземних ґрунтів та підвищення їх родючості в умовах ландшафтно-адаптивних систем землеробства. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2013. С. 103-106.
11. Петриченко В. Ф., Панасюк Я. Я. Сучасні системи землеробства України: Навчальний посібник. Вінниця: ФОП Данилюк В.П., 2009. 256 с.
12. Кернасюк Ю. В. Сучасний агробізнес: чи впливає розмір на ефективність. *Агробізнес сьогодні*. № 11 (426), 2020. с. 14-17.
13. Патица В. П., Соломаха В. А., Бурда Р. І., Бойко А. Л. та ін. Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні. Київ: Хімджест, 2003. 256 с.
14. Петриченко В. Ф., Бомба М. Я., Патица М. В., Періг Г. Т., Іващук П. В. Землеробство з основами екології, ґрунтознавства та агрохімії: навчальний посібник. К.: Аграрна наука, 2011. 492 с.
15. Дудукова С. В., Овсянко І. В., Мохер Ю. В. Льон-довгунець: потенційні можливості та сфера застосування. *Нові наукові дослідження у льонарстві та коноплярстві України* : матер. наук.-техн. конф. молод. вчених, 23 листопада 2005 р. Зб. наук. пр. Суми: ВВП «Мрія-1» ТОВ, 2006. С. 105-115.

16. Кругла Н. А. Історія розвитку льонарства в Україні (друга половина XIX-XX століття) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. істор. наук: спец. 07.00.07 «Історія науки і техніки». К., 2002. 22 с.
17. Обьедков М. Г. Лён-долгунец. М.: Россельхозиздат, 1979. С. 5-78.
18. Соловьев А. Я. Льноводство (2-е изд., перераб. и доп.). М.: Агропромиздат, 1989. С. 3-13.
19. Локоть О. Ю. Агробіологічні та біоенергетичні аспекти оптимізації технологій вирощування льону-довгунця: монографія. Ніжин: ТОВ «Видавництво “Аспект-Поліграф”», 2009. 380 с.
20. Губина С. М., Стокозенко В. Г. Технический текстиль: виды, свойства и области применения. Снабженец. 2005. № 40 (490). С. 128-131.
21. Дудукова С. В. Деякі тенденції розвитку льонарства та коноплярства у світі. *Проблеми і перспективи в селекції, генетиці, технології вирощування, збирання, переробки та стандартизації луб'яних культур* : матер. наук.-практ. конф. молод. вчених. Зб. наук. пр. Глухів: ЛІК УААН, 2006. С. 146-152.
22. Food and Agriculture Organization of the United Nations : Statistics. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL/visualize>.
23. Daenekindt A. Linen market / prices in the EU. Euroflax. 2004. № 1. P.35.
24. Каленська С. М., Дмитришак М. Я., Демидась Г. І. та ін. Рослинництво з основами кормовиробництва. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД». 2014. 650 с.
25. Лён олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури): монографія / [І. А. Шевченко, В. О. Лях, О. І. Поляков, А. І. Сорока, К. В. Ведмедева, В. М. Журавель, Ю. О. Махно, Т. Г. Товстановська, Г. І. Буділка]; Інститут олійних культур НААНУ. Запоріжжя: СТАТУС, 2017. 44 с.
26. Шкурко М. Зовнішньоекономічні аспекти зростання українського льонарства. URL: <https://agroportal.ua/blogs/vneshneekonomicheskie-aspekty-rosta-ukrainskogo-lnovodstva>.
27. Сайко В.Ф. Землеробство на шляху до ринку. К.: ІЗ УААН, 1997. 48 с.
28. Кернасюк Ю. Лён – перспективна нішева культура. URL: <https://www.growhow.in.ua/l-on-perspektyvna-nisheva-kul-tura>.
29. Гура О. В. Кон'юнктура ринку льонопродукції в Україні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук: спец. 08.07.02 «Економіка сільського господарства і АПК». Київ, 2001. 17 с.
30. Липський Ю. В. Підвищення економічної ефективності виробництва льону-довгунця в Україні. *Економіка АПК*. 2006. № 4. С. 37-42.
31. Карпенко А. На довгу перспективу: скільки можна заробити на вирощуванні льону-довгунцю та до яких труднощів потрібно бути готовим? URL: <https://www.agravery.com/uk/posts/author/show?slug=na-dovgu-perspektivu-skilki-mozna-zarobiti-na-virosuvanni-lonu-dovguncu-ta-do-akih-trudnosiv-potribno-buti-gotovim>.
32. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 71-77.

33. Чехова І. В., Чехов С. А., Шкурко М. П. Вітчизняний ринок льону. *Науковий журнал «Економіка України»*. 2017. № 1. С. 52-63.
34. Халатур С. М. Порівняльна характеристика сільського господарства України та Європейських країн. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2015. Вип. 3. С. 187-192.
35. Катан Л. І. Розвиток аграрного сектору економіки як важливий фактор ефективної інтеграції у світовий економічний простір. *Інфраструктура ринку: електронний науково-практичний журнал*. 2018. Вип. 15. С. 3-7. URL: <http://www.market-infr.od.ua>
36. В Україні зростає попит на насіння льону. URL: <https://agronews.ua/news/v-ukraini-zrostaie-popyt-na-nasinnia-lonu>.
37. Світовий експорт насіння льону за 4 місяці сезону-2021/22 скоротився на 14%. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/news/1524598>.
38. Vozhehova, R.A.; Lykhovyd, P.V.; Kokovikhin, S.V.; Biliaieva, I.M.; Markovka, O.Y.; Lavrenko, S.O.; Rudik, O.L. (2019). Artificial neural networks and their implementation in agricultural science and practice. Warsaw, "Diamond Trading Tour", 108 p.
39. Рудік Н. М. Економічний потенціал виробництва льону олійного в Україні. *Агросвіт*. № 2. 2020. С. 61-68.
40. Панасюк І., Лебідь Л. Чому льон так і не зайняв лідерську позицію на українських полях. URL: <https://agroportal.ua/publishing/analitika/pochemu-len-tak-i-ne-zanyal-liderskuyu-pozitsiyu-na-ukrainskikh-polyakh>.
41. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
42. Фермерське землеробство (в таблицях) / [І. Д. Примака, В. М. Ткачук, С. П. Васильківський та ін.]; за ред. І. Д. Примака. Біла Церква, 2006. 360 с.
43. Супутник агронома: довідник / [Є. М. Білецький, М. А. Бобро, С. Ю. Булигін та ін.]; за ред. С. Ю. Булигіна. Х. : ХНАУ, 2010. 256 с.
44. Карпець І. П., Склянчук В. М. Режими вирощування та якість льону-довгунця. *Вісник с.-г. науки*. 1988. № 9. С. 85-88.
45. Справочник льновода / Составители А. П. Гончарова, Л. И. Буровникова. М.: Россельхозиздат, 1969. С. 49-52.
46. Технічні культури / [В. М. Євмінов, І. П. Карпець, Г. І. Сенченко та ін.]; за ред. Г. І. Сенченка. К.: Урожай, 1982. С. 28-30.
47. Мельник А. І. Контроль за станом ґрунтів. *Аграрна справа*. 2008. № 20. С. 12.
48. Карпець І. П., Євмінов В. М., Андрушків М. І., Ковальов В. Б. Рекомендації по вирощуванню та первинній переробці льону-довгунця за прогресивною технологією в колгоспах і радгоспах Української РСР. Київ, 1986. 30 с.
49. Дрозд О. М. Продуктивність нових сортів льону-довгунця і льону олійного залежно від способів сівби та системи удобрення : автореф. дис. на

здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Селекція рослин» / Ін-т землеробства УААН. К., 2005. 18 с.

50. Козуб Л. М. Мінливість окремих ознак рослин льону-довгунця в залежності від погодних умов року. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН* / за ред. П. А. Голобородька. Вип. 4. Глухів, 2007. С. 137-141.

51. Технические культуры / [Я. В. Губанов, С. Ф. Тихвинский, Е. П. Горелов и др.]; под ред. Я. В. Губанова. М.: Агропромиздат, 1986. 287 с.

52. Чехов А. В., Аксьонов І. В., Поляков О. І. Рекомендації по вирощуванню льону олійного у Запорізькій області. ІОК УААН. Запоріжжя, 2010. 12 с.

53. Товстановська Т. Г., Першина А. Увагу льону олійному. *The Ukrainian Farmer*. 2009. № 3. С. 44-47.

54. Мазуро П. И., Федоренчик В. В. Взаимосвязь между урожаем основной продукции сельскохозяйственных культур и количеством растительных остатков. *Почвенные исследования и применение удобрений* : Сб. науч. тр. БелНИИПА. Вип. 14. Минск: Ураджай, 1983. С. 70-75.

55. Єгоров О. В. Роль сівозміни у раціональному використанні земель сільськогосподарського призначення. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2013. С. 169-172.

56. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1964. 248 с.

57. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / под ред. В. Д. Панникова. М., 1975. Ч. 1. 167 с.

58. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. Торжок, 1978. 72 с.

59. Методические указания по фитопатологическим работам со льном-долгунцом. М.: Колос, 1969. 32 с.

60. Методические указания по проведению технологической оценки льносоломы и опытов по первичной обработке льна. Торжок, 1972. 58 с.

61. Методика випробування і застосування пестицидів / [С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун, О. О. Іваненко та ін.]; за ред. проф. С. О. Трибеля. К.: Світ, 2001. 448 с.

62. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / за ред. Б. С. Прістера. Київ, 1994. 162 с.

63. Методические указания по крупномасштабному агрохимическому обследованию почв и проведению полевых опытов с удобрениями в системе агрохимслужбы УССР. К.: М-во сел. хоз. УССР. 1982. С. 3-79.

64. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / под ред. В. Д. Панникова. М., 1976. Ч.2. 102 с.

65. Станков Н. З. Корневая система полевых культур. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1951. № 11. С. 41-42.

66. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований, 5-е изд., доп. и перераб.). М.: Агропромиздат, 1985. 351с.

67. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. К.: Урожай, 1986. 118 с.
68. Методические рекомендации по составлению рабочих проектов организации возделывания с.-х. культур. Киев, 1985. 35 с.
69. Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве. М.: Колос, 1979. 32 с.
70. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві / теорія, методологія, практика. (Т. 1. Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур) / за ред. П. Т. Саблука, Ю. Ф. Мельника, М. В. Зубця, В. Я. Месель-Веселяка. К., 2008. 698 с.
71. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві / теорія, методологія, практика. (Т.2. Нормативна собівартість та ціни на сільськогосподарську продукцію) / за ред. П. Т. Саблука, Ю. Ф. Мельника, М. В. Зубця, В. Я. Месель-Веселяка. К., 2008. 650 с.
72. Медведовський О. К., Іваненков П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.
73. Методика оцінки енергетичної ефективності систем землеробства та технологій / відпов. викон. О. З. Мороз. К.: УААН, 1997. 14 с.
74. Перегудов В. Н., Лазер В. С. Оптимальные решения, основанные на производственных функциях эффективности удобрений. *Применение математических методов в агрохимических исследованиях*. Тр. ВИУА. Вып. 56. М., 1977. С. 137-166.
75. Перегудов В. Н. Метод наименьших квадратов и его применение в исследованиях. М.: Статистика, 1965. 340 с.
76. Перегудов В. Н., Иванова Т. И. Некоторые особенности планирования и математической обработки данных многофакторного опыта по изучению закономерностей действия удобрений. *Агрохимия*. 1972. № 7. С. 119-130.
77. Перегудов В. Н., Иванова Т. И. Задачи исследования, конструкция схемы и методы математического анализа данных опытов с удобрениями. *Применение математических методов в агрохимических исследованиях*. Тр. ВИУА. Вып. 56. М., 1977. С. 5-14.
78. Перегудов В. Н. Планирование многофакторных полевых опытов с удобрениями и математическая обработка их результатов. М.: Колос, 1978. 183 с.
79. Иванова Т. И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием моделей. ВАСХНИЛ. М.: Агропромиздат, 1989. 235 с.
80. Иванова Т. И., Трофимова В. Д. О возможности прогнозирования уровня плодородия почвы при длительном применении минеральных удобрений. Тр. ВИУА. Вып. 56. М. 1977. С. 114-127.

81. Наукові основи агропромислового виробництва Чернігівської області / І. В. Гриник, А. Г. Бардаков, Ю. О. Бакун та ін. Чернігів: РВК «Деснянська правда», 2004. 344 с.
82. Рекомендації по зональній сортовій ресурсощадній екологобезпечній технології вирощування льону-довгунця: практичний посібник / [О. Ю. Локоть, Ю. П. Корнута, Ю. В. Садченко]; за ред. О. Ю. Локтя. Ніжин : ТОВ «Видавництво “Аспект-Поліграф”», 2010. 20 с.
83. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: Монографія. К.: Аграрна наука, 2008. 308 с.
84. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і Західного регіону України / редкол. Зубець М. В., Ситник В. П., Круть В. О. та ін. К.: Урожай, 2004. 560 с.
85. Бердніков О. М. Зелені добрива. К.: Т-во “Знання” УРСР, 1989. 48 с.
86. Селянинов Г. Т. Специализация сельскохозяйственных районов по климатическому признаку. Растениеводство СССР. Т. 1. М., 1933. С. 1-15.
87. Краткий агроклиматический справочник Украины. *Пособие по использованию гидрометеорологической информации в сельскохозяйственном производстве* / под ред. д-ра геогр. наук К. Т. Логвинова. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 255 с.
88. Зоидзе Е. К. Погода, климат и эффективность труда в земледелии. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 222 с.
89. Чирков Ю. И. Агрометеорология. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 293 с.
90. Балаєв А. Д. Сутність родючості ґрунту та оцінка її видів. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 8. С. 17-20.
91. Добрива та їх використання / І. У. Марчук, В. М. Макаренко, В. Є. Розстальний та ін. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2012. Т. 1 С.187-254.
92. Дмитрієва В. І. Ґрунти Чернігівської області. К.: Урожай, 1969. 64 с.
93. Багаторічна динаміка агрохімічних показників ґрунтів за інтенсивного їхнього використання. А. І. Мельник, М. П. Мукосій, О. І. Проценко та ін. *Охорона родючості ґрунтів*. Вип. 1. К. : Аграрна наука, 2004. С. 130–141.
94. Мельник А. І., Матухно Ю. Д., Проценко О. І. та ін. Елементи вапнування кислих ґрунтів Лівобережного Полісся і Лісостепу. *Зб. наук. пр. ННЦ “Інститут землеробства УААН”*. К.: ВД “ЕКМО”, 2007. С. 123-133.
95. Мельник А.І., Проценко О.І. та ін. Кислотність і вапнування ґрунтів Чернігівщини. Чернігів: Чернігівський центр «Облдержродючість», 2011. 74 с.
96. Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України: Навчальний посібник. К.: Колообіг, 2005. 304 с.
97. Мельник А. І. Агрохімічний стан ґрунтів та застосування добрив в Чернігівській області (інформаційно-аналітичний довідник). Чернігів: ТОВ «ВКФ “ДИВО”», 2012. 91 с.

98. Сайко В. Ф. Зерно України. *Вісник аграрної науки*. 2011. №9. С. 5-10.
99. Хоффман М., Вэстон Л., Снайдер Д., Ренуар Э. Аллелопатия против сорняков. *Зерно*. 2008. № 9. С. 52-56.
100. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Історичні і сучасні досягнення у вивченні та впровадженні систем землеробства і сівозмін. *Агроном*. 2005. № 8. С. 78-81.
101. Бойко П., Коваленко Н., Егоров А. Что сеять северней. Зерновые севообороты и структура посевных площадей Полесья. *Зерно*. 2007. С. 29-33.
102. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільсько-господарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України / М.В. Зубець, В.П. Ситник, М.Д. Безуглий та ін. К.: ПП "Рута", 2008. 57 с.
103. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. та інші. Спеціалізація землеробства – стратегічна основа підвищення ефективності і сталого розвитку АПК. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 5. С. 5-16.
104. Сівозміни у землеробстві України / [С.М. Рижук, В.І. Сорока, В.А. Жилкін, О.Г. Тараріко та ін.]; під ред. В. Ф. Сайка, П. І. Бойка. Аграрна наука, 2002. 146 с.
105. Науково-виробничий щорічник «Посібник українського хлібороба». К.: Мінагрополітики України, НААНУ, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ. 2010. №2. С. 160.
106. Зубенко В. Ф., Якименко В. М. Сівозміни Полісся. *Сівозміни – основа інтенсифікації землеробства*. К.: Урожай, 1985. С. 173-202.
107. Локоть А. Ю. Оздоровление посевов льна при правильном выборе предшественника / Информлисток № 1. Чернигов: ГЦНТЭИ, 1998, 3 с.
108. Локоть О. Ю. Попередники – як частина біологізації (система захисту льону-довгунця від шкідливих організмів). *Захист рослин*. Київ, 2000. №11. С. 16-17.
109. Бородань В. О. Продуктивність культур у сівозмінах з короткою ротацією. *Зб. наук. праць ІЗ УААН*. К. 2001. Вип. 1-2. С. 21-24.
110. Пупонин А. И., Захаренко А. В. Роль элементов системы земледелия в регулировании сорного компонента агрофитоценоза. *Известия ТСХА*. 1995. № 2. С. 3-21.
111. Цветков С. Г., Лукуть Т. Ф., Гутковская Н. С. Влияние степени насыщения севооборота льном и предшественника на развитие болезней и урожайность льна-долгунца. *Защита растений*. 1989. № 14. С. 70-72.
112. Долгов Б. С. Предшественники льна-долгунца и севообороты в льносеющих хозяйствах. *Лен-долгунец*. М.: Колос, 1976. С. 116-124.
113. Локоть О. Ю., Гриник І. В. Оптимізація азотного живлення льону-довгунця в різних ланках сівозміни. *Агроекологічний журнал*. 2001. С. 25-29.
114. Доспехов Б. А. О предшественниках льна. *Лен и конопля*. 1962. № 4. С. 15-16.
115. Локоть А. Ю. Эффективная защита посевов льна-долгунца от пырея ползучего. Чернигов, 1999. ГЦНТИ. 2 с.

116. Локоть О. Ю. Бур'яни та хвороби в посівах льону-довгунця. Київ, 2002. 30 с.
117. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України / М. В. Зубець, В. П. Ситник, М. Д. Безуглий та ін.; за ред.: М. Д. Безуглого і А. С. Заришняка. К., 2008. 46 с.
118. Жуковский Е. Е. Оценка потенциальной эффективности биоклиматической взаимокомпенсации как метод повышения устойчивости урожаяев. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1980. № 1. С. 35-37.
119. Адаменко Т. Особливості розвитку весняних процесів в Україні в період глобального потепління. *Агроном*. 2008. №1. С.16-18.
120. Бодров И. К. Культура льна в севообороте на северо-востоке центральной Нечерноземной зоны : автореф. дис. на соискание науч. степени доктора с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство». Кострома, 1972. 40 с.
121. Будрин П. В. Результаты опытов по применению удобрений и изучению севооборотов. С.-Петербург, 1907. 188 с.
122. Грязев Н. Опыты с бессменными посевами льна. *Записки Ленинградского СХИ*. Т. 4. Л., 1927. С. 375-402.
123. Гудялис П. К. Подбор предшественников для льна: автореф. на соиск. уч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство». Каунас, 1967. 24 с.
124. Долгов Б.С. Предшественники льна-долгунца за рубежом. *Лен и конопля*. 1968. № 4. С. 39-40.
125. Доспехов Б. А. Некоторые итоги стационарного полевого опыта Тимирязевской академии за 60 лет. *Известия МСХА*. М.: Колос, 1972. Вып. 6. С. 31-39.
126. Доспехов Б. А. Полувековой опыт с бессменной культурой льна. *Известия ТСХА*. 1963. № 4. С. 33-41.
127. Житовецкий В.С. Рациональные севообороты на мелиорированных землях. К.: УкрНЦИНТИ Госплана УССР, 1990. 60 с. .
128. Карпунин Ф. М. Влияние предшественников на урожай и качество льна-долгунца на разных по механическому составу и удобренности почвах. Науч. отчет ВНИИЛ за 1967-1970 гг. Торжок. 1971. С. 120-166.
129. Карпунин Ф. М. Возделывание льна-долгунца (Практическое руководство). Торжок. 1988. 15 с.
130. Карпунин Ф. М. Повышение исходного плодородия почвы и урожаяев льна-долгунца. *Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 19. 1982. С. 57-63.
131. Карпунин Ф. М. Предшественники льна-долгунца в интенсивном земледелии (Обзорная информация). М.: ВНИИТЭИСХ, 1974. 89 с.
132. Карпунин Ф. М., Ефремова Т. В. Предшественники и выравненность стеблестоя льна. *Лен и конопля*. 1975. № 9. С. 14-15.

133. Ковалёва В. А. Влияние концентрации посевов льна в севообороте на урожайность и качество льнопродукции. *Селекция, агротехника и защита льна-долгунца*. Смоленск, 1985. С. 50-60.
134. Кукреш Л. М., Портянкин Д. Е. Концентрация посевов льна-долгунца в севообороте. *Селекция, семеноводство и технология возделывания лубяных культур*. М., 1985. С. 102-109.
135. Лапковский А. А. Размещение льна-долгунца в специализированных севооборотах. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1991. № 5. С. 7.
136. Лебедь Е. М. Андрусенко І. І., Пабат І. А. Сівозміни при інтенсивному землеробстві. К.: Урожай, 1992. 224 с.
137. Межуев А. Г. Размещение льна в севооборотах на дерново-подзолистых почвах БССР. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1991. № 5. С. 7.
138. Рахметов Д. Б., Горобець С. О. Алелопатична роль альтернативних культур у функціонуванні агрофітоценозів. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 10. С. 22-24.
139. Росоновский Н. Г., Ляшко В. П. О перспективных направлениях зональных особенностей возделывания льна-долгунца в северо-восточной части УССР. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1986. № 9. С. 8.
140. Сайко В. Ф., Тарарико А. Г. Почвозащитные системы земледелия на склоновых землях Украины. *Вестник с.-х. науки*. 1986. № 4. С. 19-28.
141. Чундерова А. И. Роль почвенно-микробиологических процессов в оценке предшественников льна. *Лен и конопля*. 1968. № 12. С. 17-20.
142. Долгов Б. С. Влияние предшественников на урожай и качество волокна льна-долгунца. (Обзор литературы за 1892-1966 гг.). М.: ВИНТИСХ, 1967. Вып. 12 (113). С. 62.
143. Сизов И. А. Предшественники льна при пропашной системе земледелия. *Вестник с.-х. науки*. 1962. № 1. С. 24-26.
144. Доспехов Б. А. Севообороты и борьба с сорняками. *Земледелие*. 1967. № 5. С. 12-17.
145. Дремова Т. Н. Борьба с засоренностью производственных посевов льна-долгунца. *Укринформаагропром*. К., 1992. № 2. С. 1-2.
146. Кабалина Е. Г., Бодров И. К. Динамика видового и количественного состава сорняков в льняных звеньях севооборота. *Тр. Костромского СХИ «Караваяво»*. Кострома. 1970. Вып. 28. С. 37-41.
147. Бакун А. И. Разработка научных основ построения полевых севооборотов для колхозов и совхозов Черниговской области. Науч. отчет Черниговской ГОСХОС. Прогресс, 1975. С. 122-143.
148. Фоменко Л. Д. Вирівняний льон. К.: Урожай, 1967. 128 с.
149. Фоменко Л. Д. Льонарство на осушених і низинних землях. К.: Урожай, 1974. С. 32-46.
150. Фоменко Л. Д. Производство льна на осушенных землях. М.: Колос, 1982. 143 с.

151. Скоблина В. Севообороты в сельскохозяйственных кооперативах Чехословакии. *С.-х. экспресс-информация*. М.: ВНИИТЭИСХ. 1972. № 29. 22 с.
152. Михайлов В. П. Предшественники льна-долгунца в Дании и Швеции. *Лен и конопля*. 1960. № 4. С. 19-20.
153. Монов А. И., Соловьев А. Я. Особенности льноводства во Франции, Бельгии, Чехословакии. *Лен и конопля*. 1974. № 6. С. 37-39.
154. Подольская Н. Льноводство во Франции. *Лен и конопля*. 1963. № 8. С. 37-38.
155. Волобуев В. Р. Оценка продуктивности агроценозов с использованием энергетических критериев. *Почвоведение*. 1982. № 7. С. 83-88.
156. Жученко А. А., Казанцев Э. Ф., Афанасьев В. Н. Энергетический анализ в сельском хозяйстве. Кишинев: Штиинца, 1983. 77 с.
157. Жученко А. А., Урсул А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства. Кишинев: Штиинца, 1993. 301 с.
158. Коринец В. В. и др. Энергетическая оценка полевых севооборотов. Волгоград, 1986. 15с.
159. Коринец В. В. Системно-энергетический подход к оценке севооборотов. *Международный с.-х. журнал*. 1992. № 1. С. 67-70.
160. Коринец В. В. Системно-энергетический подход к теоретическим основам севооборотов. *Земледелие*. 1991. № 2. С. 46-49.
161. Кос М., Штейнбрэннер К. Сотрудничество Чехословакии и ГДР по исследованию севооборотов. *Международный с.-х. журнал*. 1987. №2. С. 43-44.
162. Лыков А. М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. М.: Россельхозиздат, 1982. 143 с.
163. Тараріко Ю. О., Величко В. А., Личук Г. І. Шляхи підвищення ефективності та конкурентоспроможності агроєкосистем. *Вісник аграр. науки*. 2008. № 4. С. 63-69.
164. Левин Ф. И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. *Агрехимия*. 1977. № 8. С. 36-42.
165. Лыков А. М. К методике расчетного определения гумусового баланса почвы в интенсивном земледелии. Извест. ТСХА. 1979. Вып. 6. С. 14-20.
166. Дегодюк Е. Г. Використання місцевих добрив в умовах обмеженого ресурсного забезпечення. *Сталій розвиток агроєкологічних систем в умовах обмеженого ресурсного забезпечення*. Мат. наук.-метод. конф. Київ. 1998. С. 175-176.
167. Демолон А. Рост и развитие культурных растений [пер. с фран.]. М., 1961. 356 с.
168. Легенченко Б. И., Романовский Г. . Микроклимат и урожай. Минск: *Наука и техника*, 1986. 72 с.
169. Минеев В. Г., Дебрецени Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. М.: Колос, 1993. 415 с.

170. Носко Б. С. Сучасний стан та перспективні напрями досліджень в агрохімії. *Вісник аграр. науки*. 2002. № 9. С. 9-12.
171. Панников В. Д., Минеев В. Г. Погода, климат, удобрения и урожай. М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.
172. Петрова Л. И. Удобрение льна-долгунца. М.: Россельхозиздат, 1975. 38 с.
173. Кандиба Н. М., Логінов М. І. Трансгресування ознак структури урожаю та якості волокна сортів і гібридів льону-довгунця. *Збірник наукових праць ІЛК УААН*. Вип. 4. 2007. С. 123 – 128.
174. Эффективность применения минеральных и известковых удобрений в севооборотах со льном / Н. И. Аканова, Л. П. Удалова, А. А. Нестеров, Н. Ф. Поливцев. *Агрехимия*. 2000. №7. С. 53-61.
175. Голобородько П. А., Ситник В. П., Баранник В. Г. Льонарство та коноплярство: проблеми і перспективи. *Селекція, технологія виробництва та первинної переробки льону і конопель*. Зб. наук. пр. Глухів: ІЛК УААН, 2000. С. 3-15.
176. Петрова Л. И. Минеральные удобрения и качество урожая льна-долгунца. *Повышение качества льнопродукции*. М.: Россельхозиздат, 1972. С. 16-33.
177. Кошелева Л. Л. Физиология питания и продуктивность льна-долгунца. Минск: Наука и техника, 1980. 198 с.
178. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (науково-методичне забезпечення) / [Ю. О. Тараріко, О. Ю. Несмашна, О. М. Бердніков та ін.]; за наук. ред. доктора с.-г. наук Ю. О. Тараріка. К.: Аграрна наука, 2005. 200 с.
179. Баранник В. Г. Обґрунтування економічної та енергетичної оцінки ресурсозберігаючих технологій виробництва льону та конопель. *Збірник наукових праць ІЛК УААН*. Вип. 1. 2007. С. 160-169.
180. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (Науково-методичне забезпечення) / [Ю. О. Тараріко, О. Ю. Несмашна, О. М. Бердніков та ін.]. Київ : Аграрна наука, 2005. 200 с.
181. Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения (2-е изд., перераб. и доп.) / [Сайко В. Ф., Малиенко А. М., Мазур Г. А. и др.]; под ред. В. Ф. Сайко. К. : Урожай, 1993. 320 с.
182. Мельник А. І. Агрохімічний стан ґрунтів та застосування добрив в Чернігівській області. Чернігів: ДІ Чернігів обл. держ. проєк.-технолог. центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції. 2012. 92 с.
183. Голобородько П. А. Логінов М. І., Ситник В. П. Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця: практичні рекомендації. Глухів: ГДПУ, 2006. С. 6-11.
184. Локоть А. Ю. Система зяблевої обробки ґрунту под лен-долгунец. Чернигов: ЧМТЦНТИ, 1990. 3 с.

185. Локоть А. Ю. Пути энергосбережения при производстве продукции льна-долгунца. *Льняное дело*. 1997. №1. С. 20-22.
186. Локоть А. Ю. Ресурсосбережение при выращивании льна-долгунца. Чернигов: ГЦНТЭИ, 1998. 3 с.
187. Локоть О. Ю., Москаленко А. М., Халеп Ю. М. Економіко-енергетичне адаптування систем обробітку ґрунту в льонарстві до регіональних умов землекористування та ресурсозабезпечення. *АгроІнКом*, 2005. № 8. С. 32-36.
188. Мельник С. Методи обробітку ґрунту потрібно переглянути. *Аграрна справа*. 2008. № 1 (45). С. 5.
189. Гуков Я. С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. К.: Нора прінт, 1999. 280 с.
190. Малієнко А. М. Соціально-економічні передумови формування агротехнологій в землеробстві України (на прикладі еволюції систем обробітку ґрунту). К.: Інститут аграрної економіки, 2001. 62 с.;
191. Медведев В. В. Перспективы минимализации обработки почвы в Украине. *Агроном*. 2007. № 4. С. 40-47.
192. Медведев В., Гуков Я., Пашенко В., Дубровин В. Гармония почвы и техники. *Зерно*. 2006. № 2. С. 46-50.
193. Вергунов В. А., Галиш В. С., Молдован В. Г., Мудрук О. С., Паюк Н. О., Печенюк В. І. Обробіток ґрунту: історія розвитку наукових основ: Навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2008. 148 с.
194. Пабат І. А. Ґрунтозахисна система землеробства. К.: Урожай, 1992. С. 131-134.
195. Шикунда Н. К. Почвозащитная система земледелия. Харьков, 1987. 200 с.
196. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва / за ред. академіка, докт. с.-г. наук, проф. Б. С. Носка. К.: Аграрна наука, 1999. 108 с.
197. Круть В. М., Пабат І. А., Горбатенко А. І. Системы основной обработки почвы и урожайность культур севооборота. *Вестник с.-х. науки*. 1985. № 5. С. 26-30.
198. Почвенно-агрохимическое обоснование рациональных способов основной обработки на Украине / В. М. Круть, В. В. Медведев, А. Я. Бука и др.: *II съезд почвоведов и агрохимиков УССР, 21-24 октября 1986 г.*: тезисы докл. Харьков, 1986. Ч.1 С. 9-11.
199. Созінов О. О., Шпаар Дітер, Лісовий М. П. Альтернативне землеробство: зарубіжний досвід і перспективи в Україні. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 8. С. 3-12.
200. Кліщенко С. В., Капштик М. В., Трофименко М. Г. Система обробітку ґрунту – недоліки та переваги. *Агроексперт: практичний посібник аграрія*. Пілотний випуск. 2008. № 1. С. 8-11.

201. Марченко В. В., Котко І. Г., Опалко В. Г. Основний обробіток ґрунту обертовими плугами. *Агроном*. 2009. № 1. С. 112-119.
202. Сайко В. Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні. *Чернігівщина аграрна*. 2007. № 5 (9). С. 3-5.
203. Михайлина В. И. Тенденция сокращения обработки почвы в некоторых странах Европы. *С.-х. за рубежом*. 1977. № 12. С. 6-10.
204. Панчев П., Марков Н., Раков К., Крыстева З. Новые технологии и комплексы машин для обработки почвы. *Международный с.-х. журнал*. 1985. № 5. С. 96-100.
205. Танчик С. П. Основні напрями розвитку землеробства в Україні. *Пропозиція*. 2008. № 10. С. 50-56.
206. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Системи обробітку ґрунту в Україні. К.: ВД "ЕКМО", 2007. 44 с.
207. Швець С. Чи є майбутнє у плуга? *Farmer*. 2008. № 9 (18). С. 28-29.
208. Марченко В. В., Несвідомін В. М. Засоби механізації для сівби зернових культур при мінімальному та нульовому обробітку ґрунту. *Агроном*. 2008. № 8. С. 154-159.
209. Обработка почвы при интенсивном возделывании полевых культур / [Карвовский Т., Касимов И., Клочков Б. и др.]; под ред. и с предисл. А. С. Кушнарева [пер. с польск. Н. А. Чупеева]. М. : Агропромиздат, 1988. 248 с.
210. Каплун А. Мінімум техніки – мінімум проблем. *Аграрний тиждень*. 2008. № 21 (064). – С. 7.
211. Сушкевич М., Грубы Я. Рационализация обработки почвы. *Международный с.-х. журнал*. 1987. № 4. С. 70-73.
212. Европа идет к новым технологиям земледелия – к no-till. *Зерно*. 2009. № 1. С. 15-26.
213. Танчик С. П., Бовсуновский О. М., Скоцик В. Е. Пахота, минималка, ноль? *Зерно*. 2007. № 12. С. 96-102.
214. Грант С. Искусство обработки – no-till. *Агроном*. 2008. № 4. С. 140-143.
215. Зентнер Р. П., Лафон Г. П., Дерксен Д. А., Кемпбелл С. А. Связь севооборота и системы обработки почвы с прибылью – как меняется экономическая эффективность и рискованность системы земледелия? *Зерно*. 2009. № 1. С. 29-39.
216. Кротінов О. No-till: переваги і питання (без відповіді). *Farmer*. 2008. № 8(17). С. 12-19.
217. Тарарико Н. Н., Цыганова Н. М. Влияние длительного применения различных способов обработки на гумусное состояние дерново-подзолистой супесчаной почвы. *Агрехимия*. 1991. № 2. С. 65-71.
218. Nardali, E.T. (2009). No-till farming: Effects on soil, pros and cons and potential. P. 1-214.
219. Танчик С. П., Цюк О. А., В'ялий С. О. Розвиток органічного землеробства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 1. С. 11-15.

220. Тарарико Н. Н. Эффективность применения навоза в зависимости от глубины и способов его заделки в почву. *Агрохимия*. 1989. № 8. С. 65-70.
221. Ятчук В.Я. Еколого-енергетичний стан агроєкосистем залежно від способів основного обробітку ґрунту у сівозмінах. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 10. С. 75-77.
222. Блянкман Л. М., Анисимова Н. И. Ресурсо- и энергосберегающие технологии в АПК. Минск: Ураджай, 1990. 159 с.
223. Бородич З. Н. Смоленские льны. Смоленское обл. гос. изд-во, 1952. 240 с.
224. Визла Р. Р. Применение соломы как удобрения на легких почвах. *Проблемы повышения плодородия легких почв*. Вильнюс, 1976. С. 38-40.
225. Губанов Я. В., Тихвинский С. Ф., Горелов Е. П. Технические культуры / под ред. Я. В. Губанова. Агропромиздат, 1986. 287 с.
226. Довідник по технічних культурах / [Євминов В. М., Карпець І. П., Шпита М. В. та ін.]; за ред. Г. І. Сенченка. К.: Урожай, 1989. 256 с.
227. Игнатова В. Г. Совершенствование технологии обработки почвы под лен. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1991. № 10. С. 8-9.
228. Карпунин Ф. М. Технология возделывания льна-долгунца на семена. *Технические культуры*. 1989. № 3. С. 26-28.
229. Ковальов В. Б., Смик Д. С. Індустріальна технологія у льонарстві. К.: Урожай, 1985. 72 с.
230. Леонов С. А., Виноградов В. П., Пейве Я. П. Агротехника льна. М.: Сельхозгиз, 1939. 308 с.
231. Матюхин А. П., Карпунина Н. П., Матюхина Г. Н. Обработка почвы под лен-долгунец. *Льняное дело*. 1995. № 3. С. 17-19.
232. Рекомендации и технологические карты по прогрессивной технологии возделывания льна-долгунца / [Быков Н. Н., Вершинин М. С., Воронова В. Г., Гуревич Л.Ю. и др.]. Торжок, 1980. 31 с.
233. Труш М. М., Сергеев И. П., Марченков В. М. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания льна-долгунца. М.: Агропромиздат, 1986. 71 с.
234. Фоменко Л. Д. Зяблевая обработка почвы под лен-долгунец. *Селекция, семеноводство и технология возделывания лубяных культур*. М., 1985. С. 90-96.
235. Черников В. Г., Ковалев М. М., Марченков А. Н. Научно-техническая концепция льноводства. *Льняное дело*. 1997. № 3. С. 21-27.
236. Чернілевський М. С. Способи обробітку ґрунту і продуктивність сівозміни. *Вісник с.-г. науки*. 1988. № 4. С. 12-14.
237. Абрамов Н. Г. Обработка почвы под лён. *Справочник льновода*. М.: Россельхозиздат, 1969. С. 37-43.
238. Ярошовец Р. И. Полупаровая обработка почвы и сроки внесения удобрений под лен-долгунец. *Науч. тр. ЖСХИ*. Т. 19. Киев, 1969. С. 53-56.

239. Шевченко М. С., Литвиненко Ю. В., Жарій В. О., Робу В. Т. Бур'яни: проблема та її вирішення. Інститут зернового господарства УААН, 1999. 8 с.
240. Лісовий М. П. Методологія та основи концепції захисту рослин в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 9. С. 25-28.
241. Яровенко В. В., Зінченко В. І., Сенченко К. Г. Способи обробітку ґрунту і розміщення насіння бур'янів по шарах ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 8. С. 5-7.
242. Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем [пер. с нем. С. О. Эбель]. М.: Агропромиздат, 1988. 207 с.
243. Безручко О. І. Шкодочинність бур'янів у посівах сільськогосподарських культур. *Агроінком*. 1998. № 1-2. С. 18-20.
244. Либман М., Масер Ч. Л., Стейвер Ч. П. Механическая обработка как стимул для сорняков. *Зерно*. 2008. № 4. С. 24-28.
245. Пупонин А. И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. М.: Колос, 1984. 184 с.
246. Фуфаев Н. З., Критинко В. И., Холявский А. Н. Влияние разноглубинной обработки почвы и предшественников на урожайность льна-долгунца. *Внедрение достижений науки и передового опыта в с.-х. производство Ярославской области и учебный процесс*: материалы науч.-метод. конфер. Ярославль, 1990. С. 87-88.
247. Карпец И. П., Шпыта М. В., Дякун И. Г. Обработка почвы и урожайность льна-долгунца. *Льняное дело*. 1995. № 1. С. 16-18.
248. Бурдыга В. М. Научно-технический прогресс в льняном комплексе республики Беларусь. *Льняное дело*. 1997. № 3. С. 34-38.
249. Продуктивность полевых культур и плодородие почв при длительном применении безотвальной обработки в севообороте / Горбачева А. Е., Лапко П. Г., Дзюбинский Н. Ф. и др. *Вестник с.-х. науки*. 1985. № 10. С. 66-70.
250. Світайло М. В., Любінецький М. М. та ін. Методичні рекомендації по впровадженню енерго- та ресурсозберігаючих заходів у землеробстві і тваринництві господарств Чернігівської області. Чернігів, 1993. 8 с.
251. Рибка В. С., Компанієць В. О., Кулик А. О. та ін. Сучасні проблеми та економіко-енергетичні аспекти систем обробітку ґрунту під озиму пшеницю по чистому пару. *Агроном*. 2008. №3. С. 82-86.
252. Благовещенская З. К., Липовая М. И. Возделывание льна-долгунца в Румынии. *Лен и конопля*. 1988. № 2. С.47.
253. Булатов М. В., Егоров М. Е. Льноводство в Румынии. *Лен и конопля*. 1973. № 12. С. 29-32.
254. Дахлер М. Агротехника льна-долгунца в Австрии. *Технические культуры. (Реф. жс.)*. 1990. № 1. С.7.
255. Мьякиньюва Л. Л. Лен в Дании. *Лен и конопля*. 1987. № 3. С. 47.
256. Мьякиньюва Л. Л. Особенности производства льна в Венгрии. *Лен и конопля*. 1987. № 3. С. 46-47

257. Anon. Tehnologia culturii inului de fibra. Prod. Veget. cereale plantt. – 1989. 41, 1 : 7-9.
258. Bachler M. Erfahrungen mit dem Faserflachsbanbau in Osterreich. *Forderungsdienst*. 1988. 36,4. Beil.: S. 21-28.
259. Bauder J. W., Randall G.W., Schuker R.T. Effects of tillage with controlled wheel traffic on soil properties and root growth of corn. *Journal of Soil and Water Conservation*. 1985. Vol. 40. № 4. P. 382-385.
260. Cooksley J. Better beet in beds. *Arable Farming*. 1985. № 9. P. 43-50.
261. Горбачева А. Е., Лапко П. Г., Микитюк Д. И. Способы внесения минеральных удобрений и питательный режим эродированных почв в севооборотах с противоэрозийной обработкой. *Вестник с.-х. науки*. 1986. № 12. С. 22-27.
262. Дажук М. А. Продуктивность льна-долгунца в зависимости от основной обработки почвы. *Интенсификация технологии производства, хранения технических культур на Украине*. К., 1988. С. 46-49.
263. Комаров А.М. Меры борьбы с сорняками. *Лен и конопля*. 1987. № 3. С. 27-28.
264. Ванин Д. Е. Научные основы природоохранных ресурсосберегающих интенсивных систем земледелия. *Земледелие*. 1986. № 11. С. 28-30.
265. Картамышев Н., Посохов А., Бардунова И. Совершенствование технологии обработки почвы и возделывания с.-х. культур. *Международный с.-х. журнал*. 1986. № 2. С. 86-89.
266. Курочкин К. И. Новое в обработке почвы (почвозащитный аспект). *Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Сельское хозяйство»*. № 6. М.: Знание, 1987. 64 с.
267. Макаров И. П. Теоретические и практические основы зональных систем обработки почвы. *Минимализация обработки почвы*. М., 1984. С. 3-13.
268. Берестецкий О. А., Возняковская Ю. М., Доросинский Л. М. Биологические основы плодородия почвы. М.: Колос, 1984. 287 с.
269. Городний Н. Г., Шевчук А. Я., Устименко А. С., Гаврилов Г. Г. Формирование корневой системы льна-долгунца при различных способах обработки почвы. *Науч. тр. ЖСХИ. Повышение урожайности и качества льна*. Т. 19. Киев, 1969. С. 49-53.
270. Груздев Г. С. Научные основы разработки комплексных мер борьбы с сорняками в интенсивных технологиях возделывания с.-х. культур. *Борьба с сорняками при возделывании с.-х. культур* / под ред. Г. С. Груздева. М. : Агропромиздат, 1988. С. 3-8.
271. Дмитренко В. К. Продуктивність польових сівозмін залежно від різних фонів удобрення і способів обробітку ґрунту. *Вісник с.-г. науки*. 1986. № 2. С. 28-32.
272. Йелинек К., Ванек Я. Питание растений при минимальной обработке почвы. *Международный с.-х. журнал*. 1975. № 4. С. 36-40.

273. Курюков Ю. Ф., Фирсов А. И. Эффективность плоскорезной обработки почв. *Земледелие*. 1986. № 5. С. 49-51.
274. Кнігніцька Л. П. Продуктивність льону-довгунця за різних способів обробітку ґрунту і удобрення в умовах Прикарпаття. *Актуальні питання розвитку галузей льонарства і коноплярства: матеріали наук.-техніч. конф. молодих вчених, (Глухів, 7 грудня 2006 р.)*. Інститут луб'яних культур УААН. Суми: "Ноте бене", 2007. С. 39-42.
275. Дідора В. Г. Агроекологічне обґрунтування технології вирощування льону-довгунця. Житомир, 2003. 274 с.
276. Матюхин А. П. Глубина заделки семян, полевая всхожесть и урожайность льна в зависимости от качества предпосевной обработки, температуры и влажности почвы. *Селекция, семеноводство и агротехника возделывания льна-долгунца : Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 21. 1984. С. 190-195.
277. Понажев В. П. Предпосевная обработка почвы под лен активной поперечной бороной СЕ-540. ВНИИЛ: Торжок, 1984. 2 с.
278. Понажев В. П. Применение высокопроизводительных орудий. *Лен и конопля*. 1987. № 2. С. 29-30.
279. Карпунин Ф. М., Матюхин А. П., Тихомирова В. Я. Возделывание льна-долгунца (практическое руководство). Торжок, 1988. 48 с.
280. Понажев В. П. Эффективность весенней разноглубинной обработки почвы под лен. *Селекция, семеноводство и агротехника возделывания льна-долгунца : Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 21. 1984. С. 187-189.
281. Афонин М. И. Результаты научно-исследовательской работы по льну-долгунцу в Белорусской ССР. *Тр. ВНИИЛ*. 1970. Вып. 8. С. 57-72.
282. Афонин М. И., Коренский Н. Г. Особенности агротехники льна в Белорусской ССР. *Лен и конопля*. 1983. №5. С. 21-22.
283. Попов А. Ф., Малієнко А. М., Плішко М. К. Система обробітку ґрунту на Поліссі. *Обробіток ґрунту в системі інтенсивного землеробства*. К., 1986. С. 67-92.
284. Заворотченко И. С. Предпосевное выравнивание почвы. *Лен и конопля*. 1974. № 3. С. 25-26.
285. Королева Ф. С. Влияние различных приемов обработки почвы на полевую всхожесть семян льна-долгунца. *Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 7. М.: Московский рабочий, 1969. С. 230-238.
286. Крашенинников Н. Н., Паутов В. В. Весенняя обработка почвы под лен. *Лен и конопля*. 1987. № 3. С. 18-19.
287. Борисенко П. Т., Василенко Е. Д. Предшественники, основная и предпосевная обработка почвы под коноплю и лен-долгунец. *Селекция, семеноводство и технология возделывания лубяных культур*. М. 1985. С. 96-102.
288. Бунтуш Т. А. Некоторые итоги работ по возделыванию льна-долгунца в Украинской ССР. *Тр. ВНИИЛ*. Вып. 6. 1960. С. 35-49.

289. Данилов Г. Г., Каргин И. Ф., Немцев Н. С. Система обработки почвы. М.: Россельхозиздат, 1982. 269 с.
290. Мазур Г. А. Агроэкологические аспекты расширенного воспроизводства плодородия почв. *Вісник аграрної науки*. 1992. № 8. С. 12-18.
291. Черников В. Г. Современный уровень и перспективы механизации льноводства. *Технические культуры*. 1991. № 1. С. 32-36.
292. Різанов С. Літньо-осінній обробіток ґрунту. *Пропозиція*. 2006. № 7. С. 38-42.
293. Масло І. Проблеми механізації сільськогосподарського виробництва України. *Пропозиція*. 1996. № 12. С. 52-53.
294. Масло І. П., Нагорний М. Н. Шляхи енергозбереження при виробництві продукції рослинництва. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 7. С. 80-89.
295. Кротинов А., Косолап Н. Плотность почвы и пути ее снижения. *Зерно*. 2012. №3. С. 44-48.
296. Мельник І. П., Панченко С. І., Ковальов В. Б. Механізація робіт у льонарстві. Ужгород: Карпати, 1988. С. 17-21.
297. Петрова Л. И., Новожилова М. В., Барцева А. А. Питание льна-долгунца и эффективность удобрений в связи с условиями увлажнения. *Селекция, семеноводство и агротехника возделывания льна-долгунца : Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 21. 1984. С. 149-157.
298. Кандиба Н. М. Мінливість та успадкування основних господарсько-цінних ознак у міжсорткових гібридів льону-довгунця : автореф. дис. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція рослин». Харків, 2006. 19 с.
299. Vereshchahin, I. V., Kandyba, N. M., Stashko, M. R., & Nedohybchenko, A. S. (2022). FLAX SEEDS (LINUM USITATISSIMUM L.) AS A VALUABLE FOOD RESOURCE. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 45(3), 18-26. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.3.3>
300. Повышение качества льна-долгунца / [Н. Н. Быков, Ф. М. Карпунин, М. М. Труш и др.]; под ред. М. М. Труша. М.: Колос, 1984. 135 с.
301. Тихвинский С. Ф. Улучшение качества прядильного льна. Л. : Колос (Ленинград. отд-ние), 1978. С. 38-40.
302. Карпець І. П., Склянчук В. М. Як підвищити якість і схоронність льнопродукції. К.: Урожай, 1986. 130 с.
303. Андрійчук В. Г. Ефективність діяльності аграрних підприємств : теорія, методика, аналіз. Монографія. К.: КНЕУ, 2005. 292 с.
304. Іванько А. В., Локоть О. Ю. Формування інноваційної моделі розвитку насінництва на Чернігівщині. *Економіка АПК*. 2008. №11. С. 92-96.
305. Вильдфлуш Р. Т., Мельник Н. И. Урожай и качество льна-долгунца в зависимости от удобрения и сорта. *Резервы повышения плодородия почв и эффективность удобрений : Сб. науч. тр.* Вып. 69. Горки, 1980. С. 129-133.
306. Гаврилюк М. М. Сучасні завдання аграрної науки в розвитку генетики, селекції та насінництва. *Вісник аграрної науки*. 2009. №1. С.5-10.

307. Гаврилюк М. М. Селекція та насінництво – основа інтенсифікації галузі рослинництва. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2012. Т. 1. С. 24-25.
308. Троян М. В., Бугай В. П., Сипливець О. М., Мельник А. І. Фактор сортозаміни в зростанні продуктивності галузі рослинництва. *Насінництво*. 2007. №5. С. 1-5.
309. Динник В. П., Дрозд О. М., Мирончук В. П., Лісовий О. Б., Динник А. В. Продуктивні властивості сортів льону-довгунця. *Вісник аграрної науки*. 2007. №4. С.46-48.
310. Жаркова Г. А., Локоть О. Ю., Кобижча І. О. та ін. Льон-довгунець. Перспективи створення і використання вітчизняних сортів культури. *Насінництво*. 2009. № 1. С. 11-14.
311. Ковальов В. Б., Семеній О. Г. Результати наукових досліджень Інституту сільського господарства Полісся. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Вип.4. Глухів: ІЛК, 2007. С.111-115.
312. Богдан В. З. Льноводство Беларуси и его научное обеспечение. *Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства* : мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Глухів, 10-12 лютого 2009 р.). М-во аграр. політики та продовольства, НААН та ін. Суми: ТОВ “ТД” Папірус, 2011. С. 63-72.
313. Динник О. В. Генетичний і селекційний потенціал сортів льону-довгунця. *Проблеми і перспективи розвитку льонарства та коноплярства в Україні* : мат. наук.-тех. конф. молодих вчених. Зб. наук. пр. Глухів: ІЛК УААН, 2003. С. 17-19.
314. Кожановський В. А., Соколова Е. К. Сравнительная продуктивность и качество районированных и новых сортов льна-долгунца. *Шляхи відродження галузей льонарства та коноплярства і підвищення ефективності їх наукового забезпечення* : мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Глухів, 8-10 лютого 2011 р.). НААН та ін. Суми: ТОВ “ТД” Папірус, 2012. С. 112-117.
315. Пролётова Н. В., Кудрявцева Л. П., Ущяповский И. В. Использование биотехнологических методов для получения устойчивых к антракнозу генотипов льна. *Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства* : мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Глухів, 10-12 лютого 2009 р.). М-во аграр. політики та продовольства, НААН та ін. Суми: ТОВ “ТД” Папірус, 2011. С. 44-48.
316. Коровин А. И. Растения и экстремальные температуры. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. С. 118-125.
317. Кулик М. С. Погода и минеральные удобрения. Л. :Гидрометеоиздат, 1966. 139 с.
318. Николаев М. В. Современный климат и изменчивость урожаяев. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1994. 200 с.
319. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 175с.

320. Селянинов Г. Т. Специализация сельскохозяйственных районов по климатическому признаку. *Растениеводство СССР*. Т. 1. М., 1933. С. 1-15.
321. Удалова Л. П. Зависимость урожая льна-долгунца от метеорологических условий. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1966. №8. С. 9
322. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / [С. П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко]; за ред. С. П. Іванюти. К. : НІСД, 2020. 110 с.
323. Просунко В. Наслідки глобального потепління клімату в землеробстві. *Агроном*. 2004. №4. С. 67-69.
324. Мостовенко О. О. Вплив навколишнього середовища на генотипи селекційних сортозразків льону-довгунця. *Шляхи відродження галузей льонарства та коноплярства і підвищення ефективності їх наукового забезпечення* : мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Глухів, 8-10 лютого 2011 р.). НААН та ін. Суми: ТОВ "ТД" Папірус, 2012. С. 103-108.
325. Шевелуха В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования (2-е изд., доп.). М.: Колос, 1980. 455 с.
326. Лісовий М. П., Трибель С. О. Використання стійких сортів і гібридів в інтегрованих системах захисту рослин. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 3. С. 17-21.
327. Маційчук В. М. Закономірності росту і розвитку та формування врожаю нових сортів льону-довгунця залежно від норм висіву та удобрення. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. К. 2007. № 5. С. 89-95.
328. Мирончук В. П., Дрозд О. М. Урожайність та якість продукції біологічно різних сортів льону-довгунця. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Вип. 4. Глухів: ІЛК, 2007. С. 128-132.
329. Олдрич С. Р., Скотт У. О., Хоефт Р. Д. Как сеять, чтобы получить хороший урожай. *Зерно*. 2006. № 6. С. 21-26.
330. Пейве Я. В. Реакция чистолинейных сортов льна на минеральные удобрения и известкование. *Агрехимия и биохимия микроэлементов: Избр. тр.* М.: Наука, 1980. С. 41-50.
331. Петрук І. М., Моргун Є. І. Виробництво льону-довгунця за індустріальною технологією. (Бібліотека передового досвіду). К.: Урожай, 1987. С. 10-11.
332. Лычагин Н. И., Тихомирова В. Я. О густоте стеблестоя и полегании льна. *Лен и конопля*. 1976. № 4. С. 21-22.
333. Шестакова Г. П. Влияние норм высева семян и удобрений на урожайность и качество продукции льна-долгунца в условиях Волго-Вятского региона. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1990. № 9. С. 9.
334. Козлов И. П. Сверххранние посевы льна. Л., 1934. 31с.
335. Соловйов М. Р. Загальні принципи визначення строків сівби сільськогосподарських культур. *Наук. пр. ЖСПІ*. Т. 16. Землеробство. Житомир, 1969. С. 42-52.

336. Чепіков М. С. Зміна кількісних ознак льону-довгунця під впливом строків сівби на торфо-болотних ґрунтах. *Наук. пр. ЖСПЛ*. Т.16. Землеробство. Житомир, 1969. С.63-69.
337. Казанцева В. П., Коршунова З. Г. Сроки посева и нормы высева льна-долгунца в Западной Сибири. *Льняное дело*. 1997. № 4. С. 14-15.
338. Сергеева Л. П. Технологический процесс и формирование качественных показателей продукции льноводства. *С.-х. экспресс-информация*. М.: ВНИИТЭНСХ, 1980. С. 48-49.
339. Худик Я. Г. Влияние минеральных удобрений и густоты посева льна на урожай волокна и его качество. *Совершенствование систем удобрения в севооборотах в различных зонах страны*. М., 1981. Ч.2. С. 9-10.
340. Худик Я. Г. Сроки посева льна-долгунца в горных районах Карпат. *Лен и конопля*. 1963. № 5. С. 12-14.
341. Строгов А. За широкие опыты с новыми сроками сева льна. Л., 1932. С. 13-15.
342. Фоменко Л. Д. Ранні та надранні строки сівби льону-довгунця як захід для підвищення якості льнопродукції. *Поліпшення якості продукції провідних с.-г. культур Західного Полісся УРСР*. К.: Урожай, 1971. С. 60-72.
343. Фортунатова М. И. О сроках сева льна-долгунца. *Вестник с.-х. науки*. 1958. № 4. С. 15-16.
344. Ярошовец Р. И. О сроках посева льна-долгунца на Украине. *Лен и конопля*. 1964. №5. С. 16-17.
345. Гудинов Ф. Н. Влияние метеорологических условий на развитие льна-долгунца. Тр. ОМСХИ им. С. М. Кирова. 1969. Т. 16. С. 119-125.
346. Афонин М. И., Кукреш Л. М., Ивашко Л. В. Нормы высева. *С.-х. Беларуссии*. 1975. №6. С.16.
347. Кукса Н. Б. Урожай и качество льна-долгунца сорта Томский 10 в зависимости от нормы высева и удобрений : автореф. на соиск. науч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09. «Растениеводство». Киев, 1971. 18 с.
348. Сосновская М. В. Влияние норм высева и способов сева на урожай льна и его качество. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1991. № 5. С. 7.
349. Семенова З. М. Нормы высева и способы посева семян льна-долгунца. *Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур*. М.: Колос, 1971. С. 299.
350. Лесик В. Б., Бовсуновский Н. В. Влияние доз минеральных удобрений и норм посева на урожай и качество льна-долгунца сорта Мрия. *Совершенствование технологии выращивания технических культур в Полесье и Лесостепи УССР*. К., 1985. С. 78-82.
351. Аверьянов Н. А. Формирование урожая льна-долгунца сорта Л-1120 в посевах разной густоты при возрастающих дозах внесения минеральных удобрений. *Вопросы интенсификации с.-х. производства*. М., 1974. С. 148-151.

352. Андрушків М. І., Распутенко А. С., Копчик З. М. Урожай і якість льону-довгунця сорту К-6 залежно від норм висіву насіння на різних фонах мінерального живлення. *Передгірне і гірське землеробство*. К.: Урожай, 1977. Вип. 22. С. 53-55.
353. Берестовский В. Г. Влияние норм высева и удобрений на урожай и качество сортов льна-долгунца. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1980. № 12. С. 9.
354. Головенко В. И. Влияние норм высева семян льна-долгунца сорта К-6 в сочетании с нормами минеральных удобрений на формирование урожая и качество продукции при выращивании его на товарные и семенные цели: автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство». К., 1991. 24 с.
355. Савицкий М. С., Воронкова В. Я. Влияние условий выращивания на урожай и качество льна-долгунца. *Почва, удобрение, урожай*. Минск: Урожай, 1968. *Сб. науч. тр. БСХА*. Т. 42. С. 140-147.
356. Валковски Т. Пригодность ряда сортов льна-долгунца к различным почвенно-климатическим условиям Польши. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1991. №6. С. 5.
357. Чепіков М. С. Ріст і розвиток льону-довгунця в залежності від норм висіву на торфо-болотних ґрунтах. *Наук. пр. ЖСГП*. Т. 16. Землеробство. Житомир, 1969. С. 232-238.
358. Литвиненко А. В. Вплив норм висіву насіння на урожайність соломи і волокна сортів льону-довгунця різного географічного походження у зоні північно-східного Полісся України. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Вип. 4. Глухів: ІЛК, 2007. С. 160-164.
359. Пономарева М. И., Платонова Л. И. Влияние метеорологических условий на хозяйственно-биологические свойства льна-долгунца. *Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып.19. 1982. С. 171-176.
360. Субботин А. Зависимость качества продукции льна сорта Белинка от норм высева семян и азота. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1990. № 10. С. 12.
361. Урожай и качество льна-долгунца в севообороте с балансовой системой удобрения в зависимости от погоды и уровней содержания фосфора и калия в дерново-подзолистых супесчаных почвах западной Беларуси / Судаков В. Д., Лукуть Т. Ф., Вербицкая Г. А. и др. *Агрохимия*. 1993. № 4. С. 55-68.
362. Федосеев А. П. Погода и эффективность удобрений. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 144 с.
363. Шувар А. М. Дзюбайло А. Г. Продуктивність сортів льону-довгунцю за впливу рiстрегулюючих препаратiв та комплексних мiкродобрив в умовах змiни клiмату. *Луб'яни та технiчні культури*. 2020. Вип. 8 (13). С. 15-22.
364. Локоть О. Ю., Кобижча І. О., Клочко А. А., Данилевська Н. Г. Сорт – як фактор інтенсифікації галузі льонарства. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Суми, 2009. Вип. 5. С. 117-121.
365. Локоть А. Ю. Агротехника льна сорта Торжокский 4 на Полесье. Черниговский МТЦНТИ, 1990. № 90-020. 4 с.

366. Локоть А. Ю., Окрушко Е. Н., Садченко В. Г. Влияние сроков сева на продуктивность сортов льна-долгунца. *Льняное дело*. 1998. № 1. С. 19-23.
367. Локоть А. Ю. Сорговая реакция льна-долгунца различной скороспелости на способы и сроки сева. Черниговский ЦНТИ, 1998. № 19-98. 3 с.
368. Локоть О. Ю. Оцінка адаптаційних можливостей сортів льону-довгунця різної скоростиглості до строків висіву. *Зб. наук. Пр. ІЛК УААН. Селекція, технологія вирощування і збирання луб'яних культур*. Вип. 2. Глухів, 2001. С. 114-123.
369. Козлик Т. І. Вплив способів обробітку та удобрення на агрофізичні властивості ґрунту, урожай і якість льону-довгунця в умовах Полісся : автореф. дис. на здобуття ст. канд. с.-г. наук : спеціальність 06.01.01 «Загальне землеробство». К., 2010. 20 с.
370. Осипенко П. Оживление рынка минеральных удобрений. *Агроексперт Украины*. 2007. № 12. С. 28-31.
371. Капштик М. Ситуація на ринку добрив. *Агроexpert*. 2009. № 2 (7). С. 8-9.
372. Кирюшин В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов. М.: Колос, 2011. 444 с.
373. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. К., 2010. 106 с.
374. Заришняк А. С., Балюк С. А., Лісовий М. В., Комариста А. В. Баланс гумусу і поживних речовин у ґрунтах України. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 1. С. 28-32.
375. Тонха О. Л., Бикова О. Є. Особливості розрахунку норм добрив при ґрунтозахисному землеробстві. *Посібник українського хлібороба*. К., 2013. Т. 1. С. 217-219.
376. Мельник А. І. Контроль за станом ґрунтів. *Аграрна справа*. 2008. № 20. С. 12.
377. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / [Патика В. П., Макаренко Н. А., Моклячук Л. І. та ін.]; за ред. В. П. Патики. К.: Основа, 2005. С. 11-82.7
378. Адамчук В. Резерви оптимізації внесення міндобрив. *Farmer*. 2008. № 8(17). С. 24-27.
379. Локоть О. Ю., Карачка В. В. Тукосуміші: стан і перспективи застосування. *Чернігівщина аграрна*. 2007. №4 (8). С. 2-3.
380. Созінов О. О., Козлов М. В., Лапа М. А., Тараріко Ю. О. та ін. Агроекологічні основи раціонального використання добрив / // *Агроекологія і біотехнологія: Зб. наук. пр. і-ту агроекології та біотехнології УААН*. К.: Аграрна наука, 1999. С. 77-96.
381. Мельник Ю. Ф., Саблук П. Т. Агропромислове виробництво України: уроки 2008 року і шляхи забезпечення інноваційного розвитку. *Економіка АПК*. 2009. № 1. С. 3-15.

382. Созінов О. О. Агроєкологія – філософія сільського господарства ХХІ століття. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 9. С. 61-67.
383. Кукреш Л. М. Влияние форм и доз азотных удобрений при разовом и дробном внесении на продуктивность льна. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1990. № 11. С. 8.
384. Михайлова А. М. Азотные удобрения и аналитическое строение стебля льна. *Лен и конопля*. 1969. № 10. С. 30-32.
385. Петраш В. Г. Формы азотных удобрений и физиолого-биохимические основы формирования хозяйственно ценных признаков у льна-долгунца. *Тр. ВНИИЛ*. Вып. II. Торжок. 1973. С. 262-272.
386. Явтушенко В. Е., Цуриков Л. Н., Шмырева Н. Я. Использование азота удобрений льном-долгунцом на дерново-подзолистой почве склона. *Агрехимия*. 1997. № 10. С. 13-18.
387. Буслаева Н. Г., Дегодюк Е. Г. Продуктивність сільськогосподарських культур та якість основної продукції залежно від форм фосфорних добрив. *Агроном*. 2008. № 4. С. 16-17.
388. Тихомирова В. Я., Сорокина О. Ю., Кузьменко Н. Н. Повышение эффективности удобрений на посевах льна-долгунца. *Достижения науки и техники АПК*. 2002. № 6. С. 38-39.
389. Смирнов П. М., Муравин Э. А. Роль отдельных элементов в жизни растений. Вынос питательных веществ с урожаем сельскохозяйственных культур. *Агроном*. 2008. № 4. С. 18-23.
390. Смит У. Азот и кислотность. *Зерно*. 2006. № 6. С. 70-73.
391. Бовсуновський О., Чорний С. П'ятий елемент постіндустріального світу. *Пропозиція*. 2009. № 1. С. 66-70.
392. Грант С. Улучшение управления питательными веществами ваших культур. *Агроном*. 2009. № 1. С. 16-24.
393. Корепанова С. Как лучше внести. *Агроном*. 2008. № 2. С. 40-43.
394. Карпец І. П., Склянчук В. М., Демчук В. В. Співвідношення мінеральних добрив і роздільне внесення азоту при вирощуванні льону-довгунця. *Вісник аграр. науки*. 1998. № 2. С. 76-77.
395. Андрушків М. І., Шпек М. П. Вплив норм і строків внесення азоту та кампозану на врожайність та якість льону-довгунця. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 1990. Вып. 35. С. 67-69.
396. Платонов В. А., Чудновский А. Ф. Моделирование агрометеорологических условий и оптимизация агротехники (АСУ ТП в земледелии). Л.: Гидрометеоздат, 1984. 277 с.
397. Барцева А. А. Эффективность минеральных удобрений под лен-долгунец при разной влагообеспеченности. Система удобрения и качество урожая технических, овощных культур и картофеля. *Тр. ВИВА*. 1980. Вып. 61. С. 52-55.
398. Барцева А. А. О засухоустойчивости сортов льна. *Лен и конопля*. 1987. № 6. С. 32-33.

399. Барцева А. А., Струнников Э. А. Влияние удобрений и влагообеспеченности на урожай и качество льнопродукции. *Агрохимия*. 1979. № 5. С. 73-77.
400. Винничук М. М., Васенков Г. И. Программирование урожая льна-долгунца и влагообеспеченность почвы. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 6. С. 11-13.
401. Ефремова Т. В., Понажев В. Возделывание льна в условиях засушливой и влажной погоды. *Лен и конопля*. 1982. № 2. С. 23.
402. Афонин М. Н. Влияние различной влажности почвы на рост и развитие льна-долгунца. *Тр. ВНИИЛ*, 1960. Вып. III. С. 79-95.
403. Барбер С. А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. Механистический подход [пер. с англ. Ю. Я. Мазеля]. М.: Агропромиздат, 1988. 376 с.
404. Блек К. А. Растение и почва [пер. с англ. Э.И. Шконде]. М.: Колос, 1973. 503 с.
405. Кулаковская Т. Н., Детковская Л. П., Ярошевич М. И. Биологический круговорот органического вещества и элементов питания под культурой льна. *Почвоведение и агрохимия*. Вып. II. Минск: Ураджай, 1974. С. 23-30.
406. Гоменюк В. О., Пасічняк В. І., Мельничук М. Я. та ін. Методичні вказівки з хімічної меліорації кислих ґрунтів. Вінниця, Центр «Облдержродючість», 2007. 40 с.
407. Научно-методические рекомендации по химической мелиорации почв при ограниченных ресурсах ведения современного земледелия в Полесье Украины / Бердников А. М., Бондарь А. И., Гринник И. В., Бакун Ю. А. и др. Чернигов, 2000. 24 с.
408. Кирилюк В. Б., Гаврилюк В. Б., Галищук В. І. Хімічна меліорація – основний напрямок докорінного поліпшення кислих ґрунтів. Кам'янець-Подільський, Хмельницький центр «Облдержродючість», 2006. 24 с.
409. Викторова А. В. Отзывчивость льна-долгунца сорта П-359 на высокие дозы минеральных удобрений. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1990. № 11. С. 8.
410. Димов О. М., Мелашич А. В. Еколого-економічна оцінка систем удобрення. *Економіка АПК*. 2001. № 5. С. 33-36.
411. Карпец І. П., Острик І. М. Збереження врожаю і якості продукції льону-довгунця прийомами збирання і післязбиральної обробки. *Вісник аграр. науки*. 2002. № 6. С. 34-37.
412. Карпова Э. С. Продуктивность льняного севооборота при длительном применении удобрений. *Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 19. 1982. С. 82-89.
413. Кошелева Л. Л., Бахнова К. В. Влияние условий азотного питания на развитие льна и динамику углеводов азотсодержащих веществ. *Пластидный аппарат и жизнедеятельность растений*. Минск: Наука и техника, 1971. С. 101-110.
414. Кремин В. В. Влияние макро- и микроудобрений на продуктивность и качество льна-долгунца. М.: ТСХА, 1991. 24 с.

415. Крылова А. И. Прогрессивные технологии применения удобрений. Львов, 1989. 144 с.
416. Кузменко Н. П. Повышение эффективности и окупаемости удобрений вносимых под лен-долгунец. *Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствования технологии возделывания и первичной переработки льна-долгунца* : мат. науч.-прак. конф. Торжок, 2000. С. 100-102.
417. Лесик Б. В. Влияние органических удобрений в сочетании с минеральными на урожай и качество льна. *Науч. тр. Житомирского СХИ*. Т. 19. К., 1968. С. 4-9.
418. Мансапова А. И. Отзывчивость различных сортов льна-долгунца на минеральные удобрения. *Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствования технологии возделывания и первичной переработки льна-долгунца* : матер. науч.-произ. конф. Торжок, 2000. С. 105-106.
419. Марчук І. NPK – три важливих літери для вашого врожаю. *Пропозиція агроринку*. 2002. № 3. С. 48-49.
420. Новожилова М. В. Влияние уровня удобренности дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы на урожай и качество льнопродукции. *Селекция, семеноводство и агротехника возделывания льна-долгунца* : Сб. науч. тр. ВНИИЛ. Вып. 21. 1984. С. 138-143.
421. Петрова Л. И. Оптимизация минерального питания льна-долгунца. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1991. № 2. С. 7.
422. Петрова Л. И. Удобрение культур льняного севооборота на дерново-подзолистой почве. *Льняное дело*. 1995. № 3. С. 13-17.
423. Петрова Л. И., Глазова А. А. Почвенное питание льна-долгунца в условиях высокого уровня химизации. *Науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 17. 1980. С. 96-98.
424. Прудников В. А. Удобрение льна-долгунца. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1991. № 7. С. 7.
425. Довідник з агрохімічного та агроєкологічного стану ґрунтів України / [Носко Б. С., Прістер Б. С., Лобода М. В. та ін.]; за ред. Б. С. Носка. К. : Урожай, 1994. 336 с.
426. Томпсон Л., Троу Ф. Почвы и их плодородие [пер. с англ. Э. И. Шконде]. М.: Колос, 1982. 462 с.
427. Афонин М. И., Михайлова А. М. Влияние уровня азотного питания на образование органического вещества в растениях льна. *Земледелие и растениеводство в БССР*. 1975. Вып. 19. С. 47-54.
428. Демчук В. В. Влияние дробного внесения азотных удобрений и комплексных систем защиты посевов на урожай и качество продукции льна-долгунца : автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.09.01 «Растениеводство». К., 1991. 24 с.
429. Демчук В. В., Ірванець В. М. Вирощування льону-довгунця за інтенсивною технологією. Рівне: Рада агропромислових формувань Рівненської області, 1990. 24 с.

430. Карпова Э. С. Действие новых форм азотных удобрений на урожай и качество льна-долгунца. *Селекция, семеноводство и агротехника возделывания льна-долгунца: Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 21. 1984. С. 143-148.
431. Чепиков М. С. Действие азотных и фосфорно-калийных удобрений на урожай и качество льна-долгунца на торфяно-болотных почвах. *Повышение урожайности и качества льна. Науч. тр. Житомирского СХИ*. К., 1969. Вып. 19. С. 20-24.
432. Лагола Я. Влияние удобрений на качество волокна льна. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1986. № 2. С. 7.
433. Ягодин Б. А., Кремин В. В., Зубкова В. М. Действие макро- и микроудобрений на продуктивность и качество льна-долгунца. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1991. № 2. С. 7.
434. Лесик Б. В., Петраш В. Г. Влияние форм азотных удобрений на урожай волокна и качество льна. *Повышение урожайности и качества льна: тр. Житомирского СХИ*. Т. 19. Киев, 1969. С. 15-20.
435. Лихочвор В. Зеленое удобрение из поживных посевов. *Зерно*. 2006. № 6. С. 60-64.
436. Юршис И. А. Действие фосфорных удобрений на рост, урожай и качество льна. *Пути повышения урожайности полевых культур*. Минск, 1978. Вып. 9. С. 28-32.
437. Листвин К. С. Действие разных форм фосфорных удобрений на урожай льна и экономическая оценка их эффективности. *Тр. ВНИИЛ*. Вып. 6. 1960. С. 121-127.
438. Юршис И. А. Дозы фосфорных удобрений. *Лен и конопля*. 1979. № 11. С. 36-37.
439. Терентьев В. М., Кошелева Л. Л., Ивановская Г. Я. Формирование стебля льна при изменении условий фосфорного питания. *Физиолого-биологические аспекты роста и развития растений*. Минск: Наука и техника, 1975. С. 116-125.
440. Штиканс Ю. А., Липените И. В. Эффективность гипсосодержащих удобрений под лен-долгунец на известкованной почве. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1991. № 4. С. 8.
441. Фролова А. Ф., Лаптева Г. Н. Урожай и качество льна-долгунца в зависимости от формы и срока внесения удобрений. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1986. № 2. С. 8.
442. Тихомирова В. Я. Дозы и сроки внесения удобрений при возделывании новых сортов льна-долгунца. *Науч. тр. ВНИИЛ*. Торжок. 1984. Вып. 21. С. 167-174.
443. Чижевская З. А. Борьба с полеганием льна подкормкой высокими дозами калия. *Уч. запис. Ленинградского гос. пед. и-та*. 1953. Т. 6. Вып. 3. С. 233-241.

444. Штейнберг А. Ю. Результаты испытания новых форм калийных удобрений под лен в условиях восточной льноводной зоны Латвийской ССР. *Тр. ВНИИЛ*. 1960. Вып. 6. С. 128-140.
445. Городний Н. Г., Шевчук А. Я. Урожай и качество льна-долгунца в зависимости от сроков и способов внесения удобрений. *Науч. тр. Укр. СХА*. 1977. Вып. 196. С. 90-94.
446. Баранов И. В., Ковалев М. М., Пучков Е. М. Ресурсосберегающая технология внесения туков под лен-долгунец модернизированной сеялкой СЗ-3,6А-0,2А. *Льняное дело*. 1997. №2. С. 30-32.
447. Булаев В. Е. Агротехника локального внесения удобрений (обзорная информация). М., 1981. 58 с.
448. Вахромеев Ю. И., Главацкий Б. А., Овчинникова Н. Г. Экологические аспекты применения технологий локального внесения удобрений. *Бюлл. ВИУА*. 1990. № 99. С. 3-10.
449. Вильдфлуш И. Р. Локальное внесение удобрений – одно из главных средств рационального и экономного использования минеральных удобрений (обзор). *Агрoхимия*. 1996. № 10. С. 132-144.
450. Каликинский А. А., Петровец В. Р., Саскевич М. К., Кадаманова Т. М. Энергетическая оценка технологий внесения основной дозы минеральных удобрений. *Бюлл. ВИУА*. 1990. № 99. С. 71-73.
451. Ходянкoва С. Ф., Кукреш С. П., Вашепрудoв В. Ф. Влияние минеральных удобрений и известкования на свойства дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, урожайность и качество льна-долгунца. *Агрoхимия*. 2001. № 1. С. 13-18.
452. Ходянкoва С. Ф. Эффективность внутрипочвенного локально-ленточного внесения основной дозы удобрений под лен-долгунец. *Технические культуры. (Реф. ж)*. 1991. № 6. С. 6-7.
453. Гіліс М. Б., Глущенко Л. Т. Дози і співвідношення мінеральних добрив під льон-довгунець на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся. *Шляхи підвищення родючості ґрунтів і культури землеробства в умовах Західних районів УРСР. Наук. пр. Львівського СГП*. Львів – Дубляни, 1963. Т. 17. С. 137-143.
454. Вожчек П. Эффективность минеральных удобрений с различным соотношением N:P₂O₅:K₂O на посевах льна-долгунца *Технические культуры. (Реф. ж)*. 1991. №6. С. 6.
455. Рибак В. К. Дози і співвідношення мінеральних добрив при внесенні під льон. *Вісник с.-г. науки*. 1973. № 11. С. 61-63.
456. Титова Л. В., Леонова Н. О., Вознюк С. В., Іутинська Г. О. Новітні поліфункціональні мікробні препарати – основа органічних технологій у сучасному рослинництві. Зб. доп. VII Міжнародної науковопрактичної конференції «Органічне виробництво і продовольча безпека». Житомир: Вид.-во ЖНАЕУ, 2019. С. 415-420.

457. Янішевський Л. І., Маційчук В. М., Рибак М. Ф. Удобрення – як продуктивний агротехнічний прийом регулювання потенційними можливостями сортів льону-довгунця. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. № 5. С. 74-82.
458. Булаткин Г. А. Энергетическая эффективность удобрения. *Химизация с.-х.* 1990. № 8. С. 31-38.
459. Горбылева А. И., Горелько Н. М. Продуктивность сельскохозяйственных культур в севообороте и плодородие почвы при длительном ленточном внесении удобрений на постоянных участках. *Бюлл. ВИУА*. 1990. № 99. С. 14-19.
460. Бобко Е. В. К вопросу о технике внесения удобрений. *Химизация соц. земледелия*. 1934. № 4-5. С. 21.
461. Булаткин Г. А. Энергетическая эффективность удобрения. *Химизация с.-х.* 1990. № 8. С. 31-38.
462. Каликинский А. А., Вильдфлуш И. Р., Мангутова Г. И. Результаты исследований эффективности ленточного внесения минеральных удобрений в условиях дерново-подзолистых почв Белоруссии. *Бюлл. ВИУА*. 1990. № 99. С. 11-14.
463. Трапезников В. К. Физиологические основы локального применения удобрений. М.: Наука, 1983. 175 с.
464. Юршис И. А. Локальное внесение нитрофоски при севе льна. *Земледелие и растениеводство в БССР. – Науч. тр.* Минск: Ураджай, 1984. Вып. 28. С. 72-78.
465. Каликинский А. А., Ходянкова С. Ф. Влияние способов внесения удобрений на урожай и качество льнопродукции в зависимости от агрохимических свойств почвы. *Резервы повышения плодородия почв и эффективности удобрений : Сб. науч. тр. БСХА*. 1993. С. 36-42.
466. Лоборчук С. К., Дуць І. З., Корнелюк Г. Я., Орищук О. С. Ефективність позакореневих підживлень льону-довгунця комплексним водорозчинним добривом «Акварін 4». *Луб'яні та технічні культури: Зб. наук. пр.* Вип. 1(6). Суми: ТОВ “ТД” Папірус, 2011. С. 95-100.
467. Вещицкий В. А. Комплексная оценка эффективности применения углеаммонийных солей в растениеводстве. *Элементи регуляції в рослинництві. Зб. наук. пр. / під ред. В. П. Кухаря. К. : ВВП “Компас”, 1998. С. 2-6.*
468. Шатько А. В., Вещицкий В. А., Сторчак Н. Н. Технико-экономическое обоснование перспективной потребности в углеаммонийных солях для земледелия Украины. *Элементи регуляції в рослинництві. Зб. наук. пр. (під ред. В. П. Кухаря). К.: ВВП “Компас”, 1998. С. 279-287.*
469. Берлач А. И. Эффективность различных форм азотных удобрений при выращивании льна-долгунца. *Аммонийно-карбонатные соединения и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / под ред. В. П. Кухаря. К. : Наукова думка, 1995. С. 78-80.*

470. Берлач А. И., Лесик Б. В. Выход и качество волокна льна-долгунца в зависимости от применяемых форм азотных удобрений. *Аммонийно-карбонатные соединения и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве* / под ред. В. П. Кухаря. К. : Наукова думка, 1995. С. 80-83.
471. Ковалев В. Б., Корниенко Г. П., Мокринский В. М., Химвич В. С. Применение углеаммонийных солей при выращивании льна-долгунца. *Элементи регуляції в рослинництві. Зб. наук. пр.* / під ред. В. П. Кухаря. К. : ВВП "Компас", 1998. С. 231-236.
472. Рудик Р. І. Врожай та якість продукції льону-довгунця залежно від доз і строків застосування вуглеамонійних солей та стимулятора росту триман : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец: 06.09.01 «Рослинництво». Київ, 2000. 18 с.
473. Вешницкий В. А., Мокринский В. М., Луцько В. С., Бурда Б. П. Эколого-экономические аспекты вовлечения аммонийно-карбонатных соединений в практику сельскохозяйственного производства. *Аммонийно-карбонатные соединения и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве* / под ред. В. П. Кухаря. К.: Наукова думка, 1995. С. 16-32.
474. Берестовский В. Г. Влияние норм посева и удобрений на урожай и качество сортов льна-долгунца : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.09.01 «Растениеводство». Киев, 1981. 24 с.
475. Дрозд О. М. Закономірності росту і розвитку та формування врожаю льону-довгунця і межеумка залежно від способів сівби і доз мінеральних добрив. *Проблеми і перспективи в селекції, генетиці, технології вирощування, збирання, переробки та стандартизації луб'яних культур*: матер. наук.-практ. конф. молод. вчених. Зб. наук. пр. Глухів: ІЛК УААН, 2006. С. 35-41.
476. Дацько Л. В. Сучасний стан ґрунтів України та агроекологічні аспекти використання добрив. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2008. С. 62-68.
477. Носко Б. С. Ефективне використання місцевих ресурсів – запорука підвищення родючості ґрунтів за сучасних умов. *Вісник аграр. науки*. 1998. № 11. С. 5-10.
478. Органические удобрения / [Бацула А. А., Виноградов П. М., Ворошилов В. И. и др.]; под ред. Н. К. Крупского, А. А. Бацулы. К. : Урожай, 1981. 160 с.
479. Органические удобрения в интенсивном земледелии / [Васильев В. А., Лукьяненок И. И., Минеев В. Г. и др.]; под ред. В. Г. Минеева. М. : Колос, 1984. 303 с.
480. Лыков А. М. Гумус и плодородие почвы. М.: Московский рабочий, 1985. 192 с.
481. Авров О. Е., Мороз З. М. Использование соломы в сельском хозяйстве. Л.: Колос, Ленингр. отд-ие, 1979. 200 с.

482. Анспок П. И. Солома – ценное органическое удобрение. *Земледелие*. 1988. № 1. С. 48-49.
483. Верниченко Л. Ю., Мишустин Е. Н. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур. *Использование соломы как органического удобрения*. М.: Наука, 1980. С. 3-33.
484. Емцев В. Т., Нице Л. К. Влияние соломы на микробиологические процессы в почве при ее использовании в качестве органического удобрения. *Использование соломы как органического удобрения*. М.: Наука, 1980. С. 70-102.
485. Иванец Г. И. Солома на удобрение. *Земледелие*. 1985. № 8. С. 11-12.
486. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение [пер. с нем. А. Н. Кулюкина]. М.: Колос, 1972. 88 с.
487. Лихочвор В. Удобрения соломою. *Пропозиція*. 2005. № 6. С. 44-45.
488. Марченко В., Котко І. Чи є важливим мульчування ґрунту? *Agroexpert*. 2009. № 2 (7). С. 19-21.
489. Петраченко В. Удобрение соломой. *Зерно*. 2006. № 6. С. 66-69.
490. Федоров В. А. Удобрение соломой и содержание подвижных форм азота в почве. *Агрохимия*. 1977. № 8. С. 102-107.
491. Стейнфорт А. Р. Солома злаковых культур [пер. с англ. Г. Н. Мирошниченко]. М.: Колос, 1983. 191 с.
492. Тараріко Ю. О., Івашенко О. О., Бердніков О. М. та ін. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агроecosystem (Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва). К.: Аграрна наука, 2004. 126 с.
493. Гриник І. В., Бакун О. І., Єгоров О. В. Родючість ґрунту і ефективність використання ріллі в сівоzmінах Полісся залежно від способів застосування соломи на добриво. *Вісник аграр. науки*. 2009. №1. С. 16-20.
494. Ступенко О. В. Вплив внесення соломи і сидератів на баланс азоту мінеральних добрив і продуктивності культур. *Вісник аграр. науки*. 2005. № 4. С. 23-26.
495. Дмитриев С. С., Фирсова Н. А. Использование соломы для повышения эффективности высоких доз азота мочевины и влияние этого приема на урожай льна сорта Томский 10 и его качество. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1986. № 2. С. 7.
496. Брус Л. П., Остапчук М. О. Комплексний вплив органо-мінеральної системи удобрення на продуктивність льону-довгунця в умовах Прикарпаття. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Вип. 4. Глухів: ІЛК, 2007. С. 155-160.
497. Науменко М. Д., Склянчук В. М., Волянська М. В. Ефективність біологізації землеробства в західному Поліссі. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Вип. 4. Глухів: ІЛК, 2007. С. 165-172.
498. Алиева Е. И. Корневые и пожнивные остатки сельскохозяйственных культур как источник органических удобрений. *Сб. аспирант. работ по применению удобрений и агропочвоведению* : Тр. ВИУА. Вып. 13. М. 1964. С. 49-56.

499. Базилинская М. В. Изменение биохимического состава растительных остатков в процессе минерализации. *Известия ТСХА*. Вып. 6. 1978. С. 102-109.
500. Кравков С. П. Материалы к изучению процессов разложения растительных остатков в почве. *Экспериментальные исследования*. С.-Петербург, 1908. 175 с.
501. Семенов В. М., Ходжаева А. К. Агроэкологические функции растительных остатков в почве. *Агрохимия*. 2006. № 7. С. 63-81.
502. Андерсон Р. Екологічні засоби боротьби з бур'янами. *Пропозиція*. 2005. № 4. С. 50-53.
503. Андерсон Р. Л., Косолап Н. Растительные остатки и контроль сорняков в технологии по-till. *Зерно*. 2008. № 4. С. 31-43.
504. Либманн М., Молер Ч. М. Стейвер Ч. П. Управление сорняками с помощью растительных остатков. *Зерно*. 2012. № 2 (70). С. 102-108.
505. Бровенко Ф. М., Вишинський О. М. Зелене добриво. Київ – Харків: Держвидав с.-г. літератури, 1946. 74 с.
506. Будрин П. В. Зеленое удобрение. М. – Л.: Госиздательство, 1927. 73 с.
507. Сорочинський В. В., Бульбо В. С., Габрієль Г. Й., Польовий В. М. Використання сидератів і соломи на добриво – реальний шлях підвищення родючості ґрунтів Західного регіону. Львів – Оброшино, 2005. 19 с.
508. Возняковская Ю. М., Никонорова А. К., Бердников А. М. Рекомендации по использованию зеленого удобрения как способа оздоровления почвы и снижения заболеваемости зерновых колосовых культур корневой гнилью. Чернигов, 1992. 27 с.
509. Довбан К. И. Зеленое удобрение. М.: Агропромиздат, 1990. 208 с.
510. Довбан К. И. Экологические аспекты сидерации. *Химизация с.-х.* 1992. № 4. С. 28-32.
511. Косолап Н. Аллелопатия – причина многих последствий. *Зерно*. 2008. № 9. С. 46-51.
512. Кулжинский С. П. Обзор главнейших работ по зеленому удобрению за последние годы. *Химизация соц. земледелия*. 1939. № 9. С. 14-21.
513. Синельник Л. Сидеральные культуры и современное земледелие. *Зерно*. 2007. № 11. С. 23-30.
514. Соколов А. Разложение в почве зеленого удобрения. *Тр. Полесской обл. с.-х. оп. станции им. А. Н. Засухина*. Т. 2. Вып. 32. Киев, 1928. С. 151-169.
515. Dannehl T., Leithold G., Brock C. (2017) The effect of C: N in the relation between cue and ratios on the fate of carbon from straw and green manure in soil, *European Journal of Soil Science* 68(6): 988-998.
516. Тужилин В. М., Новиков М. Н. Бобовые сидераты в земледелии. *Химизация с.-х.* 1992. № 2. С. 11-14.
517. Благовещенская З. И., Тришина Т. А. Сидераты в современном земледелии. *Земледелие*. 1987. № 5. С. 36-37.

518. Камінський В., Вишнівський П., Оксимець О. Живі добрива. *Farmer*. 2008. № 8 (17). С. 50-51.
519. Сологуб Ю. Зелені добрива в сучасному землеробстві. *Агробізнес сьогодні*. 2006. № 15-16. С. 20.
520. Бердніков О.М. Зелені добрива. К.: Т-во “Знання” УРСР, 1989. 48 с.
521. Аврова Н. П., Возняковская Ю. М. Сидеральное удобрение и его роль в получении льна высокого качества. *Льняное дело*. 1994. № 3. С. 25-27.
522. Вильямс В.Р. Почвоведение. *Земледелие с основами почвоведения*. Сбор. соч., Т. 6. М.: Сельхозиздат, 1951. 576 с.
523. Локоть О., Карачко В. Сучасному льонарству – сучасні технології удобрення від ЗАТ «УкрАгро НПК». *Пропозиція*. 2006. № 2. С. 64.
524. Сафонов Ю. М. Економічна ефективність вирощування та переробки лляної олії. *Агросвіт*. 2011. № 3. С. 24-26.
525. Локоть О. Ю., Жаркова Г. Г., Бугай В. П. Економічно вигідно, екологічно безпечно / Агроекологічна оцінка складних мінеральних добрив при застосуванні їх під льон-довгунець. *Насінництво*. 2009. № 2. С. 14-15.
526. Локоть О. Ю., Садченко Ю. В., Корнута Ю. П. Порівняльна оцінка ефективності різних видів комплексних добрив при внесенні під льон-довгунець сорту Глілум. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Вип. 5. Суми, 2009. С. 139-143.
527. Шевчук А. Я. Урожай и качество льна-долгунца в зависимости от высоких доз минеральных удобрений *Технические культуры*. (Реф. ж.). 1986. № 2. С. 8.
528. Локоть А. Ю., Садченко В. Г. Эффективность азотных удобрений при возделывании льна-долгунца в различных гидротермических условиях. *Агрохимия*. 1995. № 10. С. 62-67.
529. Локоть А. Ю., Садченко В. Г. Продуктивность и качество льна-долгунца в зависимости от азотного питания и гидротермических условий. *Льняное дело*. 1995. № 3. С. 9-12.
530. Локоть А. Ю. Оптимизация применения удобрений при возделывании льна-долгунца. *Земледелие*. 1996. № 6. С. 16.
531. Локоть А. Ю., Садченко В. Г. Гидротермические условия и уровень азотного питания льна-долгунца как элемент энерго- и ресурсосберегающей технологии. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 10. С. 9-14.
532. Локоть О. Ю. Адаптація системи живлення в льонарстві до зональних гідрологічних умов. *Зб. наук. пр. ІЛК*. Глухів, 2001. Вип. 2. С. 104-114.
533. Пархуць І. М. Оптимізація доз і співвідношень поживних речовин під льон-довгунець в умовах Прикарпаття. *Шляхи підвищення врожайності с.-г. культур в західних районах УРСР. Наук. пр. Львівського СГІ*. Дубляни. Т. 66. 1976. С. 63-67.
534. Локоть А. Ю. Ресурсосберегающие элементы питания льна-долгунца. *Льняное дело*. 1996. № 4. С. 15-18.

535. Локоть А. Ю. Энерго-ресурсосберегающие элементы системы удобрения льна-долгунца. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 4. С. 15-18.
536. Семеній О. Г. Вплив комплексних мінеральних добрив та позакореневого підживлення на урожайність та якість льонопродукції. *Шляхи відродження галузей льонарства та коноплярства і підвищення ефективності їх наукового забезпечення* : мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Глухів, 8-10 лютого 2011 р.). НААН та ін. Суми: ТОВ "ТД" Папірус, 2012. С. 96-102.
537. Локоть О. Ю. Вуглеамонійні солі в льонарстві. *Чернігівський ЦНТЕІ*, 2001. № 30. 2001. 2 с.
538. Локоть О. Ю., Москаленко А. М., Халеп Ю. М. Еколого-економічні аспекти застосування азотвмісних агрохімікатів в льонарстві. *Економіка АПК*. 2004. № 12. С. 49-52.
539. Локоть О. Ю. Ефективність застосування вуглеамонійних солей та їх комплексу з біостимуляторами під льон-довгунець. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Глухів, 2004. Вип. 3. С. 96-103.
540. Локоть О. Ю., Гриник І. В. Шляхи раціонального використання добрив у льонарстві. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 3. С. 21-25.
541. Локоть О. Ю., Гриник І. В. Оптимізація живлення льону-довгунця. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 10. С. 62-65.
542. Культура сидерації / Наукові основи ефективного застосування добрив у господарствах різних форм власності / За наук. ред. Е. Г. Дегодока та С. Ю. Булигіна. Київ: Аграрна наука, 2013. 79 с.
543. Сидерати в сучасному землеробстві : науково-виробниче видання (монографія) / [Шувар І. А., Бердніков О. М., Центило Л. В., Сендецький В. М. та ін.]; за заг. ред. І. А. Шуvara. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. 156 с.
544. Локоть А. Ю. Влияние сидерации на урожайность льна-долгунца на дерново-подзолистой почве. *Агрoхимия*. 2001. № 9. С. 40-46.
545. Локоть О. Ю., Гриник І. В. Використання зелених добрив як спосіб оздоровлення ґрунту та зниження ураження льону-довгунця грибковими хворобами. *Бюлетень ІСГМ*. Чернігів, 2000. № 6. С. 75-76.
546. Talgre L., Lauringson E., Roostalu H., Astover A., Makke A. Green manure as nutrient source for succeeding crops. *Plant Soil Environ*. 2012, 58, 275-281. <https://doi.org/10.17221/22/2012-PSE>.
547. Локоть А. Ю. Влияние различных удобрений на продуктивность кукурузы, возделываемой в полевоm севообороте. *Тезисы докладов Третьей Всесоюзной науч.-техн. конф. молодых ученых по проблемам кукурузы*, 24-26 ноября 1981 г. Днепропетровск, 1981. С. 82-83.
548. Локоть А. Ю. Действие возрастающих доз минеральных удобрений на урожай и качество озимой пшеницы в Полесье УССР. *Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания географической сети опытов с удобрениями «Почвенные условия и пути повышения эффективности»*

применения удобрений», Пенза, 19-21 октября 1982 г., часть II. Москва, 1982. С. 62-63.

549. Бердніков О. М., Локоть О. Ю., Берднікова К.Г. Вплив мінеральних добрив на врожай та якість зерна озимого жита на Поліссі УРСР. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1982. № 6. С. 16-19.

550. Локоть А. Ю. Использование производственных функций как один из методов прогнозирования продуктивности с.-х. культур. *Тезисы докладов всесоюзной школы молодых ученых и специалистов «Актуальные проблемы программирования урожаев с.-х. культур»*, Минск, 25 ноября – 1 декабря 1983 г. Москва, 1983. С. 68-69.

551. Локоть А. Ю. Действие возрастающих доз минеральных удобрений на урожай и качество клубней картофеля в Полесье УССР. *Тезисы научно-производственной конференции «Интенсификация картофелеводства и кормопроизводства – основа выполнения Производственной программы»*. Ровно, 1984. С. 27-29.

552. Локоть А. Ю. Действие возрастающих доз минеральных удобрений на урожай и качество озимой пшеницы в Полесье УССР. *Бюллетень ВИУА*. № 69. Москва, 1984. С. 43-46.

553. Локоть О. Ю. *Прогнозування ефективності добрив з використанням математичних моделей*. Вісник Рівненського державного технічного університету. Зб. наук. пр. Вип. 3 (5). Ч. I. Рівне, 2000. С. 73-79.

554. Локоть А. Ю. Действие удобрений при длительном применении в севообороте на урожай и качество льна долгунца. *Агрехимия*. 1994. № 4. С. 55-60.

555. Локоть А. Ю. Оптимизация минерального питания льна-долгунца и качество льнопродукции. Черниговский МТЦНТИ, 1992. № 34-92. 4 с.

556. Бардаков В. А., Локоть О. Ю. Вплив довготривалого застосування добрив на родючість дерново-підзолистого пілуватого-супіщаного ґрунту. *Наукове обґрунтування сталого розвитку агроекологічних систем Чернігівщини в ранкових умовах і обмеженого ресурсного забезпечення*: матер. наук.-прак. конф. молодих вчених – аграріїв Чернігівщини, 1999 р. Чернігів: ПОД ДЦНТЕІ, 1999. С. 20-22.

557. Локоть О. Ю. Гриник І. В. Біоенергетичні аспекти ефективності системи мінерального живлення льону-довгунця. *Агроекологічний журнал*. 2005. № 1. С. 41-43.

558. Мазур Г. А., Медвідь Г. К., Сімачинський В. М. Підвищення родючості кислих ґрунтів. К.: Урожай, 1984. 176 с.

559. Ткаченко М. А., Кондратюк І. М., Борис Н. Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів (монографія). Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 318 с.

560. Регуляция минерального питания и продуктивность растений / Е. С. Ткачук, Л. М. Кузьменко, В. Ф. Нижко и др.; АН УССР, Ин-т физиологии растений и генетики. Киев: Наукова думка, 1991. 178 с.

561. Новые элементы биорегуляции для устойчивого развития в агроэкосистемах: теоретические и прикладные аспекты, применение / [Давыдова О. Е., Вещицкий В. А., Мальцева Н. Н. и др.]; под ред. академ. НАН Украины В. П. Кухаря. К. : Наукова думка, 2004. С. 11-133.
562. Елементи регуляції в рослинництві : зб. наук. пр. / НАН України; Ін-т біоорган. хімії та нафтохімії; НІЦ «АКСО»; під ред. В. П. Кухаря. К.; ВВП «Компас», 1998. 360 с.
563. Патица В. П. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. К. : Урожай, 1993. 176 с.
564. Локоть А. Ю. Жидкие комплексные удобрения и агрономическая эффективность их действия. Чернигов: МНТИСХ ЧнЦНТИ, 1984. 9 с.
565. Локоть А. Ю. Применение ЖКУ при выращивании льна-долгунца. Черниговский МТЦНТИ, 1990. № 90-019. 3 с.
566. Elfstrand S., Båth B., Mårtensson A. 2007. Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek. *Applied Soil Ecology* 36: 70-82
567. Grzebisz W. 1998 : Nawozy, nawożenie a środowisko. Degradacja środowiska naturalnego w rolniczej działalności z uwzględnieniem ochrony roślin – mity i fakty. *Mat. Konf. Nauk. Poznań*. 1998. S. 101-110.
568. Kozłowski R., Mackiewicz-Talarczyk M. Inventory of natural fibers and their potential in diversified applications. *Euroflax*. 2009. № 1. P. 6-10.
569. Последствия уборки соломы с поля при возделывании пшеницы и ячменя / Д. Д. Таркалсон, Б. Браун, Г. Кок и Д. Л. Бьорнберг. *Агроном*. № 2. 2015. С. 192-196.
570. Бульо В. С., Сорочинський В. В. Напрями трансформації органічної речовини у сірому лісовому ґрунті під впливом різних систем удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2004. Вип. 46. Ч. I. С. 3-9.
571. Солома та інші поживні рештки – органічне добриво для підвищення родючості ґрунтів : монографія / Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т, Асоц. «Біоконверсія» ; за ред. В. М. Сендецького. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2014. 92 с.
572. Науково-методичні рекомендації з ефективного використання сидератів у сучасному землеробстві / О. М. Бердніков, В. В. Волкогон, Л. В. Потапенко, Т. Б. Мілютенко. Чернігів: ЦНТИ, 2012. 25 с.
573. Гудзь В. П., Шувар І. А., Данік В. В. Ущільнені посіви для сталих агроценозів в Україні : навч. посіб. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2014. 256 с.
574. Дегодюк С., Дегодюк Е., Літвінова О., Кириченко А. Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2013. № 17(1). С. 205-211.
575. Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии : Вопросы теории и практики. Минск: Белорусская наука, 2009. 265 с.

576. Іващенко О. О. Бур'яни в посівах. *Захист рослин*. 1998. № 3. С. 10-12.
577. Иващенко А. А. Засоренность пахотных земель по-украински. *Агровісник*. 2008. № 5. С. 9.
578. Іващенко О. О. Потенціал екологічного способу контролювання бур'янів. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 11. С. 19-23.
579. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. К. : Світ, 2001. 235 с.
580. Бердніков О. М., Никитюк Ю. А. Роль сидерації в сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 3. С. 12-15.
581. Волкогон В. В. Біологічний стан і родючість ґрунтів України. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2010. С. 55-60.
582. Волкогон В. В. Мікробні препарати в землеробстві як елемент сучасної стратегії підвищення родючості ґрунтів. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2008. С. 116-118.
583. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : монографія / [В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська, Л. М. Токмакова, Є. П. Копилов та ін.]; за ред. В. В. Волкогона. К. : Аграрна наука, 2006. 312 с.
584. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / за ред. В. В. Волкогона. Київ, 2015. 248 с.
585. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту у сільському господарстві. К.: Урожай, 1989. С. 56-58.
586. Черемха Б. М. Біостимулятори росту. *Захист рослин*. 1997. № 12. С. 17-18.
587. Дёрфлинг У. Гормоны растений. Системный подход / под. ред. В. И. Кефели [пер. с нем. Гельман Н. С.]. М.: Мир, 1985. 304 с.
588. Моргун В. В., Яворська В. К., Драговоз І. В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2002. № 5, т. 34. С. 371-376.
589. Анішин Л. А. Основні результати і перспективи досліджень ефективності регуляторів росту в рослинництві. *Регулятори росту рослин у землеробстві : Зб. наук. пр.* Київ, 1998. С. 26-32.
590. Анішин Л. А., Пономаренко С. П., Грицаєнко З. М. Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2012. С. 163-170.
591. Біостимулятори росту рослин нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур / Пономаренко С. П., Черемха Б. М., Анішин Л. А. та ін. К., 1997. 63 с.
592. Кефели В. И. Рост растений. М. : Колос, 1984. 175 с.
593. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / Яворська В. К., Драговоз І. В., Курчій Б. О. та ін. Київ : Логос, 2006. 176 с.
594. Пономаренко С. Регулятори росту рослин – вагомий резерв урожаю – 2009. *Аграрний тиждень*. 2009. № 03 (088). С. 9.

595. Химия биорегуляторных процессов / под ред. В. П. Кухаря, А. И. Луйка. К.: Наукова думка, 1991. 368 с.
596. Котелянець М. Г. Стан і завдання вивчення та впровадження регуляторів росту рослин. *Регулятори росту рослин у землеробстві : Зб. наук. пр.* Київ, 1998. С. 23-25.
597. Морозова В. І. Результати і перспективи вивчення і впровадження нових регуляторів росту рослин у Волинській області. *Регулятори росту рослин у землеробстві : Зб. наук. пр.* Київ, 1998. С. 69-71.
598. Шевченко А. О., Тарасенко В. О. Регулятори росту в рослинництві – ефективний елемент сільськогосподарських технологій. Стан та перспективи. *Регулятори росту рослин у землеробстві : Зб. наук. пр.* Київ, 1998. С. 8-14.
599. Пономаренко С. Біостимулятори в рослинництві – український прорив. *Аграрний тиждень*. 2008. № 16 (060). С. 6.
600. Барцева А. А., Худик Я. Г. Реакция льна-долгунца на обработку ретардантами этрел и дигидрел. *Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 19. 1982. С. 94-99.
601. Деева В. П. Ретарданты – регуляторы роста растений. Минск: Наука и техника, 1980. 176 с.
602. Деева В. П., Шелег З. И., Санько Н. В. Избирательное действие химических регуляторов роста. Минск: Наука и техника, 1986. 255 с.
603. Долгих А. Н. Влияние ретардантов на выход волокна льна. *Химизация с.-х.* 1992. № 1. С. 51-53.
604. Долгих А. Н. Влияние ретардантов на устойчивость льна-долгунца к полеганию. *Технические культуры*. 1991. № 1. С. 38-40.
605. Долгих А. Н., Пашков А. И. Физико-механические свойства льноволокна в зависимости от применения регуляторов роста. *Химизация с.-х.* 1992. № 2. С. 93-95.
606. Фролова А. Ф. Урожайность и качество льна-долгунца в зависимости от гербицидов и регуляторов роста. *Технические культуры. (Реф. ж)*. 1991. № 9. С. 8-9.
607. Скорченко А. Ф. Влияние инкрустирования семян льна-долгунца на их сохранность, урожайность и технологические показатели качества льнопродукции: автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство». К., 1992. 26 с.
608. Харченко В. Я. Влияние микроудобрений, пленкообразующих веществ и стимуляторов роста на урожай и качество продукции льна-долгунца: автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство». К., 1991. 24 с.
609. Регулятори росту в рослинництві. Рекомендації по застосуванню / Анішин Л. А., Пономаренко С. П., Грицаєнко З. М. та ін. К.: Мінагрополітики, НАН України, УААН, 2007. 27 с.
610. Локоть А. Ю. Новый технологический элемент возделывания льна-долгунца. Черниговский ЦНТЭИ, 2000. № 12-2000. 3 с.

611. Локоть А. Ю. Перспективные операционные элементы в льноводстве. Черниговский ЦНТЭИ, 2000. № 14-2000. 3 с.
612. Локоть А. Ю. Эффективность биостимуляторов на льне-долгунце. *Агрохимия*. 2001. № 8. С. 47-53.
613. Харченко В. Я., Локоть О. Ю. Инкрустація насіння – проти хвороб. *Захист рослин*. 2001. № 12. С. 20.
614. Локоть О. Ю., Гриник І. В. Позакореневе застосування біостимуляторів при вирощуванні льону-довгунця. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 3. С. 25-28.
615. Локоть О. Ю. Проти хвороб льону. *Захист рослин*. 2002. № 4. С. 14.
616. Локоть О. Ю., Гриник І. В. Ефективне застосування агрохімікатів при вирощуванні льону-довгунця. Наукове видання / уклад. О. Ю. Локоть, І. В. Гриник. Чернігів: ЦНТЕІ, 2003. 24 с.
617. Локоть О. Ю., Черствий С. М. Ефективність використання рослинного стимулятора – Фітостим на різних сільськогосподарських культурах в умовах Полісся. *Актуальні проблеми розвитку в умовах трансформації економіки* : тези доп. ІХ наук.-практ. конф. викладачів, співробітників та студентів ЧДІЕУ. Чернігів, 2005. С. 54-55.
618. Локоть О. Ю., Черствий С. М., Гриник І. В. Ефективність застосування біостимулятора Фітостим 025 у льонарстві. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 5. С. 23-26.
619. Локоть О. Ю., Ліпський Ю. В. Комплексна оцінка ефективності застосування вітчизняних регуляторів росту рослин в льонарстві України. *Економіка*. 2005. № 5. С. 35-39.
620. Локоть О. Ю. Ефективність застосування ріст регуляторів похідних N-оксидів піридину в льонарстві. *Актуальні проблеми розвитку економіки, освіти та науки в умовах трансформації суспільства* : матеріали Х наук.-практ. конф. викладачів, співробітників та студентів ЧДІЕУ, Чернігів 17.05.2006 р. Чернігів: ЧДІЕУ, 2006. С. 89-90.
621. Скляничук В. М., Лобарчук С. К., Михалевич С. Ф. Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця в умовах західного Полісся. “40 років від агрохімічної служби до служби охорони родючості ґрунтів” : матеріали міжнарод. наук.-практ. конф. / М-во аграр. політики, “Центрдержродючість”. К.: Аграрна наука, 2004. С. 122-129.
622. Ермолович А. Н., Рошка Г. В. Эффективность совместного применения хелатных форм микроэлементов и регуляторов роста на повышение урожайности и качества льнопродукции. *Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства* : мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Глухів, 10-12 лютого 2009 р.). М-во аграр. політики та продовольства, НААН та ін. Суми: ТОВ “ТД” Папірус, 2011. С. 40-43.
623. Локоть А. Ю. Десикация посевов льна-долгунца. Черниговский ЦНТЭИ, 2002. № 1-2002. 3 с.

624. Локоть О. Ю., Гриник І. В. Передпосівне застосування Раундапу на посівах льону-довгунця. *Агроекологічний журнал*. 2005. № 4. С. 41-44.
625. Аврова Н. П. Нужна ли десикация посевов льна? *Технические культуры*. 1992. № 3. С. 32-34.
626. Десикация семеноводческих посевов льна-долгунца / Тихомирова В. Я., Боярченкова М. М., Сергеева Л. П. и др. М.: Агропромиздат, 1988. 6 с.
627. Рижков О. Ринок засобів захисту рослин: ширина діапазону очікувань. *Пропозиція*. 2008. № 12. С. 74-75.
628. Препараты пуривел и хлорат магния – эффективные десиканты льна-долгунца / Тихомирова В. Я., Боярченкова М. М., Иванов В. И., Труш Д. М. и др. *Селекция, семеноводство и агротехника возделывания льна-долгунца : Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. Вып. 21. 1984. С. 157-167.
629. Ващенко М. И., Рожкина Н. Ф., Андреева И. А. Влияние хлората магния на структуру урожая льна-долгунца. *Химическая и физическая регуляция жизнедеятельности и продуктивности : Сб. науч. тр. Псковского пединститута*. 1988. С. 53-55.
630. Аврова Н. П. Применение гербицидов и десикантов ухудшает качество льносырья и процесс возделывания волокна. *Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствование технологий возделывания и первичной переработки льна-долгунца : материалы междунар. науч.-практ. конф. посвященной 70-летию ВНИИ льна, Торжок, 16-18 ноября 2000 г. ВНИИЛ, 2000*. С. 127-129.
631. Матюхин А. П., Матюхина Г. Н., Захарова Л. М. Раундап на льне-долгунце. *Защита и карантин растений*. 1996. № 6. С. 27.
632. Экспертное заключение на материалы регистрационных испытаний по установлению биологических регламентов использования гербицида Раундап ВР (360 г/л) фирмы Монсанто, Европа С.А. / А. А. Петунова. Сан-Петербург : РАСХН, ВИЗР, 1999. 16 с.
633. Бур'яни України : визначник-довідник / А. І. Барбарич, О. Д. Вісюліна, М. Є. Воробйов та ін. К.: Наукова думка, 1970. 508 с.
634. Довідник по захисту польових культур (2-е вид., перероб. і допов.) / [Васильєв В. П. Лісовий М. П., Веселовський І. В. та ін.] ; за ред. В. П. Васильєва та М. П. Лісового. К. : Урожай, 1993. 224 с.
635. Интегрированная защита растений / под ред. Ю. Н. Фадеева, К. В. Новожилова. М. : Колос, 1981. 335 с.
636. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Захист рослин: екологічно обгрунтовані системи. Полтава: Камелот, 1999. 188 с.
637. Манько Ю. П. Веселовський І. В., Орел Л. В., Танчик С. П. Бур'яни та заходи боротьби з ними. К. : Учбово-метод. центр Мінагропрому України, 1998. 270 с.

638. Бешанов А. В. Совершенствование химической борьбы с сорняками в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. *Борьба с сорняками при возделывании с.-х. культур* / под ред. Г. С. Груздева. М. : Агропромиздат, 1988. С. 16-21.
639. Захаренко В. А. Гербициды. М.: Агропромиздат, 1990. 240 с.
640. Методичні рекомендації з технології вирощування запланованих урожаїв льону-довгунця в господарствах Української РСР / В. М. Емінов, Г. Ф. Поліщук, В. Г. Берестовський, І. П. Карпець та ін. Київ: МСГ УРСР, 1978. 27 с.
641. Оптимізація інтегрованого захисту польових культур (довідник) / [Красиловець Ю. Г., Зуза В. С., Петренко В. П., Кириченко В. В. та ін.]; за ред. В. В. Кириченка, Ю. Г. Красиловця. Харків : Магда ЛТД, 2006. С. 4-19.
642. Кулик В. М. Гербіцидна активність препаратів та їх вплив на врожай льону-довгунця. *Нові наукові дослідження у льонарстві та коноплярстві України* : матеріали наук.-техн. конф. молодих вчених, Глухів, 23 листопада 2005 р., ІЛК УААН. Суми: ВВП “Мрія” ТОВ, 2006. С. 53-57.
643. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біології рослин: підручник. Суми: ВТД “Університетська книга”, 2004. 464 с.
644. Шаповал О. Захистити рослини – зберегти урожай. *Аграрний тиждень*. 2008. № 05 (049). С. 8.
645. Литвиненко А. В., Логінов М. І. Вплив бакових сумішей гербіцидів на урожайність сортів льону-довгунця. *Проблеми і перспективи в селекції, генетиці, технології вирощування, збирання, переробки та стандартизації луб'яних культур* : матер. наук.-практ. конф. молод. вчених. Зб. наук. пр. Глухів: ІЛК УААН, 2006. С. 63-67.
646. Толмачёва Н. А., Егураздова А. С. Применение баковых смесей пестицидов в растениеводстве. М.: ВНИИТЭИ агропром, 1990. 44 с. (обзор. информ.).
647. Коротя К. Я., Кулик В. М. Перспективи застосування гербіцидів у посівах льону-довгунця в умовах зміни клімату. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Вип. 5. Суми: ВАТ “СОД”, 2009. С. 130-134.
648. Голобородько П. А. Льонарство України – стан, тенденції та шляхи підвищення ефективності галузі. *Агроном*. 2004. № 3. С. 68-71.
649. Голобородько П. А. Захист посівів льону від бур'янів. *Агроном*. 2005. № 2. С. 76-77.
650. Петунова А. А., Маханькова Т. А., Кириллова М. Н. Ассортимент гербицидов в посевах льна-долгунца с современных позиций защиты растений. *Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствование технологии возделывания и первичной переработки льна-долгунца* : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию ВНИИ льна, Торжок, 16-18 ноября 2000 г. ВНИИЛ, 2000. С. 118-119.

651. Довідник із захисту рослин / [Бублик Л. І., Васечко Г. І., Васильев В. П. та ін.]; за ред. М. П. Лісового. К.: Урожай, 1999. 744 с.
652. Загородній Д., Маліборський І. Застосування сурфактантів для підвищення ефективності пестицидів. *Агроном.* 2004. № 3. С. 70-71.
653. Локоть О. Ю. Бур'яни та хвороби в посівах льону-довгунця. К.: Світ, 2002. 29 с.
654. Новые гербициды и их смеси с синергическим взаимодействием компонентов для получения стандартного по засоренности льносырья. *Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствование технологии возделывания и первичной переработки льна-долгунца* : материалы междунар. науч.-практ. конф. посвященной 70-летию ВНИИ льна, Торжок, 16-18 ноября 2000 г. ВНИИЛ, 2000. С. 120-121.
655. Садченко Ю. В., Локоть О. Ю. Ефективність системи хімічного захисту льону – довгунця сорту Чарівний від бур'янів. *Сучасні аспекти ведення сільського господарства* : матеріали II наук.-практ. конф. молодих вчених 23 січня 2008 р. Чернігів: ЦНТЕІ, 2008. С. 45-46.
656. Велецкий И. Н. Технология применения гербицидов (2-е изд., перераб. и доп.). Л.: Агропромиздат. Ленинград. отд-ние, 1989. 176 с.
657. Вершинина Л. М. Сравнительная эффективность разложения гербицидов на посевах льна-долгунца. *Селекция, семеноводство и агротехника возделывания льна-долгунца* : Сб. науч. тр. ВНИИЛ. Вып. 21. 1984. С. 125-132.
658. Иванова Л. И. Триаллат в системе мер борьбы с сорняками в льняном севообороте. *Технические культуры. (Реф. ж.)*. 1986. № 11. С. 7.
659. Иванцов Н. К. Баковые смеси гербицидов для льна-долгунца. *Технические культуры*. 1991. № 1. С. 40-41.
660. Иванцов Н. К. Зеллек против пырея ползучего. *Технические культуры*. 1990. № 1. С. 33-34.
661. Исаева Л. И. Использование разных методов в интегрированной борьбе с сорняками. М.: Агропроминформ, 1989. 80 с.
662. Карпец И. П., Литвиненко В. Г. Защита посевов льна-долгунца новыми высокоэффективными пестицидами. *Льняное дело*. 1996. № 1. С. 9-12.
663. Кириенко А. А. С шогуном ткани прочнее. *Защита растений*. 1995. № 12. С. 44.
664. Ковалев В. Б., Голобородько П. А. Защита лубяных культур. *Защита растений*. 1995. № 11. С. 21-22.
665. Ковалев В. Б., Нетреба А. Г., Бовсуновский Н. Г. Химпрополка льна-долгунца. *Защита растений*. 1988. № 8. С. 20-21.
666. Комаров В. И., Кудрявцев Н. А. Комплексная защита посевов льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков. М.: Агропромиздат, 1989. 6 с.
667. Паденов К. П., Шиян Л. К. Новые гербициды для прополки посевов льна-долгунца. *Защита растений* : Сб. науч. тр. БелНИИЗР. Минск: Ураджай, 1988. С. 97-99.

668. Захаренко В. А. Энергетическая оценка способов борьбы с сорняками. *Земледелие*. 1996. № 1. С. 41-42.
669. Лунев М. И., Кретова Л. З. Экологические аспекты применения гербицидов в растениеводстве. М.: ВНИИТЭИ – агропром. 1992. 48 с.
670. Сірий В. М. Проблема знесення пестицидів. *Агроном*. 2009. № 1. С. 108-110.
671. Васильченко В. Сурфактанти. Препарати – усилители эффективности рабочего раствора пестицидов. *Зерно*. 2007. № 1. С. 56-59.
672. Проданчук М. Г., Мудрий І. В. Поверхнево-активні речовини в агропромисловому комплексі: екологічні аспекти. К.: Наукова думка, 2000. 127 с.
673. Марченко В. В. Доцільність використання поверхнево-активних речовин при хімічному догляді за посівами. *Агроном*. 2005. № 2. С. 100-102.
674. Локоть О. Ю. Гриник І. В. Застосування ад'юванту Енпосан у системі захисту льону-довгунця. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 12. С. 50-52.
675. Хеллер К. Биологический прогресс в селекции и выращивание льна-долгунца в исследованиях института натуральных волокон и лекарственных растений. *Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства* : мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Глухів, 10-12 лютого 2009 р.). М-во аграр. політики та продовольства, НААН та ін. Суми: ТОВ “ТД” Папірус, 2011. С. 33-40.
676. Волкогон В. В. Як збільшити коефіцієнт використання добрив культурними рослинами. *Чернігівщина аграрна*. 2008. № 2 (12). С. 11-13.
677. Волкогон В. В. Мікробні препарати у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Чернігівщина аграрна*. 2007. № 12 (6). С. 1-11.
678. Волкогон В. В., Токмакова Л. М. Мікробіологічні засоби покращення фосфорного живлення рослин та підвищення продуктивності пшениці озимої і ріпаку. *Чернігівщина аграрна*. 2015. № 2 (28). С. 28-31.
679. Тараріко Ю. О. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агроєкосистем. К.: Аграрна наука, 2007. 126 с.
680. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. К.: Наукова думка, 2010. 197 с.
681. Иутинская Г. А., Пономаренко С. П., Андреюк Е. И. Биорегуляция микробно-растительных систем : монография / под ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко. К.: Ничлава, 2010. 464 с.
682. Гадзало Я. М., Патики М. В., Заришняк А. С., Патики Т. І. Агробіологія з основами біотехнології : монографія. Київ: Аграрна наука, 2019. 204 с.
683. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Гриник І. В. та ін. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Аграрна наука, 2011. 156 с.
684. Волкогон В. В., Халеп Ю. М., Волкогон К. І. та ін. Рекомендації з ефективного застосування біологічного препарату мікрогуміну в технології вирощування ярого ячменю. Чернігів: ІСГМ УААН, 2004. 16 с.

685. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / С. І. Мельник, В. А. Жилкін, М. М. Гаврилюк, В. С. Сніговий, М. М. Лісовий та ін. Мінагрополітики, УААН. Київ, 2007. 52 с.
686. Берестецкий О. А., Хотянович А. В. Использование микроорганизмов для улучшения фосфорного питания растений в Индии. *Сельское хозяйство за рубежом*. 1984. № 11. С. 9-10.
687. Канівець В. І., Токмакова Л. М., Близнюк Н. М. Біологічний засіб мобілізації важкорозчинних форм фосфору в ґрунті. Міжнарод. конф. “Землеробство ХХІ століття – проблеми та шляхи вирішення”, Київ, Чабани, 1999. К.: Нора-прінт, 1999. С. 52-53.
688. Дегодюк Е. Г., Чайковська Л. О., Дегодюк С. Е., Буслаєва Н. Г. Ефективність фосфоритів вітчизняного походження та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів. *Наук. вісник НАУ*. Вип. 24. 2000. С. 116-119.
689. Токмакова Л. М., Щербатий О. А., Асаулко Л. О., Лепеха О. П. Пошук фосформобілізуючих бактерій для розробки на їх основі нових мікробіологічних препаратів для підвищення продуктивності льону. *Ґрунтознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України* : VI з’їзд Укр. товариства ґрунтознав. та агрохім. Умань, 2002. С. 182-184.
690. Токмакова Л. Н. Штамы *Bacillus polymyxa* и *Achromobacter album* – основа для создания бактериальных препаратов. *Мікробіол. журнал*. 1997. Т. 59. № 4. С. 131-138.
691. Токмакова Л. М. Мікробіологічні засоби поліпшення фосфорного живлення рослин та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Посібник українського хлібороба*. К.: ТОВ «Академпрес», 2008. С. 120-122.
692. Чайковська Л. О., Патица В. П. Роль біофосфору в підвищенні продуктивності рослин. *Вісн. аграр. науки*. 2000. №5. С. 21-23.
693. Локоть О. Ю. Ефективність біологізації систем живлення льону-довгунця. *Сучасні тенденції розвитку економіки, освіти та науки в контексті євроінтеграції* : тези XI наук.-прак. конф. викладачів, співробітників ЧДІЕУ. Чернігів, 2007. С. 91-92.
694. Канівець В. І., Токмакова Л. М., Пищур І. М. та ін. Фосфор в ґрунті і шляхи його доступності рослинам. *Бюл. ІСМГ УААН*. 1997. № 1. С. 27-28.
695. Канівець В. І., Токмакова Л. М., Щербатий О. А. та ін. Ефективність застосування бактеріальних препаратів при вирощуванні соняшнику. *Вісн. аграр. науки Причорномор’я*. 2001. № 3 (12). С. 510-513.
696. Baya Ana M., Boethling Robert S., Ramos – Cormenzana A. Vitamin production in relation to phosphate solubilization by soil bacteria. *Soil Biol. and Biochem.* 1981. 13, № 6. P. 527-531.
697. Лисицкая Т. Б. Влияние фосфатмобилизирующих бактерий на рост растений. *Биотехнология в ФЦП “Интеграция”* : науч.-практ. конф. (С.-Петербург, 1999). С.-Пб., 1999. С. 123-124.

698. Суслов О. А., Карпенко О. О. Вплив мікробіологічних препаратів на продуктивність ланки польової сівозміни ячмінь – еспарцет – озима пшениця та соняшник – чорний пар – озима пшениця. *Науч. тр. уч. Крымского гос. аграр. ун-та*. Вып. 72. Сер. Сельскохозяйственные науки. Симферополь, 2002. С. 151-155.
699. Усманова Г. О., Патица В. П. Застосування Альбобактерину і Поліміксобактерину на посівах ріпаку і соняшнику. *Агрокол. журн.* 2004. № 4. С. 70-74.
700. Патица В. П. Роль біоти у формуванні сталих агроecosystem *Агроecологічний моніторинг як основа сталого розвитку агроecosystem*. Матер. міжнародн. конф. сталий розвиток агроecosystem (7-20.09.2002, Вінниця). Вінниця, 2002. С.11-13.
701. Патент 20206 Україна, МКИ 05F 11/08. Штам бактерій *Bacillus pouluxi* ВНДІСГМ В-324Д для виробництва стимулятора росту цукрового буряка. В. І. Канівець, Л. М. Токмакова, Ю. М. Мелимука; заявл. 27.07.94; опубл. 15.07.1997. Бюл. № 14.
702. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. *Захист рослин*. 2004. № 2-3. С. 38-39.
703. Локоть О. Ю., Москаленко А. М., Халеп Ю. М. Ефективність застосування біологічного препарату Мікрогумін при вирощуванні льону-довгунця. *Актуальні питання сільгоспвиробництва льону-довгунця* : зб. пр. II міжнародної наук.-практ. конф. Чернігів: Асоціація льонарів України. 2005. С. 40-44.
704. Локоть О. Ю., Гриник І. В., Токмакова Л. М., Лепеха О. П. Застосування мікробного препарату Поліміксобактерин для підвищення врожайності льону-довгунця. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 4. С. 19-21.
705. Локоть О. Ю., Корнута Ю. П. Мікробні препарати у технологіях вирощування льону-довгунця. *Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб.* Чернігів, 2008. Вип. 7. С. 109-114. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/24691>.
706. Гриник І. В., Локоть О. Ю., Корнута Ю. П. Мікробні препарати як засіб підвищення продуктивності льону-довгунця та екологічної безпечності технології його вирощування. *Агроecологічний журнал*. 2009. № 3. С. 63-68.
707. Андрійчук В. Г. Ефективність діяльності аграрних підприємств: теорія, методика, аналіз: Монографія. К.: КНЕУ, 2005. 292 с.
708. Ефективність поєднання мікробних препаратів з мінеральними добривами у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / І. В. Гриник, А. С. Заришняк, В. В. Волкогон, О. М. Бердніков, С. Б. Дімова, А. М. Москаленко, Ю. М. Халеп та ін. Київ 2010. 24 с.
709. Сільськогосподарська мікробіологія. Здобутки і перспективи / за наук. ред. В. В. Волкогона і А. М. Москаленка. Ніжин: ПП Лисенко М. М., 2021. 424 с.

710. Скорченко А. Ф. Наукові основи інтенсифікації виробництва та поглибленої переробки льоносировини : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К., 1997. 47 с.
711. Тихонович И. А., Круглов Ю. В. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия. *Плодородие*. 2006. № 5 (32). С. 9-12.
712. Черкас В. Незамінні супутники пестицидів. *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 12 (379). С. 44-45.
713. Зайцева Л. А., Кудрявцев Н. А. Отчёт по установлению биологических регламентов использования препарата Альбит на культуре льна-долгунца. Торжок, 2002. 14 с.
714. Злотников А. К., Сергеев В. Р., Кудрявцев Н. А. и др. Альбит повышает эффективность применения гербицидов. *Земледелие*. 2006. № 1. С. 34-36.
715. Дідора В. Г., В'юнцов С. М. Вплив стимулятора росту Альбіт на продуктивність льону-довгунця. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 1. С.25-27.
716. Повышение технологического качества и урожайности льнопродукции при использовании препарата Альбит в системе защиты льна-долгунца / Н. А. Кудрявцев, Л. А. Зайцева, А. К. Злотников и др. *Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца* : материалы науч.-практ. конф. Торжок, 2005. С. 157-161.
717. Локоть О. Ю., Корнута Ю. П. Агроекологічна ефективність застосування комплексного препарату Альбіт при вирощуванні льону-довгунця сорту Глінум. *Інноваційні напрями в селекції, генетиці, технології вирощування, збирання, переробки і стандартизації технічних культур* : матеріали міжнарод. наук.-техн. конф. молодих вчених, Глухів, 2-4 грудня 2008 р. ІЛК УААН. Суми, 2009. С. 52-54.
718. Дідора В. Г., В'юнцов С. М. Фотоактивність льону-довгунця залежно від застосування стимулятора росту Альбіт. *Вісник національного аграрного університету*. 2008. № 123. С. 70-75.
719. Дідора В. Г., В'юнцов С. М. Фотосинтетична активність і продуктивність льону-довгунця залежно від позакореневого підживлення. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 3. С. 21-23.
720. Кудрявцев Н. А., Зайцева Л. А., Злотников А. К. Препарат Альбит в системе защиты льна-долгунца. *Земледелие*. 2005. № 1. С. 34-35.
721. Злотников А. К., Алехин В. Т., Волкова Г. В. Фунгицидные свойства регулятора роста Альбит. *Земледелие*. 2007. № 1. С. 38-41.
722. Эффективность применения десикантов на посевах льна-долгунца / Тихомирова В. Я., Боярченкова М. М., Сергеева Л. П., Тарлецкий А. Г., Гусарова М. В. *Сб. науч. тр. ВНИИЛ*. 1988. Вып. 25. С. 113-119.
723. Патент 105276 Україна, МПК C05F 11/08, C12P 39/00 Комплексний бактеріальний препарат Екофосфорин для обробки культурних рослин.

- Л. В. Титова, Г. О. Іутинська, І. С. Бровко; заявл. 31.08.12; опубл. 25.04.2014. Бюл. № 8.
724. Патент 97198 Україна, МПК C05F 15/00, C05F 17/00, C05F3/00. Біоорганічне добриво «Фосфогумін». В. В. Волкогон, М. В. Гаценко, Н. В. Луценко; заявл. 28.10.10; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
725. Малиновська І. М. Динаміка формування мікробіоценозу ризосфери рослин сої, бактеризованих азотфіксувальними і фосфатмобілізувальними мікроорганізмами. *Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб.* Чернігів: ЦНТЕІ, 2007. Вип. 6. С. 51-66.
726. Sauerbeck D, Nonnen S, Allard JL (1981) Consumption and turnover of photosynthesis in the rhizosphere depending on plant species and growth conditions. *Landwirtsch Forschung Sonderh 37:207-216.*
727. Международный год природных волокон. URL: <https://www.fao.org/natural-fibres-2009>.
728. Біологічний азот : монографія / [Патика В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін.]; за ред. В. П. Патики. К.: Світ, 2003. 424 с.
729. Воробейков Г. А., Хмелевская И. А., Павлова Т. К. Минеральное питание и продуктивность льна-долгунца при обработке семян бактериальными препаратами. *Агрехимия*. 1996. № 8-9. С. 28-34.
730. Корнута Ю. П., Гриник І. В. Реакція рослин льону на застосування біопрепаратів за різних погодних умов року. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 2. С. 64-69.
731. Корнута Ю. П. Ефективність біозасобів при вирощуванні льону-довгунця за різних погодних умов. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 7. С. 69-72.
732. Корнута Ю. П. Агроекологічні особливості мінерального удобрення льону-довгунця. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 3. С. 83-88.
733. Локоть О. Ю., Корнута Ю. П., Садченко Ю. В. Рекомендації з ефективного застосування регуляторів росту та мікробних препаратів у технологіях вирощування льону-довгунця та льону олійного: практичний посібник / за ред. О. Ю. Локтя. Чернігів: Видавець Лозовий В. М., 2010. 44 с.
734. Локоть О. Ю., Корнута Ю. П., Липський Ю. В. Біопрепарати як ефективний засіб підвищення продуктивності рослин льону-довгунця. Луб'яні та технічні культури. 2012 Вип. 2. С. 92-97.
735. Корнута Ю. П. Агроекологічне обґрунтування застосування біопрепаратів при вирощуванні льону-довгунця в умовах Лівобережного Полісся України : автореф. дис. на здобуття ст. канд. с.-г. наук: спеціальність 03.00.16 «Екологія». Київ, 2014. 20 с.
736. Рекомендації з ефективного застосування регуляторів росту рослин та мікробних препаратів у технологіях вирощування льону-довгунця / укладачі: М. М. Назаренко, О. Ю. Локоть, Н. П. Жидок. Чернігів: Інститут с.-г. мікробіології та агропромислового виробництва НААН, 2013. 10 с.

737. Локоть О. Ю., Корнута Ю. П., Черницький Ю. О. Інноваційні напрями біологізації елементів технології вирощування льону-довгунця. *Інноваційні технології і напрями наукових досліджень у льонарстві та коноплярстві* : матер. III міжнарод. наук.-практ. конф. (Глухів 12-14 лютого 2013 р.). Суми: Видавничий будинок «Еллада», 2015. С. 44-49.

738. Павлов А. Н. О минеральном питании растений в засушливых условиях. С.-х. биология. 1982. Т. XVII. № 2. С. 189-194.

739. Кириченко Е. Биокотейли для пшеницы. Бактериальные композиции для инокуляции семян. *Зерно*. 2012. № 2 (70). С.56-62.

740. Логінов М. І. Теоретичні основи селекції льону-довгунця на поліпшення прядивної здатності волокна та методи оцінки його якості при створенні високопродуктивних сортів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спеціальність 06.01.05 «Селекція рослин». Дніпропетровськ, 2008. 40 с.

741. Карпець І. П., Дрозд О. М. Якість продукції льону-довгунця і олійного за різних способів сівби й удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 6. С. 21-24.

742. Корнута Ю. П., Садченко Ю. В., Локоть О. Ю. Генотипова чутливість різних сортів льону олійного до вирощування в умовах Лівобережного Полісся. *Сучасні аспекти ведення сільського господарства* : матеріали III наук.-практ. конф. молодих вчених 17 лютого 2009 року. Чернігів: ЦНТЕІ, 2009. С. 43-49.

743. Волкогон В. В., Надкернична О. В, Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. К.: Аграрна наука, 2010. 464 с.

744. Мікробні препарати в технології вирощування льону олійного (науково-практичні рекомендації) / [Назаренко М. М., Локоть О. Ю., Жидок Н. П.]; Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т с.-г. мікробіології та агропром. вир.-ва. Чернігів: ІСМАВ НААН, 2013. 16 с.

745. Зубець М. В. Наукове обґрунтування сталого розвитку агроєкосистеми. *Сталій розвиток агроєкосистем* : матеріали міжнарод. наук. конф. Вінниця, 2002. С. 7-10.

746. Севернев М. М. Энергосберегающие технологии в сельском хозяйственном производстве. Минск: Ураджай, 1994. 221 с.

747. Созінов О. О. Агросфера як соціально-економічний та природничий феномен. *Сталій розвиток агроєкосистем* : матеріали міжнарод. наук. конф. Вінниця, 2002. С. 13-16.

748. Тараріко О. Г. Сталій розвиток аграрних систем в XXI столітті у контексті глобальних змін клімату. *Сталій розвиток агроєкосистем* : матеріали міжнарод. наук. конф. Вінниця, 2002. С. 16-18.

749. Бовсуновський О. М. Урожайність та якість насіння льону-довгунця в залежності від фаз стиглості стеблостою і способів сушіння вороху: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». Чабани, 1996. 21 с.

750. Эффективность интенсивной технологии возделывания и уборки льна-долгунца / Н. Г. Коренский и др. Минск: БелНИИНТИ, 1987. 40 с.

751. Залужний В., Затхей Б. Технологія вирощування льону-довгунця. *Вісник Львів. держ. аграрн. ун-та*. 2003. С. 32-55.

752. Ковалёв В. Б., Бовсуновский Н. В. Повышение качества льнотресты при комбайновой уборке льна. *Совершенствование технологии выращивания технических культур в Полесье и Лесостепи УССР : Сб. науч. тр. УСХА*. Киев: УСХА, 1985. С. 82-85.

753. Литвиненко В. Г. Урожайність і якість продукції льону-довгунця залежно від заходів догляду за посівами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К., 1996. 21 с.

754. Мьякинкова Л. Л. Прогрессивные технологии производства льна-долгунца : аналитический обзор. *Сер. "Растениеводство и биология с.-х. культур"* ; ВАСХНИЛ, ВНИИТЭИСХ. Москва: ВНИИТЭИ агропром, 1988. 47 с.

755. Острик І. М. Особливості формування врожаю та якості насіння льону-довгунця за різних строків збирання і способів післязбиральної обробки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук.: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К., 2003. 20 с.

756. Рабочая тетрадь агронома по интенсивной технологии возделывания льна-долгунца / Гос. агропром. ком. УССР; [А. Г. Денисенко и др.]; под ред. А. Г. Денисенко. К.: Урожай, 1990. 109 с.

757. Росоновский Н. Г., Ляшко В. П. Оценка энергоемкости технологии уборки льна-долгунца. *Технические культуры*. 1992. № 4-5-6. С. 41-42.

758. Концептуальна модель вітчизняної системи машин для льонарства / Саченко В., Гуков Я., Коваль С. та ін. *Техніка АПК*. 2003. №12. С. 6-7.

759. Сидорчук О., Залужний В., Шейченко В. Аналіз стану та перспективи технологій і машин для збирання льону-довгунця. *Агроном*. 2008. № 1. С. 146-148.

760. Шевчук А. Я., Речич В. Н. Интенсивная технология возделывания льна-долгунца в условиях УССР : текст лекции / Укр. с.-х. академия. К.: Изд-во УСХА, 1988. 44 с.

761. Карпець І. П., Скляничук В. М. Режими вирощування та якість льону-довгунця. *Вісник с.-г. науки*. 1988. № 9. С. 85-88.

762. Быков Н. Н., Луценко В. М., Смирнов В. И. Уборка льна. Борьба с потерями продукции : Прил. к журн.-прил. "Техн. Культуры". М.: Агропромиздат, 1990, 81 с.

763. Гилязетдинов Р. Н., Баранник В. Г. Поиск альтернативных технологий уборки льна-долгунца. *Селекция, технология выращивания и збирання луб'яних культур : Зб. наук. пр.* Вип. 2. Глухів: ІЛК УААН, 2001. С. 124-129.

764. Организационно-технологический проект производства льна-долгунца на индустриальной основе / [Принимали участие В. А. Степанов, Л. П. Богданов, М. Е. Клюев и др.]. М.: Россельхозиздат, 1983. 52 с.

765. Эффективность технологий уборки льна / Труш М. М., Ковалев М. М., Понажев В. П. и др. *Технические культуры*. 1990. № 4. С. 33-34.
766. Хайлис Г. А., Горбовый А. Ю., Лоборчук С. К. Эффективность различных способов уборки льна. *Льняное дело*. 1998. № 2. С. 26-29.
767. Гілязетдінов Р. Н. Сучасний стан механізації збирання льону-довгунця в Україні та перспективи розвитку. *Актуальні питання розвитку галузі льонарства та коноплярства* : матеріали наук.-техн. конф. молод. вчених, (м. Глухів, 7 грудня 2006 р.). Суми: "Ноте bene", 2007. С. 49-53.
768. Макаєв В. І., Гілязетдінов Р. Н., Мешков Ю. Е. Технології одержання льнопродукції. *Техніка АПК*. 2006. № 2. С. 30-31.
769. Mackiewicz-Talarczyk, M., Barriga-Bedoya, J., Mankowski J. and Pniewska, I. (2008) Global flax market situation, contributed paper. International Conference on Flax and Other Bast Plants, Saskatoon, Canada, 20-23 July 2008. pp. 408-412.
770. Гілязетдінов Р. Н., Макаєв В. І., Мешков Ю. Е. Вплив строків збирання льону-довгунця на якість довгого волокна. *Проблеми легкої та текстильної промисловості України*. 2005. № 1(10). С. 35-37.
771. Макаєв В. І. Удосконалення роздільного способу збирання льону-довгунця з метою поліпшення якості продукції. *Проблеми легкої і текстильної промисловості України*. Херсон: ХДТУ, 2004. № 1(8). С. 96-100.
772. Макаєв В. І. Визначення залежності схожості насіння від вологості коробочок у процесі природного сушіння стебел льону на стелищі. *Нові наукові дослідження у льонарстві та коноплярстві України* : матеріали наук.-техн. конф. молод. вчених, (м. Глухів, 23 листопада 2005 р.). Суми: ВВП "Мрія-1" ТОВ, 2006. С. 91-94.
773. Макаєв В. І., Гілязетдінов Р. Н., Харьков В. І. Роздільний спосіб збирання льону та деякі результати розробки машин для його здійснення. *Селекція, технологія виробництва та первинної переробки льону і конопель* : Зб. наук. пр. Глухів: ІЛК УААН, 2000. С. 129-133.
774. Макаєв В. І. Новітні технології збирання луб'яних культур. *Шляхи відродження галузей льонарства та коноплярства і підвищення ефективності їх наукового забезпечення* : мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Глухів, 8-10 лютого 2011 р.). НААН та ін. Суми: ТОВ "ТД" Папірус, 2012. С. 142-145.
775. Махов И. М., Калугин В. М. Технические средства для раздельной уборки льна-долгунца. *Исследование технологических процессов и рабочих органов машин для уборки лубяных и других технических культур* : Сб. науч. тр. ВИСХОМ. М., 1987. С. 15-26.
776. Семеній О. Г., Ковальов В. Б. Удосконалення системи насінництва льону-довгунця та технології виробництва насіння. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Вип. 4. Глухів: ІЛК, 2007. С. 116-120.
777. Локоть О. Ю. Льон-довгунець – культура вигідна. *Насінництво*. 2006. № 7. С. 13-16.

778. Локоть. О. Ю. Удосконалення технології вирощування основних сільськогосподарських культур. Льон-довгунець. *Наукові основи агропромислового виробництва Чернігівської області* / І. В. Гриник, А. Г. Бардаков, Ю. О. Бакун та ін. Чернігів: РВК «Деснянська правда», 2004. С. 144-159.
779. Локоть А. Ю. Интенсивная технология производства льна-долгунца. Чернигов: МТЦНТИ, 1988. № 88-021. 3 с.
780. Локоть О. Ю., Ліпський Ю. В. Зональна економіко-енергетична ефективність моделей виробництва насіння льону-довгунця. *Зб. наук. пр. ІЛК УААН*. Вип. 4. Глухів, 2007. С. 146-154.
781. Локоть О. Ю. Питання енергоресурсозбереження при вирощуванні льону-довгунця. *Сіверянський літопис*. 2000. № 2. С 196.
782. Локоть О. Ю. Галузь льонарства та її проблеми. *Чернігівщина аграрна*. 2007. № 1 (5). С. 10-12.
783. Локоть А. Ю., Лагошный В. Н., Сафронов В. О. Методические рекомендации для арендных и подрядных подразделений по освоению интенсивной технологии возделывания льна-долгунца. Чернигов: Облполиграфиздат, 1990. 47 с.
784. Локоть О. Ю. Льон-довгунець. *Методичні рекомендації по веденню землеробства в господарствах Чернігівської області за умов посилення посушливості клімату* / О. М. Хмарний, Я. Б. Сокольский, М. М. Любінецький та ін. Чернігів, 1993. С 23-24.
785. Локоть А. Ю. Влияние способов механизированной уборки на продуктивность и качество льна-долгунца. Чернигов: МТЦНТИ, 1991. № 03-91. 2 с.
786. Кабанець В. М., Гілязетдінов Р. Н., Жуплатова Л. М. Науково-технічна програма НААН України “Луб’яні культури”: основні результати 2009 року. *Луб’яні та технічні культури: Зб. наук. пр.* Вип. 1(6). Суми: ТОВ “ТД” Папірус, 2011. С. 95-100.
787. Дудукова С. В., Мохер Ю. В. Деякі підсумки міжнародного року натуральних волокон. *Інноваційні напрями в селекції, технології вирощування та переробки технічних культур* : матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених (Глухів, 2-4 грудня 2009 р.). ІЛК НААН України. Суми: Вид-во Сум ДІ, 2010. С. 83-88.

ДОДАТКИ

Додаток А1
Середня багаторічна температура повітря, °С,
Лівобережного Полісся України

Декади, зони, регіони	Місяці												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	-6	-7	-4	4	12	16	19	19	15	9	2	-3	-
II	-7	-7	-2	7	14	17	19	18	13	6	0	-4	-
III	-7	-6	0	10	16	18	19	17	12	4	-1	-6	-
серед- нє	-7	-7	-2	7	14	17	19	18	13	6	0	-4	6
Північно-східний	-7,4	-7,2	-2,6	6,0	13,5	16,9	18,6	17,5	12,3	6,0	0	-4,9	5,7
Південно-західний	-6,2	-5,8	-1,0	7,2	14,4	17,5	19,3	18,2	13,2	7,0	0,9	-3,8	6,7

Додаток А2
Середні багаторічні дати стійкого переходу середніх добових температур повітря через 0, 5, 10, 15°C
та тривалість періоду (днів) з температурами, вищими від цих меж у Львівському Поліссі
України

Зона, регіон	Дата переходу температури повітря через											
	0 °C			5 °C			10 °C			15 °C		
	вес- ною	восе- ни	трива- лість	вес- ною	восе- ни	трива- лість	вес- ною	восе- ни	трива- лість	вес- ною	восе- ни	трива- лість
Чернігівське Полісся	23.03	18.11	240	10.04	23.10	195	26.04	30.09	157	21.05	5.09	106
Північно- східний	26.03	15.11	233	13.04	21.10	190	26.04	27.09	151	26.05	2.09	98
Південно- західний	20.03	21.11	245	8.04	25.10	199	25.04	1.10	158	19.05	6.09	109

Додаток АЗ
Середня багаторічна дата початку приморозків та тривалість безморозного періоду (днів) у Лівобережному Поліссі України

Зона, регіон	У повітрі				На поверхні ґрунту			
	дата останнього приморозку весною	дата першого приморозку восени	тривалість безморозного періоду	дата останнього приморозку весною	дата першого приморозку восени	тривалість безморозного періоду	дата останнього приморозку весною	дата першого приморозку восени
Чернігівське Полісся	20.04	10.10	172	2.05	30.09	150		
Північно-східний	28.04	30.09	164	7.05	23.09	138		
Південно-західний	18.04	9.10	173	28.04	28.09	152		

Додаток А4
Суми позитивних середніх добових температур повітря
наростаючим підсумком на останній день декади

Підзона	Температура, °С (понад)	Декади	Місяці									
			4	5	6	7	8	9	10	11		
Полісся Чернігівське	5 °С	1	3	295	771	1311	1960	2417	2757	2817		
		2	75	435	941	1501	2080	2547	2817	-		
		3	175	611	1121	1710	2267	2667	2817	-		
	10 °С	1	-	165	641	1181	1770	2287	2537	-		
		2	-	305	811	1371	1950	2417	-	-		
		3	45	481	991	1580	2137	2537	-	-		
	15 °С	1	-	-	315	855	1444	1961	-	-		
		2	-	-	485	1045	1624	-	-	-		
		3	-	155	665	1254	1811	-	-	-		
Полісся східне	5 °С	1	-	250	750	1250	1850	2350	2700	-		
		2	50	400	900	1450	2050	2500	2750	-		
		3	150	600	1100	1650	2200	2600	2800	-		
	10 °С	1	-	150	600	1150	1750	2250	-	-		
		2	-	300	800	1350	1900	2350	-	-		
		3	50	450	950	1550	2100	2450	-	-		

Додаток А5
Сума температури (°С) за період активної вегетації*, Чернігівське Полісся

Найменша	Найбільша	Середня	А**	Забезпеченість, %				
				10	25	50	75	
2308	3157	2690	192	2970	2800	2680	2560	2440

* Період з середньою добовою температурою повітря вище 10 °С

** А – значення середнього квадратичного відхилення

Додаток А6
Енергетичні ресурси клімату Лівобережного Полісся

Показники	Місяці												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Тривалість сонячного сяяння, годин	39	65	128	176	259	280	300	254	188	107	49	30	1876
Середньодобові величини прямої сонячної радіації, МгДж/м ²	1,9	4,7	5,0	13,0	14,7	18,7	16,9	16,1	13,4	6,1	4,5	1,5	-
Середньодобові величини сумарної радіації, МгДж/м ²	2,9	6,1	10,5	14,4	19,6	21,2	20,2	17,5	12,8	6,9	2,8	2,1	-
Середньомісячне значення сумарної ФАР, ккал/см ²	1,1	2,0	3,9	5,1	7,0	7,4	7,5	6,4	4,4	2,4	1,0	0,8	49,0
Середньомісячне значення сумарної ФАР, млн. ккал/га	124,8	199,8	364,8	482,4	701,4	648,0	738,6	612,6	415,8	256,2	101,1	70,8	4720
Середня кількість похмурих (п) та ясних (я) днів за нижнього хмарністю, п/я	13,6/ 6,8	10,6/ 4,0	10,0/ 8,4	3,8/ 10,0	2,2/ 12,8	1,2/ 9,2	2,4/ 11,6	1,6/ 12,0	3,1/ 13,1	7,6/ 9,5	14,6/ 4,7	17,6/ 3,6	8,8/ 103

Додаток А7
Середня сума опадів по місяцях, декадах і за рік, мм

Зона	Декади	Місяці										Квітень-жовтень	Листопад-березень	За рік		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11	12
Чернігівське Полісся	1	11	10	10	11	15	20	23	23	16	14	14	13	-	-	-
	2	10	10	10	12	17	21	23	18	15	14	14	12	-	-	-
	3	10	10	10	14	18	22	24	23	14	14	14	11	-	-	-
Середня за місяць		31	30	30	37	50	63	70	64	45	42	42	36	377	169	546
Найбільша кількість		56	60	81	100	113	171	152	148	124	134	115	103	942	415	706
Найменша кількість		7	8	6	4	7	7	11	4	4	4	5	3	53	29	326
Східне Полісся	1	-	-	-	11-15	14-17	20-28	23-29	19-26	16-19	12-18	12-15	-	-	-	-
	2	-	-	-	12-15	15-18	22-30	23-30	18-22	15-18	12-18	12-14	-	-	-	-
	3	-	-	-	14-18	15-18	24-33	21-29	17-21	15-17	12-18	11-14	-	-	-	-
Середня за місяць		26-38	25-33	26-35	37-48	44-53	66-91	67-88	54-69	46-54	36-54	35-43	33-40	350-457	145-189	495-646

Додаток А8
Найбільша та середня* кількість опадів (мм) за добу
і число днів (m) з опадами $\geq 0,1$ мм, Чернігівське Полісся

Показник	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Найбільша	19	22	30	32	48	48	54	54	58	30	36	40
Середня	1,6	1,9	2,2	3,1	4,0	4,9	5,5	4,9	3,7	3,2	2,8	1,9
m				12,2	12,1	11,9	12,3	12,4	11,2	13,1		

* При підрахунку середньої кількості опадів враховувались тільки дні, у які випадали опади

Додаток А9
Відносна вологість повітря та вітер, Чернігівське Полісся

Показник	Місяці												За рік	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Кількість днів з відносною вологістю повітря $\leq 30\%$ та $\geq 80\%$:	середня $\leq 30\%$	-	-	0,2	1,8	4,1	2,1	1,3	1,9	1,2	0,4	-	0,03	-
	А*	-	-	0,5	2,3	3,9	2,4	1,9	3,6	1,8	1,6	-	0,2	-
	середня $\geq 80\%$	20,4	14,9	11,3	5,6	2,3	2,5	3,0	3,2	3,4	9,7	19,0	22,3	-
Кількість днів зі швидкістю вітру ≥ 15 м/с	А	5,1	3,9	4,6	3,5	1,7	2,0	1,8	2,2	2,1	3,7	5,1	3,8	-
	середня	1,1	1,6	1,3	1,2	0,6	0,7	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	1,3	-
	А	1,3	1,8	1,5	1,5	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	1,0	1,8	-
Кількість днів із суховіями:	найбільша	-	-	-	2	4	4	4	5	3	-	-	-	11
	середня	-	-	-	0,1	0,8	0,7	0,7	0,9	0,5	-	-	-	3,4
	А	-	-	-	0,4	1,6	1,7	1,2	1,7	1,0	-	-	-	3,1
Кількість днів з пиловими бурями	середня	0,03	-	0,03	0,2	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,03	-	0,03	2,3
	А	0,2	-	0,2	0,5	0,6	0,8	1,0	0,7	0,7	0,2	-	0,2	2,8
Дефіцит вологості повітря, Мб	0,5	0,6	1,0	3,3	6,7	8,1	8,3	7,1	4,4	2,0	0,8	0,5	3,6	-

* А – значення середнього квадратичного відхилення

Додаток А10

**Вірогідність запасів продуктивної вологи під ранніми ярими культурами
у період оптимальних строків сівби, Чернігівське Полісся**

Вологозапаси, мм											
Шар ґрунту 0-20 см					Шар ґрунту 0-100 см						
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	0-40	41-80	81-120	121-160	161-200	201-240
Вірогідність, %											
0	5	20	35	20	20	0	5	15	20	30	30

Додаток А11

**Продуктивні вологозапаси (мм) у метровому шарі ґрунту
весною по забу, Чернігівське Полісся**

На дату переходу температури повітря через 5 °С						
Середні	А*	В*	Забезпеченість, %			
			25	50		
179	37	0,21	204	179	153	131

*А – величина середнього квадратичного відхилення окремих значень від середнього багаторічного

*В – коефіцієнт мінливості (варіації)

Додаток А12
Продуктивні вологозапаси ґрунту (мм) під ранніми ярими культурами
на третю декаду кожного місяця, Чернігівське Полісся

Зона	Строки визначення	Шар ґрунту, см									
		0-20					0-100				
		най-менші	середні	най-більші	А*	В*	най-менші	середні	най-більші	А*	В*
Північна	квітень	26	37	50	8	0,23	93	154	206	38	0,24
	травень	11	29	39	7	0,23	55	132	177	29	0,22
	червень	5	22	34	9	0,40	47	95	122	27	0,28
Південна	липень	3	18	49	12	0,64	-	-	-	-	-
	квітень	22	38	49	9	0,25	103	172	221	35	0,20
	травень	14	30	47	10	0,32	111	158	257	38	0,24
Південна	червень	0	24	41	13	0,53	30	111	223	49	0,44
	липень	3	22	49	16	0,74	15	94	156	44	0,47

*А – величина середнього квадратичного відхилення окремих значень від середнього багаторічного;

*В – коефіцієнт мінливості (варіації)

Додаток А13
Вірогідність запасів продуктивної вологи під льоном у зоні
Чернігівського Полісся [83]

Фази та міжфазні періоди	Вологозапаси, мм										
	шар ґрунту 0-10 см					шар ґрунту 0-100 см					
	0-5	6-10	11-15	16-20	> 20	0-40	41-80	81-120	121-160	161-200	> 200
	Вірогідність, %										
Сівба	0	10	30	25	35	-	-	-	-	-	-
Почагок росту – цвітіння	-	-	-	-	-	0	10	50	20	15	5
Цвітіння – зелена стиглість	-	-	-	-	-	10	35	35	15	5	0

Додаток А14
Середньозважені запаси продуктивної вологи у ґрунті за фазами розвитку льону-довгунця

Шар ґрунту, см	Запаси вологи	Запаси продуктивної вологи по фазах та періодах, мм						
		сівба	початок росту стебла	створення судків	цвітіння	початок росту стебла-цвітіння	зелена стиглість	цвітіння-зелена стиглість
0-10	Середні	20	18	11	7	13	8	8
	Найбільші	24	23	15	14	16	17	12
	Найменші	13	12	7	3	9	4	4
0-20	Середні	43	36	24	17	27	17	17
	Найбільші	55	42	33	29	35	30	25
	Найменші	29	28	20	8	19	9	8
0-50	Середні	98	84	60	44	65	42	43
	Найбільші	128	101	71	63	78	60	62
	Найменші	61	59	48	23	41	19	21
0-100	Середні	177	156	128	114	130	99	106
	Найбільші	248	192	136	156	170	132	138
	Найменші	124	119	106	64	97	58	70

Додаток А15
Середньозважені запаси продуктивної вологи у ґрунті під льоном-довгунцем
по місяцях та декадах

Шар ґрунту, см	Запаси вологи	Квітень			Травень			Червень			Липень		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-10	Середні	24	25	23	20	17	15	12	8	7	5	5	10
	Найбільші	33	34	29	24	21	23	15	14	15	17	13	26
	Найменші	17	19	15	13	12	7	11	3	4	0	2	5
0-20	Середні	50	53	47	41	36	31	26	18	15	10	9	18
	Найбільші	62	69	60	49	45	42	33	29	30	28	18	49
	Найменші	38	43	36	29	28	17	21	8	9	1	6	4
0-50	Середні	110	120	107	92	83	74	64	47	42	26	20	32
	Найбільші	136	136	126	119	99	101	79	63	60	41	33	90
	Найменші	78	99	84	61	59	34	48	23	19	2	6	5
0-100	Середні	198	205	197	172	161	144	132	115	101	61	76	83
	Найбільші	251	248	235	213	192	186	161	156	132	101	100	145
	Найменші	152	179	131	124	119	105	106	64	58	44	42	34

Додаток А16
Строки повного відтанення ґрунту, Чернігівське Полісся

Середні	Забезпеченість, %						Повторюваність (%) повного відтанення ґрунту при переході температури повітря весною через 5 °С	
	5	10	25	50	75	90		95
4.04	10.03	17.03	28.03	6.04	14.04	20.04	23.04	47

Додаток А17
Середні багаторічні дати настання м'якопластичного стану ґрунту та прогрівання його до різних меж, Лівобережне Полісся

Територія зони	Дата настання м'якопластичного стану ґрунту	Дата стійкого прогрівання ґрунту на глибині 10 см до :		
		5 °С	10 °С	15 °С
Північно-східна	15.04	14.04	1.05	23.05
Південно-західна	9.04	9.04	22.04	6.05

Додаток А18
Дати переходу температури повітря через 0 °С та накопичення суми 350 °С,
Чернігівське Полісся

Характеристика весни	Рання	Середня	Пізня
Дата переходу температури повітря через 0 °С	14.03	20.03	31.03
Дата накопичення суми температур 350 °С	30.04	9.05	20.05
Тривалість періоду, днів	47	50	50

Додаток А19
Температура поверхні ґрунту (°С) за вегетаційний період,
Чернігівське Полісся

Показник	Місяці									
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
Середня	8	18	22	23	21	14	7	0	-1	-2
Середній максимум	20	34	38	41	38	29	16	10	10	10
Абсолютний максимум	46	51	56	62	56	47	34	20	15	10
Середній мінімум	1	7	11	13	12	7	2	0	0	0
Абсолютний мінімум	-21	-5	0	5	1	-5	-21	-21	-21	-21

Додаток А20
Середня місячна температура ґрунту (°С) на різних глибинах
за вегетаційний період, Чернігівське Полісся

Глибина, см	Місяці							
	V	VI	VII	VIII	IX	X		
5	16,0	20,0	22,1	20,3	14,6	7,4		
10	15,5	19,5	21,8	20,2	14,9	7,8		
15	15,0	19,0	21,4	20,0	15,0	8,0		
20	14,5	18,8	21,1	19,9	15,0	8,2		

Додаток А21
Величини ГТК (гідротермічного коефіцієнту) за період активної вегетації,
Чернігівське Полісся

Найбільша	Найменша	Середня	А*	В*	Забезпеченість, %				
					10	25	50		
1,90	0,42	1,10	0,32	0,31	1,50	1,26	1,02	0,78	0,66

*А – величина середнього квадратичного відхилення окремих значень від середнього багаторічного;

*В – коефіцієнт мінливості (варіації)

Додаток А22
Площа основних орних ґрунтів
Лівобережного Полісся

№ з/п	Групи ґрунтів	тис. га	%
1	Дерново-підзолисті піщані та глинисто-піщані	116,5	12,3
	супіщані	265,3	28,0
	суглинкові	61,7	6,5
2	Дерново-підзолисті глейові: піщані, глинисто-піщані	8,2	0,9
	супіщані	35,3	3,7
	суглинкові	5,3	0,6
3	Сірі та ясно-сірі: супіщані й легкосуглинкові	157,0	16,6
4	Темно-сірі та чорноземи опідзолені: супіщані й легкосуглинкові	150,0	15,9
	середньосуглинкові	16,3	1,7
5	Опідзолені та лісостепові оглеєні	30,6	3,2
6	Дернові та лучні: супіщані	24,3	2,6
	суглинкові	71,1	7,5
7	Торфоболотні	5,0	0,5
Всього		946,6	100

Додаток А23
Фізико-хімічні та агрохімічні властивості
грунтів Лівобережного Полісся

Показники	Дерново-підзолисті супіщані			Дерново-підзолисті оглеєні		
	Генетичний горизонт					
	HE	E(h)	PI	HE	Egl	Lgl
1	2	3	4	5	6	7
Фізико-хімічні показники						
Шар ґрунту, см	0-15	23-33	130-140	0-20	25-35	50-60
pH водний	6,3	6,6	-	6,2	6,9	6,8
pH сольовий	5,5	5,6	5,5	5,5	5,6	5,4
Увібрані катіони, мг-екв/100 г:						
Ca ⁺⁺	2,40	1,50	7,14	1,01	0,89	3,38
Mg ⁺⁺	0,92	0,94	1,13	0,37	0,28	0,64
Na ⁺	0,14	0,19	0,37	0,04	0,06	0,11
K ⁺	0,18	0,12	0,21	0,06	0,04	0,09
Сума	3,64	2,75	8,85	1,48	1,27	4,22
Гідролітична кислотність, мг/екв 100г	2,70	1,10	0,98	2,90	1,70	1,90
Ступінь насиченості основами, %	58	71	80	41	59	74
Фізичні і водно-фізичні показники						
Об'ємна маса, г/см ³	1,48	1,61	1,67	1,34	1,42	1,50
Щільність твердої фази, г/см ³	2,63	2,64	2,68	2,63	2,65	2,67
Загальна пористість, %	43,8	39,0	37,6	49,1	46,6	43,8
Максимальна гігроскопічність, %	1,5	1,4	1,8	-	-	-
Вологість в'янення, %	2,0	1,9	1,7	-	-	-
Найменша вологоємність, %	14,3	12,5	9,7	-	-	-
Вміст часточок, %:						
< 0,01 мм	14,88	13,26	18,99	9,06	5,16	14,39
< 0,001 мм	8,32	5,87	14,19	3,61	6,34	14,38

Продовження додатку А23

1	2	3	4	5	6	7
Агрохімічні показники						
Загальний вміст, %						
гумусу	0,87	0,10	0,01	0,95	0,20	0,07
азоту	0,05	0,04	-	0,07	0,03	0,02
фосфору	0,07	0,05	0,05	0,05	0,03	0,01
калію	1,11	0,68	0,66	1,35	1,38	1,39
Загальний вміст мікроелементів, мг/1 кг ґрунту:						
Co	9	9	12	8	9	9
Mg	340	170	80	180	110	68
B	16	17	15	9	8	7
Sr	90	90	80	110	120	150
Zn	36	44	44	48	44	40
Cu	2	2	2	2	3	6
Ni	10	10	10	10	12	немає
V	9	10	9	8	10	7
Cr	10	10	10	42	44	40
Загальний вміст оксидів, %						
SiO	92,11	92,79	87,78	91,27	89,98	85,86
Fe ₂ O ₃	0,80	0,74	1,69	0,55	0,87	1,55
Al ₂ O ₃	3,25	3,66	5,46	5,80	5,83	8,44
CaO	0,72	0,60	1,15	0,54	0,19	0,20
MgO	0,22	0,22	0,55	0,26	0,20	0,37
SiO ₂ : R ₂ O ₃	41,62	37,80	22,48	24,95	24,00	15,47
Біохімічна активність						
Нагромадження азоту, мг/100 г:						
NH ₄	53,8	44,0	-	-	-	-
NO ₃	0,2	сліди	-	-	-	-
Целюлозолітична активність, %	15,0	-	-	-	-	-

Додаток Б1
Умови зволоження за період проведення стаціонарного дослід (опад, мм)

Місяці	Середнє багаторічне	Роки											
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Січень	26	34,0	32,5	19,9	32,6	33,3	36,8	7,9	74,8	53,8	22,1	16,1	33,1
Лютий	25	0	88,9	9,1	8,0	1,8	65,6	41,1	24,8	17,6	40,0	19,4	40,9
Березень	27	10,1	19,7	0	32,5	49,2	7,5	26,1	48,2	30,7	26,4	5,2	49,5
Квітень	39	26,8	60,5	0	26,8	69,4	63,9	31,2	66,9	43,8	25,7	68,1	56,6
Травень	46	43,8	76,4	29,8	20,7	43,7	40,0	122,8	6,8	51,9	24,0	5,1	63,1
Червень	68	89,5	35,5	44,9	93,7	35,5	99,4	55,8	42,1	127,6	56,0	42,1	74,1
Липень	68	3,2	178,7	192,5	46,1	49,6	61,1	127,9	108,6	169,5	96,6	77,2	44,4
Серпень	54	32,6	29,7	5,4	31,8	84,1	154,3	33,0	57,5	67,4	53,2	65,2	25,0
Вересень	47	65,8	58,3	7,8	3,1	48,6	22,4	64,0	13,2	58,1	24,1	35,7	31,4
Жовтень	36	50,8	74,9	37,0	37,4	14,8	14,0	25,6	16,5	39,9	97,4	9,7	36,4
Листопад	35	98,4	65,5	71,2	8,0	15,2	17,9	10,1	56,4	56,7	55,1	32,8	25,4
Грудень	33	9,8	52,2	44,6	33,2	24,0	17,2	31,2	28,4	48,4	78,4	41,3	19,9
Сума за рік	504	464,8	772,8	462,2	373,9	469,2	600	517	544	765	599	418	499

Додаток Б2
Умови термічного режиму за період проведення стаціонарного дослід (°С)

Місяці	Середнє багатолітнє	Роки											
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Січень	-6,0	-10,4	-8,8	-7,4	-0,6	-10,2	-6,6	-7,9	-5,8	-9,3	-4,1	-2,4	-2,4
Лютий	-5,9	-4,8	0,2	-0,9	-2,9	-11,2	-2,2	-6,3	-7,7	-5,4	-6,8	-8,1	-8,1
Березень	-1,2	0,1	0,2	2,6	2,1	-0,7	1,8	2,0	1,0	-5,2	1,5	3,0	3,0
Квітень	6,9	9,4	9,4	5,5	10,6	9,7	7,2	7,4	5,9	6,4	6,5	10,6	10,6
Травень	14,5	15,4	14,9	11,4	17,9	12,6	14,4	13,0	18,1	10,8	14,1	17,1	17,1
Червень	17,5	19,2	18,0	16,6	20,2	15,9	15,8	16,4	20,9	17,7	16,8	17,6	17,6
Липень	19,2	21,9	20,4	16,4	20,3	18,2	19,8	18,4	18,2	18,3	17,1	19,2	19,2
Серпень	17,2	20,7	18,4	14,6	19,3	16,9	13,2	19,3	20,0	17,4	19,1	18,2	18,2
Вересень	13,1	13,2	13,0	12,6	16,0	9,6	12,2	12,0	14,9	14,2	14,4	15,9	15,9
Жовтень	7,3	6,7	8,3	8,1	7,5	1,7	4,7	7,8	5,6	8,7	8,0	8,7	8,7
Листопад	0,9	2,6	1,8	2,8	-0,9	2,1	4,7	4,9	0,4	1,4	3,6	-0,7	0,7
Грудень	-3,6	0,9	-4,4	-0,6	-2,6	-1,1	-6,8	-8,4	-0,2	-3,0	0,9	-1,2	-1,2
Сума за рік	6,4	7,9	7,6	6,8	8,9	5,3	6,5	8,4	7,6	6,0	7,6	8,2	8,2

Додаток Б3
Продуктивність кукурудзи та сталість її врожайів
у залежності від мінерального живлення (фактичні врожай), ц/га

Показники	Варіанти												
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₁₆₀	P ₁₆₀	K ₁₆₀	N ₁₆₀ P ₁₆₀	N ₁₆₀ K ₁₆₀	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀		
Роки	1973	304	286	366	370	377	429	386	309	347	420	342	418
	1974	218	314	255	205	251	296	261	274	285	339	326	405
	1975	284	344	349	368	373	307	353	343	406	273	326	311
	1976	122	276	257	193	272	166	191	228	195	370	274	293
В середньому	232	305	307	284	293	299	298	298	288	308	350	317	357
Приріст до контролю	-	73	75	52	61	67	66	66	56	76	118	85	125
Амплітуда коливань від середнього	100	131	132	122	126	129	128	128	124	133	151	137	154
Середній діапазон коливань, %	72	39	59	86	84	130	88	88	55	98	70	25	61
	131	113	119	130	129	143	130	130	119	132	120	108	117
	110	29	52	91	42	133	107	107	60	113	77	43	64
	53	90	83	68	86	56	64	64	79	63	78	86	82
Середній діапазон коливань, %	78	23	36	62	43	87	66	66	40	69	42	22	35

P, % 4,5
 НР₀₅, ц/га 39,2

Додаток Б4
Продуктивність озимого жита та сталість його врожаїв
у залежності від мінерального живлення (фактичні врожаї), ц/га

Показники	Варіанти												
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₁₂₀	P ₁₂₀	K ₁₂₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	N ₁₂₀ K ₁₂₀	P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	
Роки	1974	36,0	33,4	35,7	34,7	39,4	38,3	35,1	40,5	42,1	39,5	39,6	34,7
	1975	26,4	20,1	24,8	26,1	22,7	23,9	26,6	29,7	27,9	26,0	23,0	22,9
	1976	23,2	34,4	21,9	20,8	30,6	34,9	26,2	30,9	36,6	38,1	38,7	38,3
	1977	32,7	23,7	35,6	39,8	33,4	31,0	40,5	38,1	35,7	31,7	35,9	33,6
В середньому	29,6	29,2	29,5	30,4	31,5	32,0	32,1	34,2	34,8	35,6	34,3	32,4	
Приріст до ±, ц/га	-	-0,4	-0,1	+0,8	+1,9	+2,4	+2,5	+4,6	+5,2	+6,0	+4,7	+2,8	
контролю %	100	99	100	103	106	108	108	116	118	120	116	109	
Амплітуда +, ц/га	6,4	5,2	6,2	9,4	7,9	6,3	8,4	6,3	7,3	3,9	5,3	5,9	
коливань %	122	118	121	131	125	120	126	118	121	111	115	118	
від -, ц/га	6,4	9,1	7,6	9,6	8,8	8,1	5,9	4,5	6,9	9,6	11,3	9,5	
середнього %	78	69	74	68	72	75	82	87	80	73	67	71	
Середній діапазон коливань, %	44	49	47	63	53	45	44	31	41	38	48	47	

R, % 3,4
 НР₀₅, ц/га 3,2

Додаток Б5
Продуктивність картоплі та сталість її врожайів
у залежності від мінерального живлення (фактичні врожай), ц/га

Показники	Варіанти																													
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₁₆₀		P ₁₆₀		K ₁₆₀		N ₁₆₀ K ₁₆₀		P ₁₆₀ K ₁₆₀		N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀		N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀		N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀		N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀		N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀										
			N ₁₆₀	P ₁₆₀	K ₁₆₀	N ₁₆₀	P ₁₆₀	K ₁₆₀	N ₁₆₀	P ₁₆₀	K ₁₆₀	N ₄₀	P ₄₀	K ₄₀	N ₈₀	P ₈₀	K ₈₀	N ₁₂₀	P ₁₂₀	K ₁₂₀	N ₁₆₀	P ₁₆₀	K ₁₆₀	N ₂₀₀	P ₂₀₀	K ₂₀₀				
Роки	1975	182	239	217	202	252	237	205	232	236	247	237	218	218	236	247	237	218	218	236	247	237	218	218	236	247	237	218		
	1976	249	260	250	262	263	284	265	294	297	326	299	314	314	297	326	299	314	314	297	326	299	314	314	297	326	299	314		
	1977	157	205	154	146	208	196	175	183	214	206	202	206	206	214	206	202	206	206	214	206	202	206	206	214	206	202	206		
	1978	222	290	225	213	278	328	205	245	258	318	329	275	275	258	318	329	275	275	258	318	329	275	275	258	318	329	275		
В середньому	202	248	211	206	250	261	212	238	251	274	267	253	253	253	251	274	267	253	253	251	274	267	253	253	251	274	267	253		
Приріст до контролю	-	+46	+9	+4	+48	+59	+10	+36	+49	+72	+65	+51	+51	+51	+49	+72	+65	+51	+51	+49	+72	+65	+51	+51	+49	+72	+65	+51		
Амплітуда коливань від середнього	100	123	104	102	124	129	105	118	124	136	132	125	125	125	124	136	132	125	125	124	136	132	125	125	124	136	132	125		
Середній діапазон коливань, %	45	34	45	56	28	51	42	47	28	51	42	47	43	43	45	56	28	51	42	47	43	43	43	43	45	56	28	51	42	47

P, % 2,1
 НР₀₅, ц/га 14,7

Додаток Б6
Продуктивність ячменю та сталість його врожаїв
у залежності від мінерального живлення (фактичні врожаї), ц/га

Показники	Варіанти												
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₈₀	P ₈₀	K ₈₀	N ₈₀ P ₈₀	N ₈₀ K ₈₀	P ₈₀ K ₈₀	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	
Роки	1976	38,9	42,0	44,5	41,3	42,4	35,6	39,4	41,2	36,4	39,5	38,8	36,0
	1977	29,9	33,9	30,6	26,6	32,2	33,8	29,7	30,9	31,8	33,9	34,4	32,5
	1978	27,2	32,1	27,9	23,1	26,9	39,2	26,6	28,9	37,4	30,8	31,5	30,5
	1979	19,2	17,0	18,6	20,0	25,0	18,3	19,3	21,8	21,9	25,7	25,8	22,9
В середньому		28,8	31,3	30,4	27,8	31,6	31,7	28,8	30,7	31,9	32,5	32,6	30,5
Приріст до контролю	±, ц/га	-	+2,5	+1,6	-1,0	+2,8	+2,9	-	+1,9	+3,1	+3,7	+3,8	+1,7
Амплітуда коливань від середнього	%	100	109	106	97	110	110	100	107	111	113	113	106
	+ , ц/га	10,1	10,7	14,1	13,5	10,8	7,5	10,6	10,5	5,5	7,0	6,2	5,5
	%	135	134	146	149	134	124	137	134	117	122	119	118
	- , ц/га	9,6	14,3	11,8	7,8	6,6	13,4	9,5	8,9	10,0	6,8	6,8	7,6
	%	67	54	61	72	79	58	67	71	69	79	79	75
Середній діапазон коливань, %		68	80	85	77	55	66	70	63	48	43	40	43

R, % 3,3
 НР₀₅, ц/га 2,9

Додаток Б7
Продуктивність конюшини та сталість її врожайів
у залежності від мінерального живлення* (фактичні врожай), ц/га

Показники	Варіанти**												
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₁₂₀	P ₁₂₀	K ₁₂₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	N ₁₂₀ K ₁₂₀	P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	
Роки	1977	546	402	473	447	446	465	500	370	497	518	450	436
	1978	623	718	631	663	763	591	707	627	653	700	742	780
	1979	374	381	358	380	379	419	419	444	449	434	444	450
	1980	526	495	585	525	537	625	655	588	650	595	609	523
В середньому	517	499	511	504	531	525	570	507	562	562	561	547	
Приріст до контролю	-	-18	-6	-13	+14	+8	+53	-10	+45	+45	+44	+30	
Амплітуда коливань від середнього	100	97	99	97	103	102	110	98	109	109	109	106	
Середній діапазон коливань, %	106	219	120	159	232	100	137	120	91	138	181	233	
	121	144	123	132	144	119	124	124	116	125	132	143	
	143	118	153	124	152	106	151	137	113	128	117	111	
	72	76	70	75	71	80	74	73	80	77	79	80	
	49	68	53	57	73	39	50	51	36	48	53	63	

*конюшина не удобрювалася – післядя добрив; **середня сівозмінна доза добрив, внесених під попередники конюшини

P, % 2,8
 NР₀₅, ц/га 43,2

Додаток Б8
Продуктивність озимої пшениці та сталість її врожаїв
у залежності від мінерального живлення (фактичні врожаї), ц/га

Показники	Варіанти												
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₁₂₀	P ₁₂₀	K ₁₂₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	N ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	
Роки	1979	27,5	30,4	31,8	25,0	35,5	34,1	34,4	37,3	41,7	40,9	35,6	37,3
	1980	29,8	30,0	30,8	33,1	30,7	30,4	32,6	34,7	37,5	41,0	33,0	33,0
	1981	33,4	40,1	34,6	34,6	41,4	42,8	38,6	39,3	46,0	48,5	45,5	38,3
	1982	33,7	48,5	35,8	33,3	52,7	53,4	36,0	46,2	46,5	54,5	52,9	51,3
В середньому	31,1	37,3	33,3	31,5	40,1	40,2	35,4	39,4	42,9	46,2	41,8	40,0	
Приріст до контролю	-	+6,2	+2,2	+0,4	+9,0	+9,1	+4,3	+8,3	+11,8	+15,1	+10,7	+8,9	
Амплітуда коливань від середнього	100	120	107	101	129	129	114	127	138	149	134	129	
	2,6	11,2	2,5	3,1	12,6	13,2	3,2	6,8	3,6	8,3	11,1	11,3	
	108	130	108	110	131	133	109	117	108	118	127	128	
	3,6	7,3	2,5	6,5	9,4	9,8	2,8	4,7	5,4	5,3	8,8	7,0	
	88	80	92	79	77	76	92	88	87	89	79	83	
Середній діапазон коливань, %	20	50	16	31	54	57	17	29	21	29	48	45	

R, % 2,9
 НР₀₅, ц/га 3,1

Продовження додатку Б9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Кар-топля	стебла	N	2,16	3,01	2,48	1,98	2,82	2,74	2,37	2,28	2,43	2,39	2,80	
		P ₂ O ₅	0,54	0,53	0,49	0,52	0,59	0,50	0,52	0,52	0,46	0,53	0,52	0,48
	бульби	K ₂ O	3,36	2,35	2,30	4,36	1,95	3,85	3,91	3,91	3,39	4,21	4,84	4,53
		N	1,17	1,20	1,02	1,10	1,24	1,35	1,14	1,14	1,02	1,12	1,28	1,14
Куку-рудза	зелена маса	P ₂ O ₅	0,64	0,54	0,68	0,59	0,61	0,55	0,58	0,57	0,64	0,48	0,50	
		K ₂ O	2,36	2,23	2,34	2,35	1,67	2,61	2,31	2,31	1,97	2,35	2,24	2,17
	зелена маса	N	1,81	2,05	1,45	1,54	1,82	1,79	1,86	1,18	1,86	1,80	1,85	1,81
		P ₂ O ₅	0,57	0,59	0,50	0,60	0,59	0,58	0,50	0,50	0,54	0,55	0,54	0,66
Конно-шина	зелена маса	K ₂ O	2,58	2,39	2,17	2,64	2,44	2,61	2,23	2,23	2,53	2,40	2,63	2,57
		N	2,74	2,92	2,97	2,84	2,81	3,01	3,01	3,01	2,80	2,88	2,83	3,06
	зелена маса	P ₂ O ₅	0,54	0,65	0,63	0,54	0,66	0,54	0,64	0,64	0,60	0,57	0,60	0,61
		K ₂ O	1,98	2,18	2,19	2,65	1,48	2,64	2,63	2,63	2,19	2,25	2,65	2,69

Додаток В1
Морфологічні ознаки рослин льону-довгунця залежно
від прийомів основного та передпосівного
обробітку ґрунту

Показники	Роки	Звичайний зяб				Напівпаровий зяб			
		вар.1	вар.2	вар.3	вар.4	вар.1	вар.2	вар.3	вар.4
Загальна висота рослин, см	1981	58	58	61	65	64	60	60	65
	1982	65	62	68	62	65	65	61	63
	1984	87	88	90	90	85	84	85	87
	1985	78	74	76	73	68	71	73	70
Технічна довжина рослин, см	1981	49	50	53	55	54	51	51	55
	1982	56	53	59	54	56	57	57	54
	1984	78	77	81	81	76	74	76	77
	1985	66	66	66	65	59	61	60	60
Кількість коробочок на одній рослині, шт.	1981	2,5	2,7	3,0	2,9	2,6	2,5	3,0	3,1
	1982	2,5	2,4	2,1	3,0	2,8	3,0	2,6	3,1
	1984	2,5	3,1	2,7	3,1	2,8	3,4	2,9	3,2
	1985	3,0	2,2	3,0	2,6	2,4	2,6	2,8	2,5
Середній діаметр стебла, мм	1981	2,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2
	1982	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2
	1984	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,8
	1985	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3
Маса 1000 насінин, г	1981	4,9	4,9	4,8	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9
	1982	5,1	5,2	5,1	5,3	5,1	5,3	5,2	5,3
	1984	4,4	4,2	4,5	4,7	4,7	4,5	4,6	4,8
	1985	5,2	5,2	5,2	5,1	5,2	5,3	5,2	5,2

Додаток В2
Продуктивність льону-довгунця залежно від прийомів
основного та передпосівного обробітку ґрунту, ц/га

Показники	Роки	Звичайний зяб				Напівпаровий зяб			
		вар.1	вар.2	вар.3	вар.4	вар.1	вар.2	вар.3	вар.4
Урожай насіння	1981	5,1	5,6	5,6	5,5	6,2	6,6	6,5	6,6
	1982	7,5	9,5	10,4	8,7	8,5	9,8	10,6	9,9
	1984	5,4	5,4	5,6	5,4	6,6	6,7	6,0	6,6
	1985	8,4	8,4	9,0	8,9	9,0	8,9	9,2	9,0
Урожай соломи	1981	31,7	32,4	33,9	34,7	33,0	34,1	36,9	37,2
	1982	29,2	38,6	38,3	31,6	30,8	38,0	38,0	33,7
	1984	56,2	59,2	61,3	60,1	52,9	52,6	58,7	53,3
	1985	53,4	56,3	57,7	56,1	53,9	54,8	57,2	56,9
Урожай всього волокна	1981	6,7	7,0	7,0	7,5	6,9	7,4	7,5	8,0
	1982	6,5	9,0	7,7	6,6	6,8	8,8	7,7	7,1
	1984	12,3	14,1	14,5	13,5	11,5	12,6	13,9	12,0
	1985	11,8	12,9	13,0	12,7	10,6	13,0	12,2	12,6
Урожай довгого волокна	1981	5,1	5,6	5,9	5,9	5,3	5,9	6,4	6,3
	1982	5,5	7,2	6,8	5,6	5,8	7,0	6,7	6,0
	1984	11,1	10,4	11,8	11,2	10,5	9,3	11,3	10,0
	1985	10,2	11,7	11,4	11,1	10,0	10,7	11,4	11,1
Вихід всього волокна, %	1981	21,1	21,6	20,5	21,7	21,1	21,6	20,5	21,7
	1982	22,2	23,2	20,2	21,0	22,2	23,2	20,2	21,0
	1984	21,8	23,9	23,6	22,5	21,8	23,9	23,6	22,5
	1985	22,1	22,8	22,5	22,5	19,7	23,7	21,3	22,1
Вихід довгого волокна, %	1981	16,2	17,2	17,4	17,0	16,2	17,2	17,4	17,0
	1982	18,7	18,5	17,7	17,8	18,7	18,5	17,7	17,8
	1984	19,8	17,6	19,2	18,7	19,8	17,6	19,2	18,7
	1985	19,1	20,7	19,7	19,7	18,6	19,5	19,9	19,5

Додаток Д1
Залежність забур'яненості посівів середньостиглого сорту
льону-довгунця від норм висіву і системи удобрення

Показники	Норма висіву насіння, млн шт./га	Роки	Варіанти мінеральних добрив						
			N ₀	N ₃₀	N ₃₀	N ₃₀	N ₄₅	N ₄₅	N ₄₅
			P ₀ K ₀	P ₆₀ K ₉₀	P ₆₀ K ₁₂₀	P ₉₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₉₀	P ₆₀ K ₁₂₀	P ₉₀ K ₁₂₀
Кількість бур'янів, шт./м ²	22	1986	146	102	117	107	129	183	104
		1987	283	438	382	439	354	425	282
		1988	17	27	21	10	29	22	26
	25	1986	58	79	79	111	92	84	99
		1987	356	322	260	339	240	256	229
		1988	18	20	31	18	30	22	18
	28	1986	64	77	78	80	75	75	85
		1987	204	167	207	201	217	252	191
		1988	15	14	23	12	17	12	22
Маса сухих бур'янів, г/м ²	22	1986	45,2	45,9	43,2	31,0	65,1	96,3	43,0
		1987	23,3	27,6	27,8	32,5	26,8	28,3	28,6
		1988	0,5	1,1	0,9	0,4	1,0	0,9	1,2
	25	1986	17,3	20,9	20,6	38,8	33,0	35,2	31,3
		1987	29,9	52,0	29,7	44,8	23,4	27,6	24,0
		1988	0,6	0,8	1,1	0,5	0,9	0,6	0,6
	28	1986	19,8	27,4	28,8	28,9	25,2	26,1	26,3
		1987	13,1	11,8	13,3	13,4	12,2	18,6	13,7
		1988	0,6	0,9	0,7	0,5	0,7	0,5	0,8
Кількісне співвідношення рослин бур'янів до рослин льону при збиранні, %	22	1986	11,5	8,3	9,7	8,1	9,9	14,3	8,0
		1987	16,1	25,8	23,2	23,7	19,9	24,0	15,2
		1988	0,9	1,5	1,2	0,6	1,6	1,3	1,5
	25	1986	3,9	5,2	5,1	7,4	5,5	5,2	6,0
		1987	18,4	17,1	13,2	16,1	11,9	13,6	11,1
		1988	0,9	0,9	1,5	0,9	1,5	1,0	0,9
	28	1986	3,9	4,7	4,7	4,8	4,6	4,2	4,8
		1987	8,9	7,5	8,8	8,6	9,8	11,0	9,0
		1988	0,7	0,6	1,0	0,6	0,7	0,5	1,0

Додаток Д2

Урожайність льонопродукції середньостиглого сорту в залежності від норм висіву та системи мінерального живлення, ц/га

Вид про- дукції	Норми висіву, млн шт./га	Роки	Варіанти мінерального живлення									P, %	НІР ₀₅ , ц/га
			N ₀ P ₀ K ₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀				
Насіння	22	1986	4,3	4,2	4,3	4,4	4,0	4,1	4,0	0,95	0,13		
		1987	10,4	8,6	9,3	9,2	8,2	8,1	8,0	4,94	1,19		
		1988	9,4	9,2	8,1	8,4	7,4	9,1	7,8	2,01	0,5		
	25	1986	4,2	4,5	4,3	4,1	4,3	4,2	4,5	1,16	0,15		
		1987	9,3	9,4	8,3	8,2	8,2	7,5	8,1	4,94	1,19		
		1988	7,9	7,8	7,8	6,9	7,7	7,5	8,3	2,01	0,5		
	28	1986	4,1	4,1	3,9	4,1	4,0	4,1	4,2	1,02	0,15		
		1987	9,5	7,9	7,9	7,4	7,8	7,8	9,0	4,94	1,19		
		1988	7,5	8,5	7,9	7,6	7,7	8,7	9,5	2,01	0,5		
Солома	22	1986	46,6	47,0	47,9	49,3	48,9	50,5	50,5	0,50	0,76		
		1987	55,8	57,1	55,6	58,1	53,4	55,8	52,2	1,97	3,27		
		1988	55,3	67,8	66,2	59,5	69,9	70,0	67,9	1,24	2,30		
	25	1986	49,9	50,9	51,0	51,6	52,3	55,2	58,9	1,5	2,4		
		1987	59,7	62,8	56,5	58,4	55,1	57,0	61,3	1,97	3,27		
		1988	59,5	63,0	65,0	62,7	67,1	67,8	69,6	1,24	2,30		
	28	1986	47,9	51,9	52,0	53,0	53,3	54,9	56,4	1,08	1,77		
		1987	55,6	61,7	60,7	61,2	56,8	54,6	62,0	1,97	3,27		
		1988	58,4	66,1	67,1	72,1	73,2	71,9	76,1	1,24	2,30		
Всього волокна	22	1986	10,0	10,1	9,9	10,2	10,1	11,4	10,7	-	-		
		1987	14,7	12,3	11,5	16,7	11,0	12,6	14,0	-	-		
		1988	14,8	15,7	14,6	17,4	16,1	16,7	16,8	-	-		
	25	1986	10,8	11,5	10,8	10,8	10,7	11,2	13,2	-	-		
		1987	17,0	16,1	14,4	17,0	11,2	14,2	16,5	-	-		
		1988	15,5	14,5	14,7	15,9	16,0	16,4	17,6	-	-		
	28	1986	10,7	10,2	11,2	10,6	10,8	11,8	12,0	-	-		
		1987	15,1	14,6	14,3	18,0	11,8	13,4	16,4	-	-		
		1988	15,2	15,3	15,4	20,5	17,1	17,2	18,9	-	-		
у т.ч. довгого	22	1986	7,8	7,6	7,9	8,1	8,3	8,8	8,7	-	-		
		1987	12,1	9,2	9,2	12,5	9,0	9,7	10,6	-	-		
		1988	12,2	12,4	12,8	12,4	12,1	12,5	12,2	-	-		
	25	1986	8,6	8,3	8,8	8,1	8,4	9,4	10,1	-	-		
		1987	13,6	12,5	11,3	12,8	8,8	11,6	13,0	-	-		
		1988	12,1	11,5	12,4	13,8	12,1	12,3	12,9	-	-		
	28	1986	8,5	8,8	8,4	7,5	8,0	8,0	8,8	-	-		
		1987	12,3	11,0	11,0	13,5	9,6	10,1	12,5	-	-		
		1988	12,3	11,9	12,9	15,6	12,9	13,1	13,8	-	-		

Додаток ДЗ
Динаміка вмісту продуктивної вологи в ґрунті, мм

Роки	Строки	Шар ґрунту, см						Всього у метровому шарі
		0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	
1994	13.05	-	59,9	-	-	-	-	210,9
	24.05	-	35,4	-	-	-	-	176,8
	3.06	-	37,6	-	-	-	-	161,5
	16.06	-	41,4	-	-	-	-	164,5
	28.06	-	23,5	-	-	-	-	159,3
	13.07	-	42,9	-	-	-	-	157,0
	28.07	-	13,3	-	-	-	-	116,0
1995	16.05	25,8	23,9	41,6	42,9	44,3	40,6	219,1
	25.05	28,1	24,8	44,9	46,4	45,5	44,3	234,0
	5.06	12,7	16,7	33,5	37,0	41,7	42,9	184,5
	20.06	14,8	12,0	18,5	27,0	35,1	33,8	141,2
	4.07	11,2	12,8	20,0	23,2	36,8	37,5	141,5
	18.07	5,5	5,7	12,2	17,9	33,0	36,6	110,9
1996	23.05	16,8	16,7	34,7	36,4	30,1	28,6	163,3
	4.06	4,2	5,4	23,0	32,3	31,0	30,0	125,9
	19.06	10,1	10,1	25,1	34,9	38,5	33,5	152,2
	3.07	8,5	10,5	20,0	20,8	23,2	24,0	107,0
	17.07	2,7	4,2	14,0	15,5	15,0	17,2	68,6

Додаток Д4
Гідроермічні умови вегетаційного періоду льону-довгунця

Місяць	Декади	Опади, мм			Середньодобова температура повітря, °С				ГТК				
		середньо-багато-річна	1994 р.	1995 р.	1996 р.	середньо-багато-річна	1994 р.	1995 р.	1996 р.	середньо-багато-річна	1994 р.	1995 р.	1996 р.
Квітень	I	12	4,4	18,2	17,7	3,9	9,1	5,5	5,5	-	-	-	-
	II	13	8,6	32,5	6,7	6,9	12,5	8,2	7,6	-	0,69	-	-
	III	14	22,4	6,2	-	9,8	11,0	15,1	13,4	-	2,04	0,41	-
Травень	Всього	39	35,4	56,9	24,4	6,9	10,9	9,6	8,8	1,88	1,08	1,98	0,92
	I	15	19,1	11,0	8,3	12,7	9,7	10,1	16,7	1,18	-	1,09	0,50
	II	15	1,6	54,8	2,0	14,8	16,6	13,4	20,7	1,01	0,1	4,09	0,10
Червень	III	16	28,3	24,9	20,3	15,9	19,8	19,5	16,6	1,01	1,43	1,28	1,22
	Всього	46	49,0	90,7	30,6	14,5	15,4	14,3	18,0	1,02	1,03	2,05	0,55
	I	22	39,3	20,0	-	16,8	16,0	20,9	18,4	1,31	2,46	0,96	-
Листопад	II	22	30,3	19,4	14,0	17,5	16,1	22,3	17,8	1,26	1,88	0,87	0,79
	III	24	0,5	29,8	45,6	18,2	18,5	18,5	17,4	1,32	0,03	1,61	2,62
	Всього	68	70,1	69,2	59,6	17,5	16,9	20,6	17,9	1,30	1,38	1,12	1,11
Листопад	I	23	16,6	3,2	6,7	18,7	20,4	19,7	21,0	1,23	0,81	0,16	0,32
	II	23	28,5	23,3	13,7	19,3	22,0	21,0	15,5	1,19	1,30	1,11	0,88
	III	22	3,6	-	19,8	19,7	20,6	21,3	17,6	1,12	0,17	-	1,13
За вегетаційний період	Всього	68	48,7	26,5	40,2	19,2	21,0	20,7	18,0	1,14	0,75	0,41	0,72
	За вегетаційний період	221,0	203,2	243,3	154,8	14,5	16,1	16,3	15,7	1,24	1,04	1,22	0,81

Додаток Д5
Агрокліматична характеристика вегетаційного періоду росту та розвитку льону-довгунця

Показники	Роки	Місяці та декади																	
		квітень			травень			червень			липень								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	всього		
Сума активних середніх добових температур повітря наростаючим підсумком на кінець декади, °С	Середн. багатр.	3	75	175	-	295	435	611	-	771	941	1121	-	1311	1501	1710	-		
	1994	41	116	176	-	223	339	452	-	562	673	808	-	962	1132	1309	-		
Сума ефективних середніх добових температур повітря, °С	Середн. багатр.	-	-	-	-	77	98	109	284	118	125	132	375	137	143	147	427		
	1994	-	25	10	35	-	66	63	129	60	61	85	206	104	120	127	351		
Сума активних середніх добових температур повітря, °С	Середн. багатр.	-	-	-	-	34	34	114	149	109	123	85	317	97	110	135	342		
	1995	-	-	51	51	1	34	114	149	109	123	85	317	97	110	135	342		
Сума активних середніх добових температур повітря, °С	Середн. багатр.	-	-	34	34	67	107	82	256	84	78	74	236	110	55	143	308		
	1996	-	-	34	34	67	107	82	256	84	78	74	236	110	55	143	308		

Додаток Дб
Гідротермічні умови в основні періоди росту
та розвитку льону-довгунця (в середньому по сортах)

Строки сівби	Роки	Сходи – цвітіння			Цвітіння – рання жовта стиглість		
		опадн, мм	середня добова температура повітря, °С	ГТК	опадн, мм	середня добова температура повітря, °С	ГТК
I-й	1994	110,7	13,6	1,63	49,9	18,1	0,84
	1995	116,9	15,8	1,51	52,4	20,3	0,78
	1996	35,0	18,1	0,47	53,6	18,9	0,95
	середнє	87,5	15,3	1,20	52,0	19,1	0,86
II-й	1994	109,0	16,4	1,62	74,8	18,0	1,34
	1995	110,7	17,3	1,49	64,7	20,3	0,97
	1996	50,7	17,9	0,67	58,5	19,1	1,02
	середнє	90,1	17,2	1,26	66,0	19,1	1,11
III-й	1994	99,5	17,4	1,51	45,6	18,7	1,11
	1995	118,1	19,1	1,47	56,3	20,0	0,94
	1996	70,5	18,8	0,83	31,8	21,0	0,89
	середнє	96,0	18,4	1,27	44,6	19,9	0,98

Додаток Д8
Фенологія росту і розвитку льону-довгунця

Роки	Строки сівби	Фази росту і розвитку (дати)									
		посів	повні сходи	“ялінка”	початок швидкого росту	бутонізація	початок цвітіння	повне цвітіння	зелена стиглість	рання жовта стиглість	
1994	I	7.04	20.04	6.05	20.05	30.05	5.06	8.06	8.06	19.06	10.07
	II	22.04	2.05	17.05	27.05	3.06	8.06	11.06	26.06	11.07	
	III	7.05	15.05	25.05	4.06	14.06	18.06	21.06	30.06	12.07	
1995	I	5.04	21.04	8.05	23.05	2.06	7.06	9.06	18.06	11.07	
	II	21.04	4.05	23.05	28.05	7.06	14.06	16.06	25.06	18.07	
	III	4.05	12.05	28.05	5.06	13.06	20.06	23.06	30.06	23.07	
1996	I	27.04	8.05	22.05	4.06	10.06	14.06	17.06	29.06	16.07	
	II	8.05	15.05	27.05	11.06	16.06	20.06	25.06	20.07	25.07	
	III	19.05	27.05	11.06	23.06	5.07	7.07	10.07	20.07	26.07	

Додаток Д9
Залежність динаміки висоти рослин льону-довгунця від строків висіву та норм висіву
(середнє по сортах), 1994-1996 рр.

Норми висіву, млн. шт./га	Строки сівби	Висота рослин, см (фази розвитку) кількість контрольних вимірювань															
		“ялінка”			швидкий ріст					цвітіння			визрівання				
		1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2			
12,5	1-й	7,9	9,7	12,6	15,4	19,5	27,7	35,3	44,4	48,4	55,0	57,7	61,4				
	2-й	6,2	8,6	12,5	19,3	26,6	37,2	44,3	54,7	65,8	76,7	84,5	89,5				
	3-й	9,2	12,7	-	17,6	24,1	35,4	55,8	-	74,8	79,9	-	80,3				
25,0	1-й	8,1	10,1	13,0	16,6	20,3	27,9	34,8	41,6	45,3	50,5	53,2	56,6				
	2-й	6,4	9,2	13,0	19,8	26,9	36,4	43,5	52,6	62,6	72,3	79,9	85,2				
	3-й	9,7	12,8	-	17,0	23,7	34,4	53,8	-	74,4	77,1	-	77,7				

Додаток Д10
Вплив строків висіву та сортів на продуктивність льону-довгунця

Тип посіву	Срок висіву	Сорт	Урожай, ц/га												
			насіння				солонки				довгого волокна				
			1994	1995	1996	серед.	1994	1995	1996	серед.	1994	1995	1996	серед.	
I	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15
		Кілівський	9,1	14,3	9,3	10,9		61,2	42,0	37,3	46,8	12,5	8,6	7,6	9,6
II	I-й	Пековський 85	6,8	10,7	10,4	9,3		60,6	41,8	29,1	43,8	13,0	9,0	6,2	9,4
		Томський 16	9,0	9,0	9,2	9,1		55,1	38,8	34,1	42,7	10,4	7,3	6,4	8,0
		К-6	8,7	11,3	7,9	9,3		65,6	42,1	37,5	48,4	10,2	6,5	5,8	7,5
		Чарівний	9,0	8,2	9,6	8,9		63,4	39,1	38,4	38,8	11,5	7,6	7,5	7,6
III	II-й	Кілівський	7,8	16,1	14,7	12,9		58,9	57,2	64,7	60,3	12,0	11,7	13,2	12,3
		Пековський 85	6,8	14,8	15,2	12,3		53,9	49,0	56,9	53,3	11,5	10,5	12,2	11,4
		Томський 16	6,3	9,5	13,3	9,7		46,1	47,8	50,4	48,1	8,7	9,0	9,5	9,0
		К-6	6,2	11,5	12,1	9,9		62,2	56,3	60,3	59,6	9,6	8,7	9,3	9,2
IV	III-й	Чарівний	7,5	12,2	12,1	12,1		59,9	49,1	56,6	52,9	10,3	9,6	11,0	10,3
		Кілівський	4,1	16,9	9,4	10,1		32,9	60,4	47,5	46,9	6,7	12,3	9,7	9,6
		Пековський 85	4,1	14,1	9,6	9,3		29,2	59,3	51,5	46,7	6,3	12,7	11,0	10,0
		Томський 16	4,7	15,8	7,1	9,2		28,2	60,1	44,0	44,1	5,3	11,3	8,3	8,3
V		К-6	5,0	13,5	7,4	8,6		35,5	62,0	48,6	48,7	5,5	9,6	7,5	7,5
		Чарівний	5,0	13,3	7,3	10,3		34,4	61,0	49,0	55,0	6,0	11,9	9,6	10,7

Насінницький (12,5 млн.)

Продовження додатку Д10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Товарний (25 млн.)	I-й	Київський	9,5	12,3	15,2	12,3	67,5	45,8	52,6	55,3	13,8	9,3	10,7	11,3
		Псковський 85	9,1	10,4	12,2	10,6	68,4	43,8	47,6	53,3	14,6	9,4	10,2	11,4
		Томський 16	8,6	8,6	10,8	9,3	67,2	35,6	47,6	50,1	12,6	6,7	8,9	9,4
	II-й	К-6	8,5	12,0	11,5	10,7	75,3	51,8	55,4	60,8	11,7	8,0	8,6	9,4
		Чарівний	9,3	8,1	12,2	10,2	70,2	35,3	48,0	41,7	13,2	6,9	9,4	8,1
		Київський	7,8	15,4	15,5	12,0	68,8	59,1	75,5	67,8	14,0	12,1	15,4	13,8
	III-й	Псковський 85	6,8	15,1	17,1	13,0	62,5	57,0	59,2	59,6	13,4	12,2	12,7	12,8
		Томський 16	6,7	9,9	14,1	10,2	58,0	53,3	68,1	59,8	10,9	10,0	12,8	11,2
		К-6	6,6	12,4	11,6	10,0	68,6	58,5	66,9	64,7	10,6	9,1	10,4	10,0
	IV-й	Чарівний	7,5	14,8	14,8	14,8	69,0	55,3	79,4	67,4	12,2	10,8	15,5	13,1
		Київський	4,4	17,8	9,1	10,4	44,5	68,0	68,9	60,5	9,1	13,9	14,1	12,3
		Псковський 85	4,4	17,4	10,1	10,6	40,4	57,8	51,8	50,0	8,7	12,4	11,1	10,7
	V-й	Томський 16	6,0	14,7	10,2	10,3	41,4	64,7	57,0	54,4	8,9	12,2	10,7	10,2
		К-6	5,9	13,4	11,5	10,3	48,5	68,8	68,2	61,8	7,5	10,7	10,6	9,6
		Чарівний	5,7	13,5	9,2	11,4	46,9	65,9	57,5	61,7	8,6	12,9	11,2	12,0

НП₀₅, ц/га – для будь-яких середніх

0,6 0,9 1,0 4,1 2,3 4,6

– для строків висіву

0,4 0,3 0,4 2,4 1,7 1,5

– для сортів

0,3 0,4 0,4 2,1 2,2 1,9

Додаток Д11
Вплив строків сівби та норм висіву на морфологічні ознаки
рослин льону-довгунця (середнє по сортах)

Норми висіву, млн шт./га	Строки сівби	Роки	Довжина рослин, см		Сформувалося коробочок на одній рослині, шт.
			загальна	технічна	
12,5	I-й	1994	89,8	77,5	5,5
		1995	75,7	57,3	8,8
		1996	54,1	44,9	4,3
	II-й	1994	86,5	77,8	3,7
		1995	75,1	60,5	5,4
		1996	77,4	66,2	5,0
	III-й	1994	83,5	72,3	4,0
		1995	65,4	53,3	5,0
		1996	71,2	59,3	4,5
25,0	I-й	1994	87,0	78,3	3,6
		1995	76,7	65,9	3,5
		1996	59,0	49,5	4,0
	II-й	1994	85,5	78,5	2,7
		1995	74,6	64,9	3,7
		1996	75,6	64,9	4,5
	III-й	1994	80,0	73,8	3,7
		1995	71,9	62,7	4,4
		1996	69,6	59,0	4,2

Додаток Ж1

Вміст N-NO₃ у ґрунті в основні фази розвитку льону-довгунця
залежно від доз мінеральних добрив, мг N/кг ґрунту

Варіанти	Шар ґрунту, см	“Ялинка”				Цвітіння				Рання жовта стиглість			
		1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981
N ₀ P ₀ K ₀	0-20	1,9	2,8	0,2	5,0	-	1,1	0,9	6,1	8,3	8,0	3,6	1,1
	20-40	2,5	1,1	0,7	2,3	-	3,8	1,3	1,8	3,4	13,8	2,1	1,8
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	0-20	0,6	2,0	1,1	2,3	-	1,4	сл	1,6	14,2	4,5	2,1	2,1
	20-40	1,8	4,2	2,4	2,0	-	3,4	0,6	5,8	1,5	2,3	0,9	0,8
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	0-20	1,7	2,3	1,1	4,6	-	1,8	сл	2,9	6,9	2,2	1,3	2,0
	20-40	2,0	3,5	1,8	4,5	-	1,7	0,8	5,5	сл	2,3	0,8	1,8
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-20	2,7	3,9	1,7	6,3	-	4,8	сл	5,3	4,1	2,0	5,4	1,1
	20-40	2,6	2,4	2,4	6,0	-	1,4	0,9	5,5	1,0	1,4	1,9	0,8
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	0-20	3,3	5,1	0,6	6,0	-	1,6	0,5	4,1	4,2	5,0	1,9	1,8
	20-40	4,8	3,0	0,6	4,3	-	6,8	1,8	1,1	сл	5,8	0,5	1,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	5,2	4,3	3,2	6,4	-	7,8	сл	2,8	6,2	7,1	3,9	1,6
	20-40	4,3	1,8	1,0	2,4	-	1,9	сл	1,4	8,7	20,0	1,6	1,8
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	0-20	4,7	4,7	6,8	-	-	6,1	2,3	4,4	-	4,6	2,1	1,8
	20-40	1,6	4,5	5,1	-	-	1,6	3,8	1,1	-	5,0	1,2	1,6
N ₆₀ P ₀ K ₀	0-20	10,6	2,5	0,4	6,0	-	8,8	1,6	1,9	11,3	6,3	сл	1,5
	20-40	12,7	9,0	2,3	5,4	-	6,2	сл	1,3	4,1	16,0	сл	1,9
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	0-20	11,6	4,2	0,8	7,2	-	1,8	1,0	2,0	10,1	6,8	5,5	5,0
	20-40	15,9	8,2	4,4	3,6	-	5,2	3,2	2,9	0,8	15,5	2,7	4,8
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	0-20	16,6	1,8	1,0	6,8	-	12,7	2,4	3,9	15,4	3,3	3,4	2,9
	20-40	16,5	13,0	0,7	3,2	-	1,6	4,4	1,1	0,9	4,6	2,0	2,1
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-20	10,5	6,5	0,5	7,2	-	1,8	4,9	1,8	14,6	6,5	1,1	1,3
	20-40	11,6	4,7	4,3	5,0	-	6,2	5,0	1,3	6,5	6,8	2,5	0,8
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0-20	16,2	8,5	0,8	-	-	7,2	3,6	-	15,8	10,7	2,4	-
	20-40	14,4	2,5	4,8	-	-	1,1	4,2	-	4,9	4,2	0,7	-

Додаток Ж2

Вміст рухомого фосфору у ґрунті в основній фазі розвитку льону-довгунця залежно від доз мінеральних добрив, мг на 100 г ґрунту

Варіанти	Шар ґрунту, см	“Ялинка”				Цвітіння				Рання жовта стиглість			
		1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981
N ₀ P ₀ K ₀	0-20	13,0	15,6	16,6	18,0	-	20,4	22,6	18,8	14,9	15,9	15,6	14,4
	20-40	15,9	18,1	14,5	14,5	-	15,6	18,1	17,9	15,1	18,8	16,8	14,0
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	0-20	13,8	18,4	16,0	14,0	-	-	21,9	18,0	14,6	28,7	15,6	15,8
	20-40	14,9	16,9	15,8	12,8	-	24,4	17,0	13,8	13,7	18,1	16,6	13,0
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	0-20	13,4	17,5	28,8	16,7	-	20,4	25,4	34,1	14,4	19,4	18,8	24,6
	20-40	14,1	32,8	35,4	17,0	-	22,9	24,3	12,6	18,4	32,5	18,8	13,8
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-20	19,1	24,4	28,8	19,2	-	25,4	25,6	24,5	17,2	23,6	16,1	26,8
	20-40	17,9	18,1	18,5	16,0	-	17,8	26,9	14,8	16,7	28,5	18,1	28,6
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	0-20	15,1	11,9	16,9	18,2	-	19,0	18,1	21,8	15,4	16,8	20,1	21,4
	20-40	13,0	12,5	17,5	15,1	-	19,4	17,6	18,6	12,1	16,8	18,8	20,6
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	16,6	20,4	15,0	15,4	-	23,6	23,4	30,4	12,0	20,8	20,6	22,3
	20-40	11,9	17,3	17,4	16,1	-	34,4	19,5	18,6	11,8	27,8	18,8	18,9
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	0-20	-	20,4	16,9	18,2	-	25,8	19,4	37,3	-	18,1	18,4	21,5
	20-40	-	18,1	20,5	19,2	-	24,4	13,4	12,5	-	25,6	16,3	11,9
N ₆₀ P ₀ K ₀	0-20	12,1	15,6	19,4	20,4	-	20,0	14,4	18,2	11,9	35,4	23,5	15,0
	20-40	11,2	19,1	23,9	19,5	-	24,4	13,8	16,1	10,5	41,6	24,5	11,3
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	0-20	14,9	22,9	20,0	14,8	-	18,1	11,8	18,6	11,6	20,0	16,0	24,3
	20-40	17,0	17,5	15,6	17,2	-	18,8	12,3	14,8	15,4	17,5	15,8	15,6
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	0-20	18,6	19,4	27,0	16,4	-	23,3	24,4	38,5	17,0	19,4	18,0	36,9
	20-40	15,4	19,9	19,6	17,5	-	21,8	23,5	16,3	16,1	18,8	10,5	14,3
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-20	17,1	18,8	24,3	20,2	-	18,1	23,4	40,0	18,1	17,5	18,3	26,1
	20-40	16,8	13,4	24,8	18,6	-	22,5	22,1	17,4	16,6	27,8	21,8	21,3
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0-20	18,5	19,1	27,5	-	-	17,8	28,1	-	18,0	19,4	21,4	-
	20-40	16,6	18,1	21,5	-	-	35,4	18,1	-	15,7	24,6	17,0	-

Додаток Ж3

**Вміст обмінного калію у ґрунті в основні фази розвитку льону-
довгунця залежно від доз мінеральних добрив, мг на 100 г ґрунту**

Варіанти	Шар ґрунту, см	“Ялинка”				Цвітіння				Рання жовта стиглість			
		1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981
N ₀ P ₀ K ₀	0-20	9,0	6,0	8,2	7,5	-	9,0	6,4	8,0	7,5	5,7	8,9	6,0
	20-40	6,7	6,7	6,9	6,0	-	5,3	7,0	7,7	6,2	6,7	6,8	8,0
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	0-20	11,4	7,0	14,9	7,5	-	-	11,0	12,5	10,0	6,0	10,0	14,2
	20-40	11,8	15,0	13,4	5,1	-	7,2	15,0	14,2	7,5	5,7	9,2	10,8
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	0-20	10,5	6,5	8,7	6,8	-	9,0	10,0	7,3	8,0	5,8	6,5	7,3
	20-40	6,7	6,7	11,3	5,5	-	6,0	6,4	5,6	6,2	5,0	6,5	6,8
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-20	15,5	7,0	15,0	11,5	-	9,0	12,3	8,0	10,6	6,7	13,7	7,0
	20-40	8,5	6,0	16,5	4,5	-	5,8	13,5	6,7	10,0	7,3	15,4	6,8
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	0-20	10,6	4,7	10,4	8,0	-	7,2	7,0	6,7	8,2	8,5	14,6	8,0
	20-40	7,7	3,3	6,0	9,2	-	10,0	6,4	7,3	5,1	6,3	10,0	7,3
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	6,3	10,4	6,7	7,5	-	10,0	8,7	9,4	9,3	6,7	12,1	11,7
	20-40	5,7	6,7	9,7	6,0	-	7,8	9,6	8,7	9,0	12,9	10,5	12,5
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	0-20	-	10,0	3,3	8,0	-	11,7	12,7	15,0	-	8,5	9,6	7,3
	20-40	-	7,3	3,8	7,2	-	11,3	10,0	10,5	-	9,6	8,0	6,8
N ₆₀ P ₀ K ₀	0-20	6,7	5,0	11,8	5,0	-	10,0	4,7	7,8	10,3	6,3	8,0	6,8
	20-40	10,9	6,0	7,7	6,0	-	5,3	4,7	9,7	5,2	6,5	8,0	8,5
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	0-20	12,9	11,6	15,0	4,5	-	10,5	10,0	9,4	11,0	20,0	15,6	20,0
	20-40	6,3	7,7	18,1	3,2	-	10,9	7,0	10,9	8,0	6,7	6,1	20,5
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	0-20	8,3	8,5	5,7	4,8	-	5,5	4,0	6,7	8,6	6,7	8,0	7,7
	20-40	5,1	5,0	4,4	6,0	-	9,0	3,1	6,3	5,8	10,0	7,0	7,7
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-20	12,0	6,7	16,9	7,2	-	9,4	10,0	7,1	9,3	10,0	7,9	9,0
	20-40	11,3	11,6	16,1	6,0	-	9,2	12,0	4,8	11,0	9,5	8,5	8,0
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0-20	12,3	10,8	10,4	-	-	8,8	11,5	-	13,0	10,8	4,5	-
	20-40	10,5	6,7	10,7	-	-	17,2	16,7	-	12,1	11,6	8,5	-

Додаток Ж4

Вміст основних елементів живлення у ґрунті в кінці рогації сівозміни залежно від системи мінерального живлення (середнє на трьох полях сівозміни за три роки), мг на 100 г ґрунту

Варіанти	Шар ґрунту, см	N – NO ₃			P ₂ O ₅			K ₂ O		
		1980 р.	1981 р.	1982 р.	1980 р.	1981 р.	1982 р.	1980 р.	1981 р.	1982 р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
000	0-20	1,5	1,0	сл.	13,1	21,9	21,9	5,2	5,5	8,0
	20-40	1,9	сл.	сл.	14,8	20,9	16,3	7,0	6,3	8,6
002	0-20	1,4	0,8	сл.	13,4	17,5	18,8	6,4	7,2	9,2
	20-40	2,0	сл.	сл.	13,8	18,9	13,4	8,2	9,6	7,5
004	0-20	1,6	0,9	сл.	16,3	18,4	17,8	7,0	17,5	11,4
	20-40	1,5	сл.	сл.	14,6	23,7	17,1	4,4	13,4	13,7
020	0-20	сл.	0,6	сл.	16,9	22,5	20,0	4,9	6,3	6,7
	20-40	сл.	сл.	сл.	16,3	18,9	16,7	4,4	8,0	5,7
022	0-20	0,8	0,7	сл.	17,9	25,3	24,7	9,4	7,5	11,8
	20-40	1,1	сл.	сл.	17,3	20,0	19,4	7,8	10,9	9,2
024	0-20	1,8	сл.	сл.	19,0	25,3	29,2	9,7	15,7	11,4
	20-40	1,1	сл.	сл.	19,5	22,8	26,7	7,0	10,7	11,7
040	0-20	1,1	0,6	сл.	16,2	35,9	35,9	3,9	9,0	5,4
	20-40	1,3	сл.	сл.	15,8	27,0	22,2	4,0	10,3	6,6
042	0-20	1,1	сл.	сл.	19,1	35,6	31,9	8,8	12,0	11,4
	20-40	1,8	сл.	сл.	16,9	31,6	27,3	6,0	9,0	11,0
044	0-20	1,4	0,8	сл.	15,4	31,3	28,4	5,8	11,0	9,9
	20-40	1,4	сл.	сл.	19,0	23,8	21,6	4,9	11,1	12,9

Продовження додатку Ж4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
111	0-20	1,9	0,6	сл.	18,1	23,8	21,9	3,8	6,3	6,8
	20-40	2,5	сл.	сл.	16,4	20,0	14,6	5,1	7,3	5,0
113	0-20	сл.	сл.	сл.	15,1	24,4	21,3	8,8	11,7	15,7
	20-40	сл.	сл.	сл.	13,8	16,4	14,3	6,0	11,3	10,7
115	0-20	сл.	0,8	сл.	13,7	19,4	26,4	9,7	10,7	11,4
	20-40	сл.	сл.	сл.	17,6	17,9	17,5	6,8	12,4	10,7
131	0-20	0,7	0,3	сл.	18,0	29,9	30,6	7,0	6,3	7,6
	20-40	0,7	сл.	сл.	16,4	25,8	15,3	5,4	5,3	8,5
133	0-20	0,7	0,3	сл.	22,4	38,2	30,0	7,5	11,9	11,8
	20-40	0,7	сл.	сл.	17,5	19,1	20,0	7,1	7,5	10,3
135	0-20	0,7	сл.	сл.	17,0	33,1	27,8	7,5	12,7	9,4
	20-40	0,7	сл.	сл.	11,6	22,5	22,8	10,0	11,5	10,0
151	0-20	0,8	сл.	сл.	20,0	30,6	37,5	8,4	7,0	9,3
	20-40	сл.	сл.	сл.	17,6	21,3	26,1	8,1	9,2	12,5
153	0-20	0,7	0,3	сл.	22,2	38,6	32,4	5,9	8,0	10,7
	20-40	0,8	сл.	сл.	16,8	18,4	23,8	6,8	6,0	9,3
155	0-20	1,3	0,6	сл.	23,6	39,6	30,2	7,5	13,4	15,9
	20-40	1,0	сл.	сл.	17,1	24,4	20,3	9,1	9,6	16,6
200	0-20	0,8	0,7	сл.	13,3	13,6	19,4	6,6	4,3	6,8
	20-40	3,7	сл.	сл.	14,7	14,4	13,4	4,7	3,6	5,9
202	0-20	0,8	0,4	сл.	12,7	19,1	20,6	7,5	7,3	8,5
	20-40	0,6	сл.	сл.	11,3	18,1	19,4	6,6	8,8	11,0
204	0-20	1,0	0,7	сл.	15,9	19,4	16,1	14,5	13,8	12,5
	20-40	0,7	сл.	сл.	16,3	17,3	11,7	6,8	13,3	11,5

Продовження доданку Ж4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
220	0-20	сл.	0,7	сл.	15,0	25,5	18,1	4,0	6,3	5,9
	20-40	сл.	сл.	сл.	12,8	17,9	13,3	3,8	10,5	6,2
222	0-20	1,1	1,1	сл.	18,8	30,3	23,9	4,6	8,0	11,0
	20-40	2,3	сл.	сл.	16,0	15,8	22,5	4,0	9,6	14,2
224	0-20	сл.	сл.	сл.	19,4	20,0	21,3	6,2	9,3	10,5
	20-40	0,5	сл.	сл.	17,9	16,3	16,1	6,5	10,2	11,5
240	0-20	1,2	0,7	сл.	17,3	35,3	29,9	4,1	6,5	7,6
	20-40	1,0	сл.	сл.	15,6	15,7	15,4	4,4	7,0	7,6
242	0-20	1,8	0,6	сл.	28,1	37,5	24,7	6,7	9,6	8,5
	20-40	1,4	сл.	сл.	21,9	16,3	16,4	6,9	7,8	5,8
244	0-20	0,8	0,4	сл.	24,6	30,9	29,9	9,0	12,7	11,5
	20-40	1,2	сл.	сл.	22,0	35,0	22,5	9,4	11,2	7,6
311	0-20	0,8	сл.	сл.	13,1	17,5	21,9	4,7	4,2	14,5
	20-40	0,8	сл.	сл.	11,5	12,6	18,8	5,8	2,7	7,8
313	0-20	0,7	0,6	сл.	12,8	27,8	20,0	7,9	9,7	10,0
	20-40	0,4	сл.	сл.	15,6	21,9	20,6	6,9	9,9	7,6
315	0-20	1,0	0,7	сл.	13,9	22,5	19,7	9,2	14,4	9,5
	20-40	0,7	сл.	сл.	13,9	16,4	13,1	10,7	7,7	7,6
331	0-20	сл.	0,8	сл.	27,9	40,3	31,9	4,9	8,7	12,5
	20-40	0,5	сл.	сл.	19,4	35,0	17,3	5,8	7,9	13,0
333	0-20	1,1	сл.	сл.	17,5	31,9	30,6	6,9	9,7	10,0
	20-40	2,1	сл.	сл.	14,7	13,6	19,4	5,8	5,8	9,8

Продовження додатку Ж4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
335	0-20	0,5	0,6	сл.	18,1	26,1	24,7	7,6	8,7	15,0
	20-40	0,8	сл.	сл.	11,2	15,4	14,6	8,0	7,3	18,0
351	0-20	1,5	0,8	сл.	29,8	35,6	31,3	5,4	8,2	10,0
	20-40	сл.	сл.	сл.	20,0	17,5	23,4	5,1	7,0	10,0
353	0-20	1,6	0,7	сл.	30,5	33,1	33,8	8,0	10,5	11,0
	20-40	1,8	сл.	сл.	28,4	24,1	27,5	7,6	13,7	13,0
355	0-20	0,5	0,8	сл.	26,7	37,3	38,3	6,7	12,7	12,5
	20-40	0,6	сл.	сл.	22,0	31,3	21,8	7,4	9,7	9,5
400	0-20	0,7	0,4	сл.	14,5	35,0	18,4	4,3	7,9	8,3
	20-40	0,6	сл.	сл.	16,8	31,3	17,1	6,6	8,5	7,0
402	0-20	1,0	0,8	сл.	13,6	18,1	15,8	6,4	8,0	11,3
	20-40	1,2	0,8	сл.	11,2	17,5	10,2	6,0	10,7	5,6
404	0-20	1,5	0,3	сл.	18,1	15,4	13,8	7,4	7,0	10,0
	20-40	2,1	сл.	сл.	16,3	14,3	14,4	6,0	8,7	12,5
420	0-20	0,8	0,4	сл.	13,4	15,8	17,2	5,5	5,3	8,3
	20-40	1,2	1,1	сл.	13,9	17,1	17,5	4,6	8,7	9,5
422	0-20	2,1	0,4	сл.	18,7	18,8	20,6	6,7	7,0	10,0
	20-40	1,0	сл.	сл.	12,8	13,1	18,0	5,6	6,5	8,3
424	0-20	0,7	0,6	сл.	15,6	29,8	18,6	6,2	13,8	15,0
	20-40	0,9	сл.	сл.	22,4	36,3	16,1	7,2	12,7	12,0
440	0-20	0,8	0,6	сл.	16,4	32,2	26,7	5,9	5,3	6,5
	20-40	0,6	сл.	сл.	13,5	27,4	17,9	5,8	3,7	8,5

Продовження додатку Ж4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
442	0-20	2,2	0,6	0,6	19,6	33,4	36,3	8,6	13,3	8,5
	20-40	1,3	сл.	сл.	16,4	23,1	13,1	6,8	14,2	12,0
444	0-20	1,8	1,0	сл.	19,3	23,8	31,9	5,6	14,4	22,5
	20-40	1,8	0,4	сл.	19,9	21,9	19,4	7,0	14,2	15,7
511	0-20	2,1	3,5	сл.	21,1	23,2	22,5	6,8	8,6	8,3
	20-40	1,4	10,5	сл.	16,9	15,8	18,0	5,1	7,6	6,5
513	0-20	1,3	0,6	сл.	14,0	22,9	18,0	7,8	7,6	17,0
	20-40	2,2	1,1	сл.	12,1	16,4	15,3	5,5	5,7	15,3
515	0-20	1,0	1,6	сл.	19,7	23,1	17,3	8,9	12,1	11,3
	20-40	1,2	1,6	сл.	14,9	15,8	11,3	9,2	9,0	8,3
531	0-20	1,2	0,4	сл.	17,5	29,1	20,4	5,5	6,5	11,3
	20-40	1,5	4,5	сл.	19,0	16,3	11,3	7,2	5,4	10,3
533	0-20	1,2	1,0	сл.	18,1	33,2	27,3	6,8	8,0	12,5
	20-40	1,2	сл.	сл.	16,6	28,6	12,4	7,1	5,7	11,3
535	0-20	1,8	0,7	сл.	19,7	30,6	29,9	7,7	12,9	15,3
	20-40	1,7	1,0	сл.	16,9	24,4	22,0	7,0	15,7	12,0
551	0-20	2,1	0,9	0,7	29,3	18,8	30,5	6,6	12,1	11,3
	20-40	1,7	0,9	0,9	21,2	18,8	21,3	5,6	12,1	11,3
553	0-20	1,8	0,6	0,6	27,8	31,6	29,7	7,4	12,9	12,0
	20-40	2,0	3,8	0,6	20,6	20,0	21,9	6,3	10,5	9,5
555	0-20	1,7	0,7	сл.	15,8	30,9	29,2	6,0	9,2	8,0
	20-40	1,7	0,4	сл.	15,8	26,7	22,5	6,0	11,5	10,0

Додаток Ж5
Вплив мінеральних добрив на вміст загального азоту в рослинах льону-довгунця
в основні фази їхнього розвитку, % на абсолютно суху речовину

Варіанти	Фенологічні фази розвитку													
	“Ялинка”					Цвітіння					Рання жовта стиглість			
	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981	1980	1978	1979	1980	1981	1978
N ₀ P ₀ K ₀	2,63	3,55	2,86	3,06	1,30	1,92	1,28	2,41	1,10	1,87	0,86	1,56		
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	2,63	3,20	2,01	2,67	1,38	1,20	1,04	1,46	1,18	1,85	0,84	-		
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	2,88	3,62	2,40	3,27	1,18	2,22	1,15	2,41	1,08	2,51	0,83	1,37		
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,78	3,88	2,01	2,03	1,12	1,87	1,33	1,64	1,02	1,39	0,79	1,63		
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	3,48	3,66	2,40	3,13	1,24	1,95	1,33	2,23	1,14	2,32	0,86	1,98		
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	2,94	3,43	2,72	3,02	1,38	1,63	1,43	1,87	1,18	1,68	0,90	1,98		
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	-	2,94	2,86	2,57	-	2,48	1,44	1,88	-	1,75	0,93	1,81		
N ₆₀ P ₀ K ₀	3,81	4,38	2,88	3,04	-	1,94	1,77	1,72	1,24	1,68	1,07	2,21		
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	3,67	3,80	2,92	3,25	1,69	1,97	1,36	2,18	1,49	1,69	0,93	1,70		
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	3,44	3,71	3,22	2,80	1,68	2,04	1,87	1,85	1,48	1,90	0,75	1,99		
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	3,48	3,62	3,01	2,46	1,69	1,37	1,39	2,32	1,49	2,44	1,00	1,63		
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	3,67	3,52	3,01	2,35	1,44	2,08	1,70	2,30	1,24	1,68	1,14	1,81		

Додаток Ж6
Вплив мінеральних добрив на вміст фосфору в рослинах льону-довгунця
в основні фази їхнього розвитку, % на абсолютно суху речовину

Варіанти	Фенологічні фази розвитку															
	“Ялинка”				Цвітіння				Рання жовта стиглість							
	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981
N ₀ P ₀ K ₀	0,66	1,03	1,08	0,62	0,45	0,62	0,66	0,55	0,45	0,45	0,44	0,46	0,45	0,45	0,44	0,66
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	0,59	1,08	0,87	0,50	0,45	0,48	0,56	0,59	0,45	0,53	0,46	-	0,45	0,53	0,46	-
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	0,78	1,06	0,96	0,62	0,52	0,76	0,61	0,69	0,52	0,70	0,51	0,74	0,52	0,70	0,51	0,74
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0,81	0,96	0,84	0,61	0,54	0,61	0,63	0,51	0,54	0,53	0,47	0,63	0,54	0,53	0,47	0,63
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	0,76	0,73	0,94	0,64	0,44	0,58	0,55	0,53	0,44	0,58	0,38	0,70	0,44	0,58	0,38	0,70
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0,66	0,76	0,96	0,56	0,44	0,65	0,61	0,47	0,44	0,58	0,44	0,78	0,44	0,58	0,44	0,78
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	-	0,80	1,00	0,56	-	0,59	0,61	0,62	-	0,44	0,42	0,64	-	0,44	0,42	0,64
N ₆₀ P ₀ K ₀	0,45	0,91	0,98	0,69	0,54	0,39	0,53	0,61	0,54	0,53	0,44	0,64	0,54	0,53	0,44	0,64
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	0,69	0,75	0,91	0,63	0,54	0,52	0,70	0,59	0,54	0,42	0,41	0,55	0,54	0,42	0,41	0,55
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	0,84	0,76	1,06	0,60	0,59	0,48	0,70	0,43	0,59	0,42	0,45	0,88	0,59	0,42	0,45	0,88
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0,91	0,81	0,93	0,78	0,59	0,41	0,68	0,79	0,59	0,59	0,71	0,66	0,59	0,59	0,71	0,66
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0,88	0,77	0,84	0,56	0,59	0,44	0,72	0,60	0,45	0,47	0,54	0,70	0,45	0,47	0,54	0,70

Додаток Ж7
Вплив мінеральних добрив на вміст калію в рослинах льону-довгунця
в основні фази їхнього розвитку, % на абсолютно суху речовину

Варіанти	Фенологічні фази розвитку															
	“Ялинка”				Цвітіння				Рання жовта стиглість							
	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981	1978	1979	1980	1981
N ₀ P ₀ K ₀	2,18	1,98	2,68	1,90	1,10	1,10	1,60	1,70	1,10	1,06	1,56	1,35				
N ₀ P ₀ K ₁₂₀	3,18	2,99	3,46	3,30	1,50	1,89	2,30	2,40	1,50	1,18	2,20	-				
N ₀ P ₁₂₀ K ₀	2,18	2,02	3,02	1,90	1,10	1,10	2,00	1,80	1,10	0,76	2,07	1,76				
N ₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	3,06	2,51	3,14	3,10	1,40	1,95	2,10	2,40	1,40	1,13	2,25	1,50				
N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	2,91	3,75	3,10	2,00	1,10	1,61	2,00	1,30	1,10	1,00	1,69	1,17				
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	2,35	3,44	2,98	2,80	1,40	2,03	2,10	2,40	1,40	1,40	2,10	1,65				
N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	-	3,15	3,53	2,40	-	1,08	2,60	2,40	-	1,15	2,32	1,50				
N ₆₀ P ₀ K ₀	1,50	1,20	2,89	1,60	0,90	1,91	2,10	1,50	0,90	0,86	1,27	1,10				
N ₆₀ P ₀ K ₁₂₀	3,06	2,29	3,16	3,80	1,60	1,08	2,20	2,80	1,60	1,09	2,25	1,80				
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₀	1,75	1,40	2,73	2,00	1,60	1,56	1,30	1,80	1,60	0,94	2,22	1,15				
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	3,12	3,65	3,47	3,40	1,70	2,01	2,30	2,60	1,70	1,35	2,62	1,77				
N ₇₅ P ₁₅₀ K ₁₅₀	3,25	2,81	3,63	2,90	1,70	1,71	2,80	1,90	1,70	1,25	2,65	1,57				

Додаток Ж9
Вплив мінеральних добрив на врожайність соломки льону-довгунця (фактичний врожай), ц/га

Варі-анти	Роки				Варі-анти	Роки				Варі-анти	Роки			
	1978	1979	1980	1981		1978	1979	1980	1981		1978	1979	1980	1981
000	75,2	50,6	74,5	44,8	200	74,8	51,2	65,5	60,9	400	79,1	51,5	73,0	61,0
002	64,2	51,1	73,0	58,8	202	74,3	52,4	91,5	61,0	402	84,9	52,6	90,0	66,8
004	73,4	52,4	88,5	65,9	204	89,2	52,9	91,0	60,7	404	84,4	53,7	86,0	67,9
020	53,5	52,6	73,5	60,2	220	83,1	55,2	77,5	63,5	420	80,3	55,5	73,0	66,0
022	73,9	53,5	75,0	61,2	222	87,9	57,9	82,5	68,3	422	87,9	58,4	92,0	64,1
024	72,9	53,6	76,0	60,3	224	85,3	58,4	87,0	67,3	424	87,6	60,8	84,0	63,1
040	77,6	53,0	75,0	59,8	240	85,8	55,5	72,0	64,2	440	84,1	56,1	79,5	64,9
042	85,3	53,8	77,0	63,0	242	96,9	58,5	79,0	72,1	442	85,5	60,1	97,0	66,5
044	86,5	54,5	81,0	62,9	244	85,9	59,8	85,0	74,8	444	84,9	62,7	94,5	68,6
111	86,4	55,7	78,5	60,9	311	68,4	56,8	92,5	62,5	511	86,6	57,0	89,0	55,9
113	84,6	57,6	90,5	60,9	313	87,6	58,2	91,0	63,0	513	88,6	58,2	85,5	56,1
115	78,4	61,4	94,0	60,5	315	87,8	61,4	87,5	63,7	515	76,3	60,5	97,0	67,0
131	70,9	59,6	74,0	62,2	331	78,6	60,0	77,5	64,8	531	88,3	59,4	87,0	57,4
133	73,8	61,9	78,0	62,6	333	86,6	60,4	79,5	67,1	533	78,8	61,0	97,5	55,7
135	77,0	64,2	90,0	63,1	335	82,1	62,9	81,0	66,8	535	83,4	64,1	96,0	53,8
151	83,3	59,8	88,5	64,2	351	84,3	60,3	85,0	69,9	551	83,9	61,0	93,0	51,0
153	75,3	62,2	103,0	63,4	353	82,4	62,2	82,0	70,7	553	85,6	62,5	94,0	52,6
155	78,7	64,3	91,5	67,9	355	79,6	64,6	85,5	77,2	555	80,5	65,5	90,5	51,5

Додажок Ж10
Вилів мінеральних добрив на врожайність соломки льону-довгунця
(корегований врожай), ц/га

Варі- анти	Роки				Варі- анти	Роки				Варі- анти	Роки			
	1978	1979	1980	1981		1978	1979	1980	1981		1978	1979	1980	1981
000	74,3	50,7	74,9	43,8	200	78,3	51,4	66,0	61,2	400	69,6	51,2	72,1	60,9
002	65,3	51,4	73,5	58,9	202	86,0	52,1	90,6	61,2	402	85,7	52,7	90,4	67,0
004	73,1	52,1	87,6	66,0	204	84,0	54,1	91,4	60,9	404	88,1	54,0	86,5	67,9
020	53,2	52,9	74,0	60,1	220	80,0	54,9	76,6	63,7	420	79,4	55,6	73,4	65,9
022	73,1	53,2	74,1	61,3	222	87,1	58,0	82,9	68,5	422	87,7	58,7	92,5	64,0
024	74,1	53,7	76,4	60,2	224	88,7	58,7	87,5	67,1	424	80,3	60,5	83,1	63,2
040	78,7	52,7	74,1	59,9	240	85,2	55,6	72,4	64,3	440	82,4	56,1	80,0	65,0
042	84,9	54,2	77,4	63,2	242	85,2	58,8	79,4	69,9	442	83,1	59,8	96,1	66,6
044	85,7	54,8	81,5	63,0	244	84,2	59,4	84,1	75,0	444	80,7	62,8	94,9	68,8
111	73,9	55,8	78,9	61,1	311	87,5	57,1	93,0	62,7	511	87,8	56,7	88,1	56,1
113	75,4	57,9	91,0	61,0	313	82,7	57,9	90,1	63,1	513	86,7	58,3	85,9	56,3
115	88,8	61,0	93,1	60,7	315	79,1	61,5	87,9	63,9	515	76,9	60,8	97,5	66,9
131	82,7	59,8	74,5	62,0	331	71,6	60,7	76,6	64,9	531	89,0	59,5	87,4	57,6
133	87,1	61,6	77,1	62,7	333	74,9	60,5	79,9	67,3	533	80,0	62,0	98,0	55,9
135	86,4	64,3	90,4	63,3	335	75,1	63,2	81,5	66,9	535	81,5	63,8	95,1	54,0
151	86,9	59,5	87,6	64,3	351	81,4	60,4	85,4	70,1	551	82,0	61,3	93,5	51,2
153	96,5	63,1	103,4	63,5	353	75,9	62,5	82,5	70,9	553	86,2	62,2	93,1	52,8
155	85,1	64,6	92,0	68,1	355	79,9	67,0	84,6	77,4	555	81,6	65,6	90,9	51,7

Додаток Ж11

Вплив мінеральних добрив на врожайність насіння льону-довгунця (фактичний врожай), ц/га

Варі- анти	Роки				Варі- анти	Роки				Варі- анти	Роки			
	1978	1979	1980	1981		1978	1979	1980	1981		1978	1979	1980	1981
	000	5,46	6,07	4,7		8,0	200	6,49	6,14		5,3	10,4	400	6,20
002	5,12	6,13	4,5	9,5	202	6,67	6,29	5,6	10,0	402	7,00	6,31	6,1	9,7
004	4,28	6,29	4,7	10,0	204	7,64	6,35	5,6	10,1	404	5,00	6,44	6,3	9,9
020	5,98	6,31	4,3	10,4	220	7,75	6,82	5,1	10,0	420	8,20	6,66	6,2	10,2
022	5,32	6,42	4,7	9,9	222	5,42	6,95	6,4	10,7	422	5,99	7,01	6,2	9,9
024	4,24	6,43	4,9	9,7	224	4,14	7,01	6,5	10,6	424	6,92	7,30	6,3	10,3
040	6,49	6,36	4,3	10,3	240	7,02	6,66	6,0	10,0	440	6,99	6,73	6,0	10,0
042	5,02	6,46	4,8	10,3	242	5,34	7,02	6,3	11,6	442	8,83	7,21	6,5	10,8
044	5,12	6,54	5,1	10,6	244	5,07	7,18	6,3	11,0	444	7,96	7,52	6,6	11,2
111	5,83	6,68	5,5	10,7	311	4,81	6,82	6,2	10,2	511	7,28	6,84	6,5	10,0
113	5,98	6,91	5,3	11,0	313	6,64	6,98	6,5	10,4	513	7,53	6,98	6,6	10,6
115	4,62	7,38	5,6	10,2	315	7,61	7,37	6,6	10,0	515	7,83	7,26	6,7	11,3
131	5,87	7,15	5,4	10,3	331	5,46	7,20	6,1	11,8	531	7,10	7,13	5,9	10,2
133	6,14	7,43	5,5	10,3	333	8,23	7,25	6,3	10,3	533	8,50	7,32	6,3	10,2
135	6,47	7,70	5,6	10,4	335	5,67	7,55	6,3	10,0	535	7,31	7,69	6,6	10,8
151	7,54	7,18	5,4	10,5	351	6,37	7,24	5,7	9,9	551	8,38	7,32	6,0	10,2
153	6,15	7,46	5,4	11,2	353	5,19	7,46	6,2	11,0	553	8,95	7,50	6,7	11,0
155	6,78	7,72	6,4	10,9	355	8,78	7,75	6,9	11,5	555	4,89	7,86	6,5	9,9

Додаток Ж12
Вплив мінеральних добрив на врожайність насіння льону-довгунця
(корегований врожай), ц/га

Варі- анти	Роки				Варі- анти	Роки				Варі- анти	Роки			
	1978	1979	1980	1981		1978	1979	1980	1981		1978	1979	1980	1981
000	5,4	6,1	4,6	8,4	200	6,4	6,2	5,3	10,5	400	4,7	6,2	6,1	9,8
002	5,2	6,1	4,5	9,4	202	7,1	6,3	5,6	9,9	402	6,5	6,3	6,0	9,8
004	4,1	6,3	4,7	10,2	204	4,8	6,4	5,6	10,1	404	7,8	6,5	6,3	10,0
020	5,8	6,3	4,3	10,3	220	8,0	6,8	5,1	10,1	420	5,7	6,6	6,1	10,2
022	5,5	6,4	4,7	10,0	222	6,1	7,0	6,4	10,7	422	8,1	7,0	6,2	10,0
024	4,3	6,4	4,9	9,7	224	7,0	7,0	6,5	10,5	424	5,6	7,3	6,3	10,2
040	6,6	6,2	4,3	10,4	240	7,1	7,0	5,9	10,1	440	6,3	7,0	6,0	9,9
042	4,8	6,5	4,8	10,4	242	8,6	7,0	6,3	11,7	442	5,4	7,2	6,5	10,7
044	5,3	6,6	5,1	10,6	244	8,1	7,2	6,3	10,9	444	8,7	7,5	6,6	11,3
111	6,6	6,7	5,4	10,8	311	5,7	6,8	6,2	10,1	511	7,2	7,0	6,5	10,1
113	6,7	7,0	5,3	11,1	313	5,9	7,0	6,5	10,4	513	7,4	7,0	6,6	10,8
115	7,4	7,4	5,6	10,0	315	4,8	7,4	6,5	9,9	515	8,0	7,3	6,7	11,2
131	7,5	7,2	5,4	10,1	331	6,1	7,2	6,1	11,7	531	7,3	7,2	5,9	10,1
133	5,5	7,4	5,5	10,3	333	6,0	7,3	6,3	10,2	533	8,4	7,4	6,3	10,2
135	4,2	7,7	5,6	10,5	335	6,4	7,6	6,3	10,1	535	7,2	7,7	6,6	10,9
151	7,1	7,2	5,4	10,6	351	7,4	7,3	5,7	10,0	551	8,3	7,4	6,0	10,1
153	5,1	7,5	5,4	11,1	353	6,4	7,5	6,2	11,2	553	9,2	7,5	6,7	10,9
155	5,2	7,7	6,4	11,0	355	6,7	7,7	6,9	11,6	555	4,8	8,0	6,5	9,7

Додаток Ж13
Вплив мінеральних добрив на продуктивність льону-довгунця (середнє за 1978-1981 рр.), ц/га

Варіанти	Соломка		Насіння		Варіанти		Соломка		Насіння		Варіанти		Соломка		Насіння	
	фактичний	корегований	фактичний	корегований	фактичний	корегований	фактичний	корегований	фактичний	корегований	фактичний	корегований	фактичний	корегований	фактичний	корегований
000	61,3	60,9	6,1	6,1	200	61,3	62,3	7,1	6,9	400	66,2	64,4	7,0	7,0		
002	64,3	62,5	6,3	6,3	202	69,8	69,8	7,2	8,7	402	73,6	73,7	7,6	7,3		
004	70,1	69,7	5,3	6,1	204	73,5	73,5	7,4	7,3	404	73,0	72,4	6,9	6,9		
020	60,0	59,5	6,8	6,6	220	69,8	79,5	7,4	7,3	420	68,7	68,5	7,8	7,7		
022	65,9	65,4	6,6	6,6	222	74,2	73,9	7,4	7,3	422	75,6	74,9	7,3	7,4		
024	65,7	65,9	6,3	6,4	224	74,5	74,2	7,1	7,0	424	73,9	73,8	7,7	7,8		
040	66,4	66,4	6,9	6,8	240	69,4	69,5	7,4	7,5	440	71,2	70,8	7,4	7,5		
042	69,8	69,6	6,7	6,6	242	76,6	76,0	7,6	7,2	442	77,3	76,9	8,3	8,2		
044	71,2	70,5	6,8	6,8	244	76,4	75,9	7,4	7,3	444	77,7	77,4	8,3	8,2		
111	70,4	70,5	7,2	6,9	311	70,1	69,8	7,0	6,9	511	72,1	72,2	7,7	7,6		
113	73,5	72,4	7,3	7,0	313	75,0	74,2	7,4	7,5	513	72,1	71,5	7,0	7,8		
115	73,6	73,4	7,0	7,0	315	75,0	75,1	7,9	8,0	515	75,2	74,8	8,3	8,1		
131	66,7	65,3	7,2	7,2	331	70,2	70,4	7,7	7,3	531	73,0	73,1	7,6	7,7		
133	69,1	69,1	7,3	7,3	333	73,4	73,6	8,0	8,0	533	73,3	73,2	8,1	8,1		
135	73,6	73,2	7,6	7,5	335	73,2	72,2	7,4	7,5	535	74,3	73,6	8,1	8,0		
151	74,0	73,2	7,7	7,6	351	74,9	74,3	7,3	7,4	551	72,2	71,2	8,0	8,1		
153	76,1	76,2	7,6	7,4	353	74,3	74,0	7,5	7,4	553	73,7	73,6	8,6	8,5		
155	75,6	75,4	8,0	7,9	355	76,7	77,4	8,8	8,5	555	72,0	72,1	7,3	7,5		

Додаток 31

Гідротермічні умови вегетаційного періоду та тривалість міжфазних періодів росту та розвитку льону-довгунця

Показники	Роки	Міжфазні періоди					
		посів – сходи	сходи – “ ялинка”	“ ялинка” – цвітіння	цвітіння – визрівання	сходи – визрівання	посів – визрівання
Тривалість періодів, днів	1986	11	15	24	37	76	87
	1987	14	20	33	26	79	93
	1988	12	15	30	31	76	88
	середн. багатор.	14	18	33	30	81	95
Сума ефективних температур повітря > +5 °С	1986	99,6	135,6	350,1	522,9	1008,6	1108,2
	1987	110,6	200,2	469,6	376,5	1046,3	1156,9
	1988	43,3	121,0	395,6	514,2	1030,8	1074,1
	середн. багатор.	80,8	160,6	435,2	423,0	1028,1	1108,9
Опади, мм	1986	11,0	2,2	15,2	135,5	152,9	163,9
	1987	22,0	79,9	68,5	29,2	177,6	199,6
	1988	0,8	35,3	70,1	51,8	157,2	158,0
	середн. багатор.	18,2	21,4	70,2	65,4	166,5	184,7
Середньо- добова сума ефективних температур > +5°С	1986	9,05	9,04	14,6	14,1	13,3	12,7
	1987	7,9	11,1	13,8	12,0	12,8	12,1
	1988	3,6	8,1	12,0	16,6	13,6	12,2
	середн. багатор.	5,8	8,9	13,2	14,1	12,7	11,7
Середньо- добова кількість опадів, мм	1986	1,00	0,15	0,63	3,66	2,01	1,88
	1987	1,57	4,00	2,08	1,12	2,25	2,15
	1988	0,06	2,35	2,34	1,67	2,07	1,80
	середн. багатор.	1,30	1,20	2,13	2,20	2,03	1,92

Додаток 32
Динаміка вмісту продуктивної вологи у ґрунті, мм

Період	Роки	Шар ґрунту, см					Всього в метровому шарі
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	
Перед посівом	1986	39,0	41,1	-	-	45,9	126,0
	1987	39,1	36,0	38,0	43,0	48,3	204,4
	1988	45,7	43,8	38,9	53,9	51,2	233,5
Повні сходи	1986	37,6	39,7	-	-	42,6	119,9
	1987	31,5	32,7	28,0	36,6	50,6	179,4
	1988	39,6	41,1	36,8	44,2	54,1	215,8
Фаза “ялинки”	1986	24,8	25,1	-	-	43,8	93,7
	1987	26,3	27,8	27,1	35,5	40,6	157,3
	1988	34,7	36,9	33,0	41,5	46,1	192,2
Бутонізація	1986	10,3	20,0	-	-	38,0	68,3
	1987	27,5	24,8	25,3	36,9	40,0	154,5
	1988	15,9	36,6	28,0	39,5	44,1	154,1
Цвітіння	1986	5,9	12,0	-	-	35,8	53,7
	1987	23,7	21,8	21,5	30,2	38,6	135,8
	1988	34,7	28,7	29,7	33,1	40,0	166,2
Рання жовта стиглість	1986	22,5	16,1	-	-	38,9	77,5
	1987	4,5	6,1	7,7	25,6	34,3	78,2
	1988	3,7	8,8	11,2	23,3	34,3	81,3

Додаток К1
Агрокліматична характеристика особливостей вегетаційного періоду росту
та розвитку проміжної культури-сидерату (редьки олійної)

Показники	Роки	Серпень						Вересень						Жовтень																																																				
		декади			за місяць			декади			за місяць			декади			за місяць																																																	
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III																																															
Середньодобова температура тура повітря, °С	1993	18,6	17,2	14,6	16,8	14,5	12,8	10,2	12,5	9,3	12,7	5,1	9,0	1994	23,5	19,0	16,8	19,8	18,2	20,5	17,6	18,8	13,4	7,7	6,2	9,1	1995	19,6	19,4	20,0	19,7	16,9	15,0	12,8	14,9	10,4	11,1	7,2	9,6	1996	18,7	18,3	17,6	18,1	18,4	9,9	9,0	12,4	9,1	9,6	7,3	8,7	середнє багатгор.	19	18	17	18	15	13	12	13	9	6	4	6	
	Сума ефективних температур вища за +5 °С, °С	1993	136	122	106	364	95	78	52	225	43	77	1	121	1994	185	140	129,8	454,8	132	155	126	414	84	27	13,2	124,2	1995	146	144	165	455	119	100	78	297	54	61	29,2	144,2	1996	137	133	138,6	408,6	134	49	40	223	41	46	25,3	112,3	середнє багатгор.	140	130	120	390	100	80	70	250	40	10	-	50
	Опади, мм	1993	0,3	20,9	31,4	52,6	57,5	37,3	7,7	102,5	-	5,0	13,9	18,9	1994	7,1	49,6	18,7	75,4	16,2	13,6	10,1	43,3	4,0	8,8	9,9	22,7	1995	103,1	3,3	4,9	111,3	54,7	70,3	55,9	180,9	77,5	-	3,4	80,9	1996	22,6	-	21,4	44	14,2	5,3	4,6	72,3	-	-	29,7	29,7	середнє багат.	23	18	23	64	16	15	14	45	14	14	14	42

Додаток К2
Агрометеорологічна характеристика особливостей
вегетаційного періоду росту та розвитку попередника
льону – ячменю (з підсівним сидератом)

Показники	Роки	Період вегетації							
		посів – сходи	сходи – кущіння	кущіння – трубкування	трубкування – колосіння	колосіння – молочна стиглість	молочна – воскова стиглість	воскова – повна стиглість	всього за вегетаційний період
Кількість днів	1993	10	11	13	18	20	28	7	107
	1994	13	15	18	19	15	19	12	111
	1995	-	-	-	-	-	-	-	-
	1996	10	11	13	21	13	21	13	102
	1997	11	7	23	19	18	12	6	96
	середн. багат.	15	13	15	19	16	20	14	112
Середньодобова температура повітря, °С	1993	13,5	16,1	18,6	15,7	16,1	18,6	18,1	16,9
	1994	11,5	10,8	16,3	16,1	17,9	21,1	21,0	16,5
	1995	-	-	-	-	-	-	-	-
	1996	15,1	20,6	16,5	18,1	17,5	18,4	17,7	17,7
	1997	9,1	16,4	15,1	18,6	20,8	17,8	19,5	16,9
	середн. багат.	9,0	12,0	15,5	17,1	19,2	19,5	17,8	16,0
Сума ефективних температур, °С (> +5 °С)	1993	85,0	122,1	176,8	192,6	222,0	380,8	91,7	1273,3
	1994	84,7	91,8	202,7	210,9	193,0	306,3	192,7	1282,1
	1995	-	-	-	-	-	-	-	-
	1996	100,5	171,2	150,7	275,4	163,0	281,2	165,7	1316,7
	1997	46,9	79,8	231,5	257,5	283,9	153,6	87,1	1140,3
	середн. багат.	65,7	86,4	145,8	244,2	243,8	258,2	164,3	1196,3
Сума опадів, мм	1993	-	-	-	-	-	-	-	-
	1994	28,5	21,6	20,9	72,9	6,2	45,1	3,6	198,8
	1995	-	-	-	-	-	-	-	-
	1996	8,3	2,0	20,3	17,0	46,3	21,9	4,2	120,0
	1997	6,3	5,9	58,5	19,9	59,9	126,8	17,2	294,5
	середн. багат.	23,3	20,3	18,0	38,9	49,8	65,0	22,3	234,2

Додаток КЗ
Динаміка вмісту продуктивної вологи в ґрунті, мм

Шар ґрунту, см	Роки	Фази росту та розвитку					
		перед посівом	повні сходи	“ялинка”	бутонізація	цвітіння	рання жовта стиглість
0-20	1994	37,0	34,4	28,8	28,0	15,3	3,1
	1995	29,8	23,5	36,7	28,3	-	5,4
	1996	48,9	42,8	36,2	11,2	9,2	10,1
	1997	21,9	21,9	27,7	28,0	5,1	35,3
20-40	1994	37,5	36,6	27,8	27,8	26,6	4,6
	1995	34,5	25,7	37,2	25,7	-	4,3
	1996	46,0	46,3	36,6	13,0	8,8	15,5
	1997	29,7	28,0	30,6	20,3	8,8	34,5
40-60	1994	29,7	37,1	30,0	26,2	23,9	8,6
	1995	32,1	20,6	31,5	19,7	-	14,2
	1996	34,2	46,5	36,5	14,2	7,7	9,5
	1997	30,9	26,8	28,0	17,1	20,0	25,9
60-80	1994	38,1	44,4	34,0	34,1	31,1	14,3
	1995	36,3	29,1	33,4	31,4	-	27,0
	1996	45,0	53,1	41,5	34,8	26,8	10,5
	1997	37,5	32,6	36,9	35,2	34,6	34,0
80-100	1994	46,9	37,5	41,8	40,3	39,5	14,0
	1995	32,9	31,8	38,6	32,6	-	28,3
	1996	47,5	52,9	43,5	39,5	30,3	16,3
	1997	40,9	40,3	36,9	39,5	39,2	34,9
0-100	1994	189,2	190,0	162,4	156,3	136,4	44,6
	1995	165,6	130,7	177,4	137,7	-	79,2
	1996	221,5	241,6	194,3	112,7	82,8	61,9
	1997	160,9	149,6	160,1	140,1	107,7	164,6

Додаток К4
Гідротермічні умови вегетаційного періоду льону-довгунця, 1994-1997 рр.

Фази росту та розвитку льону-довгунця	Тривалість періодів, днів		Сума ефективних температур вища за +5 °С, °С		Опади, мм		Середньодобова сума ефективних температур вища за +5 °С, °С		Середньодобова кількість опадів, мм	
	середи.	1994-багатор.	середи.	1994-багатор.	середи.	1994-багатор.	середи.	1994-багатор.	середи.	1994-багатор.
Посів льону	10.IV-3.V	24.IV-13.V	-	-	-	-	-	-	-	-
Сходи	24.IV-17.V	9.V-20.V	-	-	-	-	-	-	-	-
Посів – сходи	14	7-12	81,4	84,3	14,6	5,8	5,8	9,9	1,04	0,58
“Ялинка”	11.V-2.VI	24.V-5.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
Сходи – “ялинка”	18	10-21	170,1	176,9	23,2	48,7	9,5	11,7	1,29	2,93
Цвітіння	11.VI-1.VII	16.VI-29.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
“Ялинка” – цвітіння	34	22-30	440,1	373,5	70,6	42,3	12,9	14,8	2,06	1,63
Дозрівання	10.VII-5.VIII	14.VII-28.VII	-	-	-	-	-	-	-	-
Цвітіння – дозрівання	30	25-29	425,8	420,0	72,5	82,5	14,2	15,1	2,42	2,92
Від сходів до дозрівання	82	65-72	1036,0	970,3	166,4	173,6	12,6	14,0	2,03	2,51
Від посіву до дозрівання	96	73-84	1117,6	1054,9	184,2	179,4	11,6	13,4	1,92	2,29

Додаток К5
Вплив органічних і мінеральних добрив на динаміку висоти
рослин льону-довгунця та динаміку накопичення
повітряно-сухої речовини (середнє за 1994-1997 рр.)

Блоки органічних добрив	Фон хімічного захисту	Варіанти мінеральних добрив	Висота рослин, см			Повітряно-суха речовина – 10 рослин, г		
			Фази розвитку					
			“ялинка”	бутонізація	цвітіння	“ялинка”	бутонізація	цвітіння
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Стерня	Без гербіцидів Фон 1	1	8,9	49,6	69,5	0,37	2,1	2,6
		2	12,5	66,1	77,1	0,47	2,8	3,8
		3	10,5	62,5	71,6	0,44	2,5	3,5
		4	11,7	60,8	70,2	0,46	2,7	3,6
		5	11,0	60,0	70,9	0,43	2,7	3,6
		6	11,7	66,3	76,5	0,51	2,9	4,0
	Із внесенням Шогуна Фон 2	1	10,0	57,1	63,5	0,36	2,4	2,8
		2	12,9	66,6	79,0	0,43	3,4	1,5
		3	11,2	67,5	79,2	0,45	3,1	3,9
		4	11,6	67,3	80,2	0,51	3,8	4,4
		5	11,4	67,2	75,3	0,40	2,6	3,9
		6	11,6	68,5	81,2	0,44	3,4	4,1
Солома	Фон 1	1	9,6	60,0	71,3	0,36	2,3	2,6
		2	12,1	68,0	77,8	0,52	3,2	4,5
		3	10,9	65,9	70,3	0,41	2,6	3,8
		4	4,0	63,6	77,7	0,43	2,7	4,2
		5	10,2	64,5	71,9	0,43	3,0	3,6
		6	10,8	68,2	80,7	0,52	3,1	4,3
	Фон 2	1	10,1	64,4	62,7	0,38	1,6	2,7
		2	12,8	67,2	78,2	0,54	3,7	5,2
		3	12,0	67,0	76,0	0,45	3,4	4,5
		4	12,4	68,0	78,1	0,49	3,6	4,8
		5	11,7	66,0	73,6	0,50	3,0	4,5
		6	10,4	65,5	76,5	0,58	3,8	5,1
Релька	Фон 1	1	10,1	60,8	68,3	0,36	2,1	3,0
		2	12,8	69,1	81,2	0,51	3,4	4,5
		3	11,2	65,3	76,2	0,50	2,7	3,8
		4	11,1	62,6	71,2	0,48	2,8	3,5
		5	10,6	58,9	70,5	0,40	2,8	4,4
		6	11,1	64,2	72,0	0,41	3,3	4,3
	Фон 2	1	11,7	63,2	77,6	0,47	2,5	2,8
		2	13,4	71,7	87,1	0,56	3,8	5,3

Продовження додатку К5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Редька	Фон 2	3	12,5	71,8	81,2	0,48	3,6	4,4	
		4	11,0	71,7	80,8	0,53	3,4	5,5	
		5	12,2	67,1	76,5	0,45	3,4	4,3	
		6	13,4	64,6	82,2	0,53	3,9	4,6	
Райграс	Фон 1	1	10,8	58,7	61,0	0,50	2,0	3,4	
		2	19,7	61,0	69,5	0,53	3,2	5,3	
		3	11,6	55,8	60,5	0,52	2,4	4,3	
		4	10,7	53,6	66,5	0,44	2,6	4,1	
		5	11,1	53,5	66,0	0,44	2,2	3,9	
		6	12,4	59,9	68,0	0,54	2,7	4,9	
	Фон 2	1	10,2	61,1	79,5	0,97	2,7	3,8	
		2	12,5	68,9	84,0	0,53	3,5	6,0	
		3	12,2	65,9	84,0	0,52	3,1	4,5	
		4	12,6	69,4	83,5	0,55	3,0	4,4	
		5	11,5	68,8	80,5	0,52	3,3	3,9	
		6	13,2	72,2	87,5	0,54	3,6	5,5	
	Редька + солома	Фон 1	1	10,3	58,5	73,7	0,41	2,7	3,1
			2	13,2	70,3	84,1	0,53	3,6	5,5
3			12,9	68,3	79,7	0,48	3,4	4,1	
4			11,6	68,3	81,0	0,45	3,3	4,5	
5			11,9	63,3	80,2	0,47	3,0	4,0	
6			11,4	73,1	82,0	0,49	3,6	4,9	
Фон 2		1	11,3	63,2	77,5	0,44	2,6	4,0	
		2	14,0	78,4	87,3	0,56	4,6	6,4	
		3	11,9	69,8	87,4	0,47	3,8	5,4	
		4	14,0	73,2	85,5	0,67	3,6	5,3	
		5	13,5	67,7	74,5	0,56	3,5	4,9	
		6	13,7	76,5	85,5	0,56	4,3	5,3	
Райграс + солома		Фон 1	1	10,8	50,8	62,5	0,38	2,5	2,7
			2	13,3	68,6	84,0	0,55	3,4	6,0
	3		13,3	62,4	77,5	0,50	2,8	4,3	
	4		13,8	68,3	83,5	0,46	3,6	4,6	
	5		12,9	63,1	80,0	0,52	3,1	3,8	
	6		14,3	69,4	83,0	0,56	3,3	5,0	
	Фон 2	1	11,3	66,6	83,0	0,42	2,8	4,1	
		2	14,3	73,3	88,0	0,59	4,2	5,7	
		3	13,1	71,0	83,0	0,56	3,7	4,9	
		4	13,3	72,3	80,5	0,60	3,7	5,8	
		5	12,4	72,8	82,5	0,50	3,5	4,2	
		6	13,4	72,0	84,0	0,57	3,4	5,6	

Додаток К6
Вплив органічних і мінеральних добрив на параметри
біометричного стану посіву (середнє за 1994-1997 рр.)

Блоки органічних добрив	Фони з гербіцидами	Варіанти добрив	Повнога сходи, %	Густина стебел, шт./м ²					Вирівняність стеблостою, %
				після повних сходів	на період збирання	загинуло за вегетацію, %	продуктивних рослин	продуктивних рослин загальної кількості, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Стерня	Без гербіцидів Фон 1	1	73,7	1843	1583	13,1	1413	84,8	92,5
		2	80,5	2262	1743	12,9	1149	88,7	91,5
		3	76,1	1902	1670	12,2	1516	89,3	91,0
		4	74,8	1911	1714	8,6	1562	88,8	94,1
		5	76,3	1875	1630	12,3	1463	88,3	92,8
		6	78,8	1975	1732	12,1	1597	90,3	92,7
	Із внесенням Шогуна Фон 2	1	73,4	1840	1602	14,1	1515	90,9	93,1
		2	79,6	1989	1851	7,3	1579	90,1	93,8
		3	78,5	1961	1712	8,0	1607	93,1	93,3
		4	78,4	1957	1742	10,7	1588	91,3	94,3
		5	76,7	1969	1690	10,2	1545	89,4	93,3
		6	80,3	2006	1781	10,8	1651	92,8	93,5
Солома	Фон 1	1	75,0	1876	1648	11,0	1529	88,6	94,1
		2	80,0	1994	1848	7,2	1586	88,3	95,3
		3	75,9	1926	1703	11,1	1581	89,7	93,4
		4	79,2	1979	1701	12,9	1529	88,0	94,0
		5	76,4	1909	1662	11,7	1503	87,6	93,4
		6	80,7	2017	1791	9,8	1648	90,7	94,7
	Фон 2	1	75,9	1921	1714	10,9	1569	89,9	92,6
		2	80,8	2019	1837	8,6	1737	95,6	94,0
		3	77,4	1934	1754	9,5	1644	93,7	94,0
		4	77,9	1948	1742	9,9	1634	93,3	93,0
		5	76,2	1905	1713	9,5	1595	91,6	93,2
		6	79,4	1999	1791	9,6	1693	93,1	95,3
Редька	Фон 1	1	78,1	1937	1674	14,8	1547	89,1	94,7
		2	81,6	2122	1851	8,4	1643	89,0	92,9
		3	79,1	1995	1788	10,5	1626	88,9	95,2
		4	79,9	2022	1811	10,1	1659	89,9	92,9
		5	78,5	1963	1684	13,7	1600	91,2	94,3
		6	82,0	2049	1370	11,6	1709	91,4	95,3
	Фон 2	1	79,6	1989	1706	11,4	1632	90,1	93,1

Продовження додатку К6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Редька	Фон 2	2	83,5	2070	1901	8,4	1753	95,4	92,7
		3	82,3	2054	1794	12,7	1634	91,7	93,7
		4	83,1	2073	1862	9,5	1724	91,6	95,1
		5	80,5	1998	1714	12,5	1675	92,7	94,4
		6	84,0	2091	1911	8,8	1787	93,6	95,2
Райграс	Фон 1	1	74,3	1843	1570	15,7	943	91,7	94,0
		2	79,6	2006	1809	9,6	1685	94,4	93,8
		3	79,4	1961	1694	13,2	1642	95,2	93,8
		4	79,2	1946	1663	15,2	1570	92,8	95,2
		5	74,2	1855	1617	12,8	1537	94,1	93,4
		6	79,2	1982	1715	13,6	1597	94,0	93,7
	Фон 2	1	74,7	1870	1592	13,9	1568	95,2	95,1
		2	80,7	2016	1877	6,4	1783	97,5	93,2
		3	78,8	1978	1778	9,2	1708	95,6	94,1
		4	78,2	1962	1759	9,3	1657	94,8	93,0
		5	75,8	1923	1638	13,1	2046	94,6	92,7
		6	80,0	2013	1813	9,5	1686	95,9	93,9
Редька + солома	Фон 1	1	78,9	1974	1671	14,4	1593	91,0	94,4
		2	83,8	2093	1822	10,0	1731	91,9	95,1
		3	79,2	1981	1751	11,0	1660	91,9	94,1
		4	79,6	1989	1770	10,8	1626	90,8	94,1
		5	79,7	1992	1714	13,3	1671	92,2	93,4
		6	83,2	2066	1851	9,8	1718	88,5	93,9
	Фон 2	1	78,3	1958	1697	12,5	1598	89,0	94,1
		2	83,6	2101	1914	9,5	1759	93,7	95,1
		3	79,1	1987	1825	8,9	1636	91,5	95,2
		4	80,2	2004	1852	7,2	1648	90,8	94,9
		5	80,9	2022	1807	9,9	1648	91,1	94,5
		6	83,5	2081	1936	6,6	1743	90,6	95,4
Райграс + солома	Фон 1	1	76,6	1917	1589	15,2	1524	90,5	94,6
		2	78,8	2037	1828	9,4	1771	95,8	95,2
		3	79,9	1997	1753	11,5	1645	91,3	94,5
		4	77,8	1946	1714	11,5	1549	90,2	93,9
		5	77,2	1929	1646	13,8	1542	91,1	95,1
		6	80,6	2015	1787	11,3	1665	91,8	95,2
	Фон 2	1	76,8	1903	1716	9,1	1516	88,3	95,6
		2	81,0	2023	1820	8,2	1747	96,0	94,7
		3	78,7	1968	1784	8,8	1684	94,7	93,3
		4	78,5	1963	1786	8,4	1667	91,7	93,9
		5	77,1	1943	1735	10,0	1566	90,4	93,8
		6	80,8	2020	1834	9,2	1683	90,9	94,1

Додаток К7
Вплив органічних і мінеральних добрив на параметри
морфологічних ознак рослин льону-довгунця
(середнє за 1994-1997 рр.)

Блоки органічних добрив	Фони з гербіцидами	Варіанти добрив	Довжина рослин, см		Сформувалося на одній рослині, шт.		Діаметр стебла, мм	Маса 1000 насінин, г
			загальна	технічна	коробочок	насінин		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Стерня	Без гербіцидів Фон 1	1	70,3	62,0	1,3	8,2	1,6	4,4
		2	79,5	77,3	1,7	11,6	1,4	4,5
		3	75,5	66,0	1,4	7,6	1,5	4,5
		4	75,8	67,8	1,6	7,7	1,5	4,7
		5	74,0	65,8	1,7	9,6	1,5	4,6
		6	77,8	68,5	1,5	10,1	1,4	4,7
	З гербіцидами Фон 2	1	73,3	63,0	1,4	6,5	1,7	4,5
		2	79,5	72,0	2,0	10,1	1,6	4,7
		3	77,5	69,0	1,6	7,5	1,6	4,7
		4	77,8	69,5	1,6	8,1	1,5	4,8
		5	77,0	67,3	1,7	9,1	1,5	4,8
		6	80,3	73,3	2,0	12,4	1,5	4,7
Солома	Фон 1	1	71,0	64,3	1,3	7,7	1,6	4,6
		2	82,0	73,8	2,1	11,8	1,6	4,7
		3	76,0	67,3	1,6	9,3	1,4	4,6
		4	74,0	68,0	1,7	7,4	1,5	4,5
		5	72,8	67,9	1,5	9,4	1,4	4,8
		6	81,8	72,3	1,6	11,5	1,4	4,7
	Фон 2	1	75,5	67,8	1,3	7,9	1,6	4,6
		2	80,8	74,5	2,2	11,9	1,5	4,7
		3	78,8	70,3	1,7	10,5	1,5	4,6
		4	78,3	70,5	1,7	9,1	1,4	4,6
		5	79,3	71,3	2,0	10,8	1,5	4,7
		6	82,8	74,8	1,8	12,7	1,4	4,7
Редька	Фон 1	1	76,0	67,5	1,3	8,1	1,5	4,6
		2	83,0	74,0	2,0	10,4	1,5	4,7
		3	79,3	71,3	1,7	10,1	1,5	4,6
		4	79,3	71,3	1,6	9,5	1,5	4,6
		5	79,5	69,5	1,7	12,4	1,5	4,7
		6	82,3	75,3	1,7	12,6	1,5	4,6
	Фон 2	1	76,8	69,5	1,3	8,2	1,6	4,7
		2	84,3	74,5	2,0	12,4	1,5	4,8

Продовження додатку К7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Редька	Фон 2	3	81,0	73,0	1,8	10,2	1,5	4,6
		4	78,8	71,0	1,7	10,0	1,5	4,7
		5	81,3	71,5	1,9	10,5	1,5	4,8
		6	84,3	77,0	2,0	12,5	1,4	4,7
Райграс	Фон 1	1	69,0	61,0	1,0	5,4	1,7	4,5
		2	83,7	75,3	2,1	9,3	1,5	4,5
		3	80,0	72,0	1,5	6,8	1,5	4,5
		4	79,0	71,0	1,3	7,1	1,4	4,3
		5	73,7	64,3	1,7	8,3	1,5	4,4
		6	78,7	69,7	1,5	10,5	1,3	4,5
	Фон 2	1	76,3	69,0	1,4	6,8	1,6	4,4
		2	85,0	73,0	2,5	12,3	1,2	4,6
		3	79,3	71,0	2,0	9,6	1,4	4,5
		4	81,0	71,7	1,9	11,4	1,5	4,5
		5	79,0	70,3	1,9	12,2	1,5	4,6
		6	81,7	74,7	2,2	11,1	1,3	4,5
Редька + солома	Фон 1	1	74,5	67,5	1,8	8,1	1,6	4,6
		2	85,1	76,0	2,0	11,5	1,4	4,7
		3	81,6	72,5	1,9	9,4	1,6	4,6
		4	77,5	70,9	1,7	8,8	1,5	4,6
		5	77,8	69,5	2,1	9,9	1,5	4,8
		6	84,5	76,3	1,7	13,4	1,4	4,7
	Фон 2	1	79,9	72,3	1,4	7,8	1,6	4,6
		2	85,0	76,3	2,4	13,1	1,5	4,8
		3	82,3	79,5	1,7	9,8	1,6	4,6
		4	84,0	75,0	1,8	10,0	1,6	4,7
		5	82,5	74,3	1,9	11,4	1,6	4,8
		6	86,5	77,5	2,1	13,8	1,5	4,8
Райграс + солома	Фон 1	1	76,7	68,0	1,2	7,8	1,5	4,5
		2	82,7	74,3	1,7	10,6	1,2	4,7
		3	81,0	71,0	1,7	9,2	1,5	4,5
		4	80,3	72,0	1,5	8,2	1,4	4,5
		5	80,0	70,3	1,6	9,7	1,5	4,7
		6	83,0	74,0	2,6	13,8	1,4	4,6
	Фон 2	1	75,7	71,0	1,6	7,8	1,8	4,5
		2	88,7	77,7	2,9	12,8	1,4	4,7
		3	86,3	75,7	1,7	10,0	1,5	4,4
		4	84,7	76,0	1,9	11,2	1,5	4,5
		5	80,7	74,0	2,0	10,8	1,5	4,8
		6	85,7	78,7	2,1	12,2	1,4	4,6

Додаток К8
Вплив органічних і мінеральних добрив на ступінь забур'яненості
посіву льону-довгунця (середнє за 1994-1997 рр.)

Блоки органічних добрив	Варіанти мінеральних добрив	Кількість бур'янів, шт./м ²				Повітряно-суха маса бур'янів перед збиранням, г/м ²	
		після повних сходів		перед збиранням		Фон 1	Фон 2
		безгербицидний Фон 1	гербицидний Фон 2	Фон 1	Фон 2		
1	2	3	4	5	6	7	8
	1	132	67	178	76	48,5	11,8
	2	153	76	288	81	65,3	26,0
	3	121	77	160	82	47,4	24,2
	4	126	82	176	74	57,8	29,8
	5	117	76	126	97	63,6	31,2
Стерня Блок 1	6	109	74	192	70	74,0	13,2
	1	124	104	155	87	47,6	35,1
	2	147	88	181	91	73,4	33,2
	3	140	89	213	59	89,1	19,6
	4	120	91	123	53	35,4	16,3
	5	124	77	150	90	45,4	25,5
Солома Блок 2	6	126	55	137	76	80,9	21,9
	1	120	78	218	71	67,4	17,0
	2	135	54	136	65	56,1	33,2
	3	107	84	147	101	53,7	25,4
	4	124	77	150	90	45,4	25,5
	5	124	77	150	90	45,4	25,5
Редька Блок 3	1	120	78	218	71	67,4	17,0
	2	135	54	136	65	56,1	33,2
	3	107	84	147	101	53,7	25,4

Продовження додатку К8

1	2	3	4	5	6	7	8
Редька Блок 3	4	115	53	214	60	57,7	27,5
	5	123	70	143	79	44,7	21,7
	6	159	80	181	95	49,2	27,4
	1	153	124	205	87	64,0	29,9
	2	96	133	185	77	89,3	65,0
	3	127	117	226	95	160,6	63,1
Райграс Блок 4	4	83	103	153	71	80,5	42,1
	5	105	80	211	69	144,2	76,9
	6	141	125	186	133	146,0	64,8
	1	127	145	163	95	63,3	36,3
	2	131	112	133	74	42,7	25,8
	3	139	91	109	91	46,6	23,7
Редька + соллома Блок 5	4	163	83	176	76	58,4	21,7
	5	113	95	171	122	72,6	31,4
	6	177	107	125	71	80,0	28,9
	1	179	131	217	125	67,5	58,3
	2	146	101	206	131	106,3	50,7
	3	175	169	259	119	147,5	43,6
Райграс + соллома Блок 6	4	183	109	186	107	88,2	28,0
	5	202	77	226	69	96,7	54,5
	6	157	99	174	132	129,2	68,0

Додаток К9
Біологічна активність та азотний режим ґрунту (0-20 см)
залежно від добрив у фазі бутонізації льону-довгунця,
середнє за 1995-1997 рр.

Показники		Блоки органічних добрив					
		стерня (конт- роль)	солома	редька	райграс	редька + солома	райграс + солома
Внесено вуглецю, кг/га		272,5	1374,4	890,4	1565,0	1992,0	2696,5
Сумарний вміст азоту	%	0,92	0,92	2,10	3,08	3,02	4,00
	кг/га	3,8	16,2	41,1	109,4	53,5	121,4
Співвідношення С : N		72:1	85:1	22:1	14:1	37:1	22:1
Виділення CO ₂ , мг/м ² за годину		71,4	77,7	67,6	98,5	80,9	130,8
Вміст NO ₃ -N, мг/100 г ґрунту	N ₀ P ₀ K ₀	1,62	1,64	1,42	1,52	1,50	1,75
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	1,28	1,87	1,66	2,61	1,85	1,49
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	1,63	1,89	1,45	1,57	1,73	1,58
Вміст NH ₄ -N, мг/100 г ґрунту	N ₀ P ₀ K ₀	1,80	2,35	1,81	2,15	2,29	2,38
	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	1,93	2,01	2,29	3,28	2,86	2,65
	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	1,83	2,15	2,34	2,50	2,70	2,77
Середній сумарний вміст азоту (NO ₃ + NH ₄) по блоках, мг/100 г ґрунту		3,36	3,97	3,66	4,54	4,31	4,21

Додаток К10

Ступінь ураженості рослин льону-довгунця різними хворобами залежно від системи живлення, % (середнє за 1994-1997 рр.)

Фон з органічною речовиною	Хвороби	Варіанти мінерального живлення					
		Без добрив	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	Фоліферт супер	N ₂₆₋₃₅ P ₆₀ K ₅₈₋₇₇
Стерня (контроль)	1 іржа	40,0	47,2	48,6	45,6	36,7	45,0
	2 поліспороз	18,7	20,8	26,1	16,6	21,0	21,6
	3 антракноз	30,4	2,9	5,3	23,8	20,6	21,7
	4 аскохітоз	10,9	29,1	20,0	14,0	21,7	11,7
Солома 3 т/га	1 іржа	49,7	46,4	44,2	38,5	42,8	43,4
	2 поліспороз	17,6	20,4	14,1	25,8	16,2	24,7
	3 антракноз	15,5	9,3	9,5	14,9	20,9	9,3
	4 аскохітоз	17,3	23,6	32,4	20,9	22,1	9,3
Редька олійна (сидерат 1)	1 іржа	26,3	55,2	45,0	43,9	34,6	41,0
	2 поліспороз	25,3	31,4	29,3	18,3	-	19,1
	3 антракноз	30,2	8,6	13,2	26,1	25,9	20,3
	4 аскохітоз	18,3	4,9	12,8	11,9	39,6	19,7
Райграс однорічний (сидерат 2)	1 іржа	50,3	43,7	59,0	60,0	50,1	38,5
	2 поліспороз	9,0	19,2	18,9	8,3	18,3	-
	3 антракноз	27,5	18,2	8,4	14,1	10,8	41,1
	4 аскохітоз	13,2	27,2	14,0	17,2	20,8	20,4
Сидерат 1 + солома	1 іржа	53,6	44,5	38,3	44,0	38,9	50,2
	2 поліспороз	16,1	16,7	19,2	11,0	38,3	22,0
	3 антракноз	17,8	10,6	30,5	10,3	15,2	11,8
	4 аскохітоз	12,5	31,3	12,1	34,8	5,2	16,2
Сидерат 2 + солома	1 іржа	47,9	47,9	37,3	57,7	48,4	33,0
	2 поліспороз	25,9	17,1	11,4	5,6	14,4	6,7
	3 антракноз	9,8	12,6	27,8	10,3	21,8	14,3
	4 аскохітоз	16,6	22,6	23,5	26,6	15,4	46,1

Додаток К11
Залежність урожаю соломи льону-довгунця
від органічних та мінеральних добрив, ц/га

Фактор А Органічні добрива	Фактор В Гербициди	Фактор С Мінеральні добрива	Роки				
			1994	1995	1996	1997	Серед- не
1	2	3	4	5	6	7	8
Стерня	Без гербицидів Фон 1	1	62,6	49,3	50,3	52,1	53,6
		2	84,8	60,3	59,0	68,4	68,1
		3	81,2	58,4	55,5	65,1	65,1
		4	70,8	63,3	53,7	65,8	63,4
		5	77,6	68,0	52,4	62,8	65,2
		6	89,6	69,9	55,2	65,6	70,1
	Із внесенням гербицидів Фон 2	1	65,3	53,3	50,9	54,3	56,0
		2	84,0	64,0	65,2	70,8	71,0
		3	77,0	61,2	63,4	62,0	65,9
		4	76,3	64,1	58,6	66,4	66,4
		5	68,2	68,0	53,8	70,5	65,1
		6	82,1	69,9	55,7	63,8	67,9
Солома	Фон 1	1	70,9	54,7	49,3	56,1	57,8
		2	85,0	67,5	56,0	72,4	70,2
		3	76,0	65,8	53,7	62,7	64,6
		4	81,8	65,4	54,9	62,4	66,1
		5	72,8	66,5	60,0	65,9	66,3
		6	79,3	70,4	59,9	66,1	68,9
	Фон 2	1	75,2	57,9	53,6	56,0	60,7
		2	84,0	69,3	65,1	69,9	72,1
		3	81,0	68,7	59,8	70,4	70,0
		4	82,0	69,9	57,1	66,5	68,9
		5	78,0	67,8	55,3	59,5	65,2
		6	85,8	72,4	58,6	64,8	70,4
Редька олійна	Фон 1	1	67,7	57,5	52,6	62,7	60,1
		2	80,0	74,8	59,6	72,1	71,6
		3	76,2	69,2	53,3	63,2	65,5
		4	72,7	68,9	53,6	66,4	65,4
		5	83,3	67,1	53,8	65,7	67,5
		6	87,5	76,6	62,0	66,0	73,0
	Фон 2	1	65,8	60,4	53,7	64,1	61,0
		2	87,4	76,1	60,9	68,1	73,1
		3	83,5	70,3	57,4	66,4	69,4
		4	76,1	71,7	56,3	65,3	67,4
		5	77,4	69,1	58,7	66,3	67,9
		6	82,3	79,5	59,0	68,7	72,4

Продовження додатку К11

1	2	3	4	5	6	7	8
Райграс пасовищний	Фон 1	1	-	53,4	53,6	61,7	56,2
		2	-	63,2	62,1	65,3	63,5
		3	-	62,6	59,2	63,6	61,8
		4	-	62,2	58,4	64,9	61,8
		5	-	59,9	55,6	66,5	60,7
		6	-	66,2	61,2	66,6	64,7
	Фон 2	1	-	55,4	53,4	61,5	56,8
		2	-	64,7	64,9	66,3	65,3
		3	-	63,9	61,5	65,1	63,5
		4	-	62,2	61,1	67,2	63,5
		5	-	59,9	59,6	65,8	61,8
		6	-	67,7	60,8	67,2	65,2
Редька + солома	Фон 1	1	76,8	57,4	57,4	64,0	63,9
		2	86,8	68,1	63,9	70,9	72,4
		3	87,3	67,8	59,3	68,3	70,7
		4	84,5	67,5	60,0	68,0	70,0
		5	89,0	67,1	59,4	66,9	70,6
		6	86,0	70,8	60,6	65,6	70,8
	Фон 2	1	74,0	63,8	55,4	67,2	65,1
		2	87,3	73,1	68,1	68,3	74,2
		3	84,0	72,1	63,4	71,2	72,7
		4	88,0	69,4	60,5	67,7	71,4
		5	85,7	68,3	69,6	67,9	72,9
		6	85,8	71,9	66,6	69,6	73,5
Райграс + солома	Фон 1	1	-	54,4	57,0	64,3	58,6
		2	-	71,2	66,3	70,5	69,3
		3	-	66,7	67,3	68,3	67,4
		4	-	68,8	60,7	65,7	65,1
		5	-	65,6	60,6	65,8	64,0
		6	-	72,0	61,5	67,1	66,9
	Фон 2	1	-	59,1	60,6	64,4	61,4
		2	-	71,8	63,2	68,7	67,9
		3	-	69,2	63,0	67,6	66,6
		4	-	69,3	63,8	69,3	67,5
		5	-	67,4	62,3	67,6	65,8
		6	-	73,4	63,3	67,7	68,1

НР ₀₅	для будь-яких середніх, ц/га	5,80	4,93	3,47	10,9
	для органічних добрив, ц/га	1,60	1,43	1,01	5,1
	для мінеральних добрив, ц/га	1,98	1,43	1,01	5,1
	для гербіциду, ц/га	1,15	0,82	0,59	1,8

Додаток К12
Залежність урожаю насіння льону-довгунця
від органічних та мінеральних добрив, ц/га

Фактор А Органічні добрива	Фактор В Гербіциди	Фактор С Мінеральні добрива	Роки				Серед- не	
			1994	1995	1996	1997		
1	2	3	4	5	6	7	8	
Стерня	Без гербіцидів Фон 1	1	6,0	6,0	4,0	2,7	4,7	
		2	6,3	7,6	6,5	3,3	5,9	
		3	6,2	7,0	6,5	3,0	5,7	
		4	6,8	8,1	7,2	3,1	6,3	
		5	7,4	7,6	5,8	3,2	6,0	
		6	7,1	7,4	5,9	3,2	5,9	
	Із внесенням гербіцидів Фон 2	1	5,6	6,7	5,3	2,8	5,1	
		2	7,1	7,6	6,4	3,8	6,2	
		3	6,8	7,4	6,1	2,9	5,8	
		4	6,8	8,2	6,9	3,5	6,4	
		5	6,9	8,6	6,1	3,2	6,2	
		6	6,9	8,0	6,7	3,4	6,3	
	Солома	Фон 1	1	5,5	7,0	5,3	3,1	5,2
			2	7,1	8,3	6,6	3,7	6,4
3			6,4	8,2	5,7	3,3	5,9	
4			7,0	7,9	6,1	3,6	6,2	
5			6,6	7,6	6,5	3,5	6,1	
6			6,3	8,1	6,5	3,4	6,1	
Фон 2		1	6,4	7,3	5,6	3,0	5,6	
		2	7,3	8,4	7,4	3,7	6,7	
		3	6,8	8,4	7,6	3,6	6,6	
		4	7,8	8,0	6,5	3,5	6,5	
		5	6,8	8,2	6,6	3,8	6,4	
		6	7,2	8,3	7,2	3,6	6,6	
Редька олійна	Фон 1	1	5,2	8,2	6,1	3,0	5,6	
		2	6,5	9,5	6,7	3,2	6,5	
		3	5,7	8,9	6,3	3,4	6,1	
		4	6,0	9,1	6,6	3,8	6,4	
		5	6,4	8,8	6,6	3,7	6,4	
		6	6,8	9,7	6,5	3,6	6,7	
	Фон 2	1	5,5	8,4	5,6	3,2	5,7	
		2	6,8	9,6	7,1	3,7	6,8	
		3	7,1	9,2	6,6	3,6	6,6	
		4	6,8	9,2	6,5	3,3	6,5	
		5	6,8	9,4	6,8	3,6	6,7	
		6	7,0	10,4	6,8	3,4	6,9	

Продовження додатку К12

1	2	3	4	5	6	7	8
Райграс пасовищний	Фон 1	1	-	7,3	5,0	3,1	5,1
		2	-	8,4	6,3	3,3	6,0
		3	-	8,6	6,4	3,6	6,2
		4	-	8,7	5,9	3,2	5,9
		5	-	8,4	5,7	3,4	5,8
		6	-	8,7	6,1	3,3	6,0
	Фон 2	1	-	7,5	5,3	3,5	5,4
		2	-	8,5	6,7	3,7	6,3
		3	-	8,8	6,2	3,7	6,2
		4	-	9,0	6,8	3,7	6,5
		5	-	9,0	6,8	3,7	6,5
		6	-	9,4	6,9	3,7	6,7
Редька + солома	Фон 1	1	5,5	8,0	6,1	3,5	5,8
		2	5,9	8,8	7,4	3,7	6,5
		3	5,9	9,2	7,0	3,6	6,4
		4	6,4	8,3	6,8	3,6	6,3
		5	6,7	9,4	7,9	3,7	6,9
		6	7,3	9,2	7,1	3,7	6,8
	Фон 2	1	5,6	8,2	6,6	3,7	6,0
		2	7,4	9,4	7,7	3,8	7,1
		3	7,6	9,4	7,0	3,9	7,0
		4	7,5	8,7	7,3	3,7	6,8
		5	7,0	9,7	7,2	4,3	7,1
		6	6,0	9,6	7,1	3,9	6,7
Райграс + солома	Фон 1	1	-	6,8	5,3	3,8	5,3
		2	-	8,9	6,5	4,2	6,5
		3	-	8,7	6,8	3,9	6,5
		4	-	8,9	6,7	3,8	6,5
		5	-	9,6	6,9	3,9	6,8
		6	-	9,6	7,0	3,9	6,8
	Фон 2	1	-	7,0	5,8	3,9	5,6
		2	-	9,0	7,0	4,0	6,7
		3	-	8,7	6,8	3,9	6,5
		4	-	9,1	7,1	3,9	6,7
		5	-	9,8	6,4	3,9	6,7
		6	-	9,2	6,5	4,0	6,6

НІР ₀₅	для будь-яких середніх, ц/га	1,34	0,59	0,75	0,46
	для органічних добрив, ц/га	0,39	0,18	0,20	0,14
	для мінеральних добрив, ц/га	0,48	0,18	0,20	0,14
	для гербіциду, ц/га	0,26	0,11	0,12	0,10

Додаток К13
Економічна ефективність різних видів органічних та мінеральних добрив
при вирощуванні льону-довгунця* (середнє за 1994-1997 рр.)

Варіанти органічних добрив	Вид продукції	Варіанти мінеральних добрив									
		Без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₅ P ₃₀ K ₄₅	N ₁₃ P ₁₃ K ₁₃	Фолі-ферг супер	N ₃₂ P ₀ K ₆₈				
1	2	3	4	5	6	7	8				
	солонка	100/-	127/8,22	120/11,89	118/25,90	119/400,0	126/14,34				
Стерня (контроль)	довге волокно	100/-	127/1,56	119/2,22	118/4,87	119/76,92	126/2,73				
	насіння	100/-	124/0,67	118/1,00	131/3,85	124/46,15	124/1,21				
	солонка	108/7,73	130/6,88	123/8,43	123/13,07	120/18,09	127/9,48				
Солома 3 т/га	довге волокно	109/1,55	130/0,94	123/1,62	123/2,47	120/3,45	127/1,78				
	насіння	110/0,86	135/0,71	129/0,94	131/1,54	129/2,30	131/0,95				
	солонка	111/4,90	132/5,90	123/6,10	121/7,37	124/10,67	133/8,24				
Редька олійна (сидерат 1)	довге волокно	111/0,93	132/1,11	123/1,15	121/1,40	123/1,99	133/1,56				
	насіння	116/0,68	137/0,60	131/0,72	133/1,02	135/1,41	139/0,87				

Продовження додатку К13

1	2	3	4	5	6	7	8
Райграс однорічний (сидерат 2)	соломка	103/0,71	118/2,28	114/2,39	114/2,82	112/2,67	118/3,00
	довге волокно	103/0,12	117/0,43	115/0,45	115/0,54	112/0,49	118/0,56
	насіння	108/0,17	127/0,31	127/0,39	127/0,46	127/0,53	131/0,44
Сидерат 1 + солома	соломка	118/5,50	134/5,19	131/6,34	129/7,38	131/9,49	132/6,32
	довге волокно	117/1,02	134/0,98	131/1,20	129/1,39	131/1,79	132/1,20
	насіння	120/0,57	139/0,53	137/0,68	135/0,79	129/0,78	139/0,69
Сидерат 2 + солома	соломка	109/1,74	125/2,88	122/3,14	121/3,40	118/3,35	123/3,19
	довге волокно	111/0,37	125/0,54	122/0,59	118/0,56	118/0,63	123/0,60
	насіння	112/0,20	135/0,35	133/0,41	135/0,50	139/0,63	137/0,45

* у чисельнику – приріст урожаю до абсолютного контролю, %;

у знаменнику – окупність добрив у кг продукції на кг д.р. НРК

Додаток К14
Вплив факторів, що вивчаються, на ступінь вилягання
стеблостою льону-довгунця перед збиранням, бал,*
(середнє за 1994-1997 рр.)

Блоки органічних добрив	Варіанти	Фони хімічного захисту		Блоки органічних добрив	Варіанти	Фони хімічного захисту	
		Фон 1	Фон 2			Фон 1	Фон 2
Блок 1 Стерня	1	4,3	4,3	Блок 4 Райграс пасовищний	1	4,0	4,0
	2	3,1	3,0		2	3,6	3,4
	3	3,5	3,5		3	3,7	3,7
	4	3,8	4,0		4	3,7	3,7
	5	4,2	4,3		5	4,0	4,0
	6	3,5	3,5		6	3,7	3,6
Блок 2 Солома	1	4,3	4,3	Блок 5 Редька + солома	1	4,3	4,3
	2	2,9	3,6		2	3,4	3,7
	3	3,9	4,0		3	3,9	4,0
	4	4,0	4,0		4	4,0	4,0
	5	4,3	4,3		5	4,3	4,3
	6	3,4	4,3		6	3,7	4,3
Блок 3 Редька олійна	1	4,3	4,3	Блок 6 Райграс + солома	1	4,0	4,0
	2	3,3	3,3		2	3,7	3,7
	3	3,5	3,8		3	3,7	3,7
	4	3,7	3,8		4	3,7	3,7
	5	4,3	4,3		5	4,0	4,0
	6	4,0	4,0		6	3,3	3,7

* 5 балів – неполеглий;

4 – дещо нахилений (під кутом 70°);

3 – похилений під кутом 45°;

2 – похилений під кутом 20°;

1 – стебла лежать на землі.

Додаток Л1
Гідротермічні умови вегетаційного періоду льону-довгунця в досліді з передпосівної обробки насіння РРР

Фази росту та розвитку льону-довгунця	Тривалість періодів, днів		Сума ефективних температур вища за +5°C, °C		Опади, мм		Середньодобова сума ефективних температур вища за +5°C, °C		Середньодобова кількість опадів, мм	
	середнє багаторічне	1996-1998 рр.	середнє багаторічне	1996-1998 рр.	середнє багаторічне	1996-1998 рр.	середнє багаторічне	1996-1998 рр.	середнє багаторічне	1996-1998 рр.
Посів льону	10.IV-3.V	1.V-17.V	—	—	—	—	—	—	—	—
Сходи	24.IV-17.V	13.V-25.V	—	—	—	—	—	—	—	—
Посів – сходи	14	8	81,4	103,6	14,6	14,6	5,8	12,7	1,04	1,08
“Ялінка”	11.V-2.VI	27.V-12.VI	—	—	—	—	—	—	—	—
Сходи – “ялінка”	18	17	170,1	180,9	23,2	26,5	9,5	10,4	1,29	1,40
Цвітіння	11.VI-1.VII	20.VI-4.VII	—	—	—	—	—	—	—	—
“Ялінка” – цвітіння	34	23	440,1	333,6	70,6	48,5	12,9	14,4	2,06	2,16
Визрівання	10.VII-5.VIII	27.VII-31.VII	—	—	—	—	—	—	—	—
Цвітіння – визрівання	30	30	425,8	432,1	72,5	101,2	14,2	14,5	2,42	3,50
Від сходу до визрівання	82	71	1036,0	945,0	166,4	179,1	12,6	13,4	2,03	2,51
Від посіву до визрівання	96	79	1117,6	1050,0	184,2	188,6	11,6	13,3	1,92	2,41

Додаток Л2
Динаміка вмісту продуктивної вологи в ґрунті, 1996-1998 рр., мм
(дослід з передпосівної обробки насіння льону-довгунця)

Фази росту та розвитку льону-довгунця	Шар ґрунту, см					Всього в метровому шарі, мм
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	
Перед посівом	36,1	37,8	32,4	42,0	45,7	194,0
Повні сходи	33,4	36,3	33,6	41,5	48,3	191,7
“Ялинка”	30,9	33,4	34,1	38,7	41,4	178,5
Бутонізація	15,4	17,2	18,9	35,2	37,5	124,3
Цвітіння	12,1	12,2	16,3	32,5	36,3	109,6
Рання жовта стиглість	22,4	24,1	19,0	25,0	27,8	112,4

Додаток ЛЗ
Гідротермічні умови вегетаційного періоду льону-довгунця в досліді при обробці посівів РРР – позакоренеve застосування

Фази росту та розвитку льону-довгунця	Тривалість періодів, днів		Сума ефективних температур вища за +5°C, °C		Опади, мм		Середньодобова сума ефективних температур вища за +5°C, °C		Середньодобова кількість опадів, мм	
	середнє багаторічне	1996-1998 рр.	середнє багаторічне	1996-1998 рр.	середнє багаторічне	1996-1998 рр.	середнє багаторічне	1996-1998 рр.	середнє багаторічне	1996-1998 рр.
Посів льону	10.IV-3.V	30.IV-13.V	-	-	-	-	-	-	-	-
Сходи	24.IV-17.V	13.V-20.V	-	-	-	-	-	-	-	-
Посів – сходи	14	9	81,4	117,0	14,6	5,8	5,8	12,9	1,04	0,52
“Ялінка”	11.V-2.VI	24.V-5.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
Сходи – “ялінка”	18	13	170,1	152,3	23,2	31,6	9,5	11,6	1,29	2,29
Цвітіння	11.VI-1.VII	18.VI-29.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
“Ялінка” – цвітіння	34	25	440,1	389,7	70,6	32,9	12,9	15,6	2,06	1,30
Визрівання	10.VII-5.VIII	18.VII-28.VII	-	-	-	-	-	-	-	-
Цвітіння – визрівання	30	28	425,8	393,6	72,5	105,3	14,2	14,1	2,42	3,68
Від сходу до визрівання	82	67	1036,0	935,6	166,4	170,0	12,6	14,0	2,03	2,53
Від посіву до визрівання	96	76	1117,6	1052,9	184,2	175,8	11,6	13,8	1,92	2,31

Додаток Л4
Динаміка вмісту продуктивної вологи в ґрунті, 1996-1998 рр., мм
(дослід з обробки посівів льону-довгунця РРР – позакореневе застосування)

Фази росту та розвитку льону-довгунця	Шар ґрунту, см					Всього в метровому шарі, мм
	0-10	0-20	20-40	40-60	60-80	
Перед посівом	14,1	17,0	18,9	28,1	28,6	133,0
Повні сходи	14,1	15,5	17,8	30,7	32,9	142,3
“Ялінка”	16,5	18,2	19,2	32,7	33,2	152,9
Бутонізація	9,7	9,3	12,5	26,8	29,6	115,7
Цвігіння	7,1	8,7	11,8	27,7	29,0	113,8
Рання жовта стиглість	15,2	14,8	14,2	27,2	27,9	126,5

Додаток М1
Динаміка вмісту продуктивної вологи в ґрунті, мм

Шар ґрунту, см	Роки	Фази росту та розвитку					
		перед посівом	повні сходи	“ ялинка”	бутонізація	цвітіння	рання жовта стиглість
0-20	1990	22,8	36,4	27,2	30,1	36,4	29,8
	1991	33,8	38,8	33,0	35,6	26,9	9,5
	1992	44,0	26,6	18,8	22,2	15,9	0
	1993	25,1	36,4	23,1	12,4	9,8	17,6
20-40	1990	24,8	29,7	28,1	27,8	29,0	26,6
	1991	39,3	37,2	31,8	39,6	27,5	9,4
	1992	47,2	24,8	23,3	20,6	17,3	0
	1993	32,1	36,0	23,3	17,9	10,0	12,1
40-60	1990	25,6	25,3	24,2	23,6	24,7	27,1
	1991	34,2	33,6	29,4	35,6	24,7	16,2
	1992	43,0	20,9	19,7	20,3	15,0	2,1
	1993	28,0	33,9	23,3	18,9	10,3	15,0
60-80	1990	35,2	29,1	32,6	36,0	36,9	36,3
	1991	46,5	47,5	37,8	44,7	36,0	32,8
	1992	46,5	26,5	27,6	23,0	22,7	13,4
	1993	32,8	41,0	31,4	32,6	24,1	25,9
80-100	1990	42,3	37,5	37,2	38,9	40,3	38,9
	1991	48,1	41,8	39,5	45,8	42,6	34,0
	1992	46,3	32,3	32,0	32,3	25,5	30,3
	1993	35,8	45,3	38,6	37,2	36,3	39,8
Всього в метровому шарі	1990	150,7	158,0	149,3	156,4	167,3	158,7
	1991	201,6	198,9	171,5	201,3	157,7	101,9
	1992	227,0	131,1	121,4	118,4	96,4	43,3
	1993	153,8	192,8	139,7	119,0	90,5	110,4

Додаток М2
Фенологія та гідротермічні умови вегетаційного періоду
льону-довгунця сорту Томський 16

Показники	Роки	Фази росту та розвитку										
		почів	сходив	почів – сходив	„лянка” – „лянка”	сходив – „лянка”	пвітіння	„лянка” – пвітіння	визрівання	пвітіння – визрівання	сходив – визрівання	почів – визрівання
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тривалість періодів, днів	1990	5.IV	24.IV	19	13.V	19	14.VI	32	20.VII	36	88	107
	1991	17.IV	29.IV	11	16.V	18	18.VI	33	18.VII	30	81	92
	1992	17.IV	1.V	14	20.V	19	16.VI	27	17.VII	31	77	91
	1993	27.IV	4.V	7	21.V	17	17.VI	27	26.VII	39	83	90
	Середн. багатор.	10.IV- 3.V	24.IV- 17.V	14	11.V- 2.VI	18	11.VI- 1.VII	34	10.VII- 5.VIII	30	82	96
Сума ефектив- них температур вища за +5 °С, °С	1990	–	–	77,9	–	158,6	–	297,2	–	489,2	945,0	1022,9
	1991	–	–	33,8	–	150,9	–	352,6	–	505,8	1009,3	1043,1
	1992	–	–	54,9	–	203,3	–	335,0	–	455,5	993,8	1048,7
	1993	–	–	66,1	–	216,8	–	301,1	–	452,0	969,9	1036,0
	Середн. багатор.	–	–	81,0	–	170,1	–	440,1	–	425,8	1036,0	1117,6

Продовження додатку М2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Опади, мм	1990	-	-	42,3	-	42,7	-	141,3	-	124,4	308,4	350,7
	1991	-	-	2,8	-	21,9	-	125,4	-	78,8	226,1	228,9
	1992	-	-	13,6	-	13,1	-	82,2	-	31,9	127,2	140,8
	1993	-	-	-	-	13,3	-	45,8	-	131,3	190,4	190,4
	Середн. багатор.	-	-	14,6	-	23,2	-	70,6	-	72,5	165,4	184,2
Середньо-добова температура повітря, °С	1990	-	-	4,1	-	8,3	-	9,3	-	13,6	10,7	10,4
	1991	-	-	3,1	-	8,4	-	10,7	-	16,9	12,5	11,3
	1992	-	-	3,9	-	10,7	-	12,4	-	14,7	12,9	11,5
	1993	-	-	9,4	-	12,8	-	11,2	-	11,6	11,7	11,5
	Середн. багатор.	-	-	5,8	-	9,5	-	12,9	-	14,2	12,6	11,6
Середньо-добова кількість опадів, мм	1990	-	-	2,2	-	2,2	-	4,4	-	3,5	3,5	3,3
	1991	-	-	0,25	-	1,22	-	3,80	-	2,63	2,80	2,49
	1992	-	-	0,97	-	0,69	-	3,04	-	1,03	1,65	1,55
	1993	-	-	-	-	0,78	-	1,69	-	3,37	2,29	2,09
	Середн. багатор.	-	-	1,04	-	1,29	-	2,08	-	2,42	2,03	1,92

Додаток МЗ
Фенологія та гідротермічні умови вегетаційного періоду
льону-довгунця сорту Київський

Показники	Роки	Фази росту та розвитку										
		Посів	сходи	посів – сходи	„ялинка”	сходи – „ялинка”	цвітіння	„ялинка” – цвітіння	визрівання	цвітіння – визрівання	сходи – визрівання	посів – визрівання
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тривалість періодів, днів	1990	5.IV	24.IV	19	15.V	21	17.VI	35	27.VII	43	95	114
	1991	17.IV	29.IV	11	16.V	18	22.VI	37	25.VII	33	88	99
	1992	17.IV	1.V	14	22.V	21	19.VI	34	23.VII	34	83	97
	1993	27.IV	4.V	7	23.V	19	20.VI	28	31.VII	42	89	96
	Середн. багатор.	10.IV-3.V	24.IV-17.V	14	11.V-2.VI	18	11.VI-1.VII	34	10.VII-5.VIII	30	82	96
Сума ефективних температур вища за +5 °С, °С	1990	–	–	77,9	–	178,9	–	309,8	–	567,2	1055,9	1133
	1991	–	–	33,8	–	150,9	–	423,6	–	544,1	1118,6	1152,4
	1992	–	–	54,9	–	231,0	–	353,6	–	502,6	1087,2	1142,1
	1993	–	–	66,1	–	250,5	–	296,2	–	543,9	1090,6	1156,7
Середн. багатор.	–	–	81,4	–	170,1	–	440,1	–	425,8	1036,0	1117,6	

Продовження додатку МЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Опади, мм	1990	-	-	42,3	-	48,2	-	143,2	-	124,7	316,1	358,4
	1991	-	-	2,8	-	21,9	-	138,2	-	91,9	252,0	254,8
	1992	-	-	13,6	-	13,1	-	93,2	-	20,9	127,2	140,8
	1993	-	-	-	-	13,3	-	56,5	-	124,3	194,1	194,1
	Середн. багатор.	-	-	14,6	-	23,2	-	70,6	-	72,5	166,4	184,2
Середньо-добова температура повітря, °С	1990	-	-	4,1	-	8,5	-	8,9	-	13,2	11,1	9,9
	1991	-	-	3,1	-	8,4	-	11,5	-	16,5	12,7	11,6
	1992	-	-	3,9	-	11,0	-	12,6	-	14,8	13,1	11,8
	1993	-	-	9,4	-	13,2	-	10,6	-	13,0	12,3	12,0
	Середн. багатор.	-	-	5,8	-	9,5	-	12,9	-	14,2	12,6	11,6
Середньо-добова кількість опадів, мм	1990	-	-	2,2	-	2,3	-	4,1	-	2,9	3,3	3,1
	1991	-	-	0,25	-	1,22	-	3,74	-	2,78	2,86	2,57
	1992	-	-	0,97	-	0,62	-	3,33	-	0,61	1,53	1,45
	1993	-	-	-	-	0,70	-	2,01	-	3,00	2,18	2,02
	Середн. багатор.	-	-	1,04	-	1,29	-	2,06	-	2,42	2,03	1,92

Додаток М4

Урожайність насіння льону-довгунця в залежності від варіантів технології вирощування на фоні різних способів збирання, ц/га

Спосіб збирання	Сорт льону	Варіанти хімічного захисту	Доб-рива*	Роки				Серед-не за 4 роки
				1990	1991	1992	1993	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пряме комбайнування	Томський 16	Інтенсивний	1	4,8	5,6	2,6	6,5	4,9
			2	5,8	4,6	3,4	8,1	5,5
			3	6,9	5,8	3,9	8,6	6,3
			4	6,0	7,8	3,5	7,1	6,1
			5	6,0	7,2	4,1	6,9	6,1
		Загально-прийнятий	1	4,1	5,3	3,4	4,3	4,3
			2	5,4	5,1	3,8	5,8	5,0
			3	7,2	5,2	3,9	7,0	5,8
			4	6,3	5,9	3,7	5,9	5,5
			5	6,2	6,8	4,2	6,2	5,9
	Київський	Інтенсивний	1	7,5	4,7	6,0	7,7	6,6
			2	7,8	5,5	7,4	11,2	8,2
			3	8,0	4,6	8,1	11,4	8,0
			4	9,4	6,6	6,9	10,7	7,9
			5	8,3	6,7	6,9	9,4	7,6
		Загально-прийнятий	1	8,1	5,2	4,8	7,7	6,3
			2	8,7	6,0	7,1	9,6	7,6
			3	7,7	5,1	6,5	11,9	7,9
			4	7,4	5,7	7,1	11,0	8,3
			5	7,3	5,2	6,5	8,9	7,2
Роздільний спосіб	Томський 16	Інтенсивний	1	4,0	4,4	3,4	6,1	4,5
			2	5,6	4,5	4,7	7,9	5,7
			3	6,6	3,9	4,8	8,1	5,9
			4	5,8	5,0	4,8	8,0	5,9
			5	5,1	5,6	4,6	6,6	5,5
		Загально-прийнятий	1	3,8	3,7	3,5	5,1	4,0
			2	5,0	5,0	4,6	6,2	5,2
			3	6,4	5,7	5,0	6,4	5,9
			4	5,3	5,3	4,8	5,8	5,3
			5	5,2	4,9	4,7	6,0	5,2

Продовження додатку М4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Роздільний спосіб	Київський	Інтенсивний	1	9,2	4,7	4,6	9,3	7,0
			2	10,6	5,2	6,8	10,5	8,3
			3	10,1	5,5	8,3	12,4	9,1
			4	11,1	6,5	7,1	10,2	8,7
			5	10,7	7,6	6,4	10,8	8,9
		Загально-прийнятій	1	9,2	4,7	5,0	9,7	7,2
			2	10,0	5,3	6,0	10,8	8,0
			3	10,5	4,3	6,8	11,5	8,3
			4	9,6	5,0	6,6	10,3	7,9
			5	9,1	5,1	6,7	10,7	7,9
НР ₀₅ , ц/га для:	способи збирання та сорти		0,21	0,20	0,20	0,44		
	моделі хімічного захисту		0,20	0,20	0,20	0,44		
	добрива		0,28	0,28	0,27	0,71		
	способи збирання + сорти + захист + добрива		0,81	0,69	0,73	1,98		
Р, %			3,62	6,48	13,8	5,9		

* 1 – Без добрив (контроль); 2 – P₅₀K₉₀ + N₃₀ + P₁₀;

3 – P₅₀K₉₀ + P₁₀ + N₄₅ (N₁₅ + N₁₅ + N₁₅); 4 – P₄₃K₇₃ + N₁₇P₁₇K₁₇; 5 – N₁₃P₁₃K₁₃.

Додаток М5

Урожайність соломи льону-довгунця в залежності від варіантів технології вирощування на фоні різних способів збирання, ц/га

Спосіб збирання	Сорт льону	Варіанти хімічного захисту	Добрива*	Роки				Середнє за 4 роки
				1990	1991	1992	1993	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пряме комбайнування	Томський 16	Інтенсивний	1	29,5	33,3	25,7	33,3	30,5
			2	29,3	46,8	45,8	48,4	42,6
			3	47,6	58,3	41,4	62,3	52,4
			4	45,6	54,7	45,6	47,0	48,2
			5	37,0	52,5	45,4	51,7	46,7
		Загально-прийнятий	1	24,9	39,9	31,1	37,3	33,3
			2	44,7	52,2	45,3	52,3	48,6
			3	47,1	53,2	48,0	55,9	51,1
			4	43,2	55,9	48,8	42,0	47,5
			5	36,8	54,0	52,3	43,3	46,6
	Київський	Інтенсивний	1	38,8	42,9	29,3	36,2	36,8
			2	43,3	65,2	49,0	47,7	51,3
			3	43,4	52,2	55,0	59,4	52,5
			4	40,2	55,8	45,0	50,4	47,9
			5	42,1	54,3	49,5	44,4	47,6
		Загально-прийнятий	1	33,0	47,6	25,4	38,1	36,0
			2	45,2	55,4	48,5	50,2	49,8
			3	47,4	73,5	50,0	66,1	59,3
			4	41,7	66,6	51,3	48,1	51,9
			5	39,3	53,2	47,9	50,1	47,6
Роздільний спосіб	Томський 16	Інтенсивний	1	26,9	42,6	32,9	36,6	34,8
			2	33,6	53,3	42,4	59,1	47,1
			3	42,4	54,2	48,3	61,5	51,6
			4	40,3	50,3	49,4	50,5	49,6
			5	32,5	51,1	47,4	49,4	45,1
		Загально-прийнятий	1	33,5	35,6	32,3	31,0	33,1
			2	36,1	46,2	50,6	47,4	45,1
			3	50,5	55,1	50,9	51,4	52,0
			4	36,5	53,2	49,9	47,0	46,7
			5	30,0	52,6	46,8	48,6	44,5

Продовження додатку М5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Роздільний спосіб	Київський	Інтенсивний	1	37,5	44,2	29,4	38,3	37,4
			2	41,1	64,0	45,4	48,5	49,8
			3	46,0	54,7	49,1	59,1	52,2
			4	42,7	60,1	50,3	47,9	50,3
			5	43,6	53,6	49,0	51,9	49,5
		Загально-прийнятий	1	38,5	37,5	32,0	41,5	37,4
			2	41,2	54,0	49,2	47,9	48,1
			3	50,5	51,0	49,8	52,9	51,1
			4	40,1	62,4	49,1	49,7	50,3
			5	37,9	55,0	48,0	48,8	47,5
NIP ₀₅ , ц/га для:		способи збирання та сорти		0,67	0,87	1,25	1,23	
		моделі хімічного захисту		0,67	0,87	1,25	1,23	
		добрива		1,11	1,37	1,98	1,92	
		способи збирання + сорти + захист + добрива		3,11	3,86	5,60	5,45	
P, %				3,93	3,70	6,35	5,69	

* 1 – Без добрив (контроль); 2 – P₅₀K₉₀ + N₃₀ + P₁₀;

3 – P₅₀K₉₀ + P₁₀ + N₄₅ (N₁₅ + N₁₅ + N₁₅); 4 – P₄₃K₇₃ + N₁₇P₁₇K₁₇; 5 – N₁₃P₁₃K₁₃.

Додаток М6
Урожайність довгого волокна в залежності від варіантів
технології вирощування на фоні різних способів збирання, ц/га

Спосіб збирання	Сорт льону	Варіанти хімічного захисту	Доб-рива*	Роки				Серед-не за 4 роки
				1990	1991	1992	1993	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пряме комбайнування	Томський 16	Інтенсивний	1	7,5	8,4	6,5	8,4	7,7
			2	8,0	12,8	12,5	13,3	11,7
			3	11,9	14,6	10,4	15,6	13,1
			4	11,3	13,6	11,3	11,7	12,0
			5	9,1	12,9	11,2	12,7	11,5
		Загально-прийнятий	1	6,3	10,1	7,9	9,4	8,4
			2	12,2	14,3	12,4	14,3	13,3
			3	11,8	13,3	12,0	14,0	12,8
			4	10,8	13,9	12,1	10,5	11,8
			5	9,0	13,3	12,9	10,6	11,4
	Клівський	Інтенсивний	1	7,3	8,1	5,5	6,8	6,9
			2	8,7	13,0	9,8	9,5	10,2
			3	8,1	9,8	10,3	11,1	9,8
			4	7,1	9,8	7,9	8,9	8,4
			5	7,0	9,0	8,2	7,4	7,9
		Загально-прийнятий	1	6,2	9,0	4,8	7,2	6,8
			2	9,0	11,1	9,7	10,0	9,9
			3	8,9	13,7	9,3	12,4	11,1
			4	7,3	11,7	9,0	8,5	9,1
			5	6,5	8,8	7,9	8,3	7,9
Роздільний спосіб	Томський 16	Інтенсивний	1	6,8	10,8	8,3	9,3	8,8
			2	9,2	14,6	11,6	16,2	12,9
			3	10,6	13,6	12,1	15,4	12,9
			4	10,0	12,5	12,3	12,6	11,8
			5	8,0	12,6	11,7	12,1	11,1
	Загально-прийнятий	1	8,5	9,0	8,2	7,8	8,4	
		2	9,9	12,7	13,9	13,0	12,4	
		3	12,7	13,8	12,8	12,9	13,0	
		4	9,1	13,2	12,4	11,7	11,6	
		5	7,4	12,9	11,5	12,0	10,9	

Продовження додатку М6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Роздільний спосіб	Київський	Інтенсивний	1	7,1	8,3	5,6	7,2	7,0
			2	8,2	12,8	9,1	9,7	9,9
			3	8,6	10,2	9,2	11,0	9,7
			4	7,5	10,6	8,8	8,4	8,8
			5	7,2	8,9	8,1	8,6	8,2
		Загально-прийнятій	1	7,3	7,1	6,0	7,8	7,0
			2	8,2	10,8	9,8	9,6	9,6
			3	9,4	9,5	9,3	9,9	9,5
			4	7,1	11,0	8,6	8,7	8,8
			5	6,3	9,1	8,0	8,1	7,9

* 1 – Без добрив (контроль); 2 – $P_{50}K_{90} + N_{30} + P_{10}$;

3 – $P_{50}K_{90} + P_{10} + N_{45} (N_{15} + N_{15} + N_{15})$; 4 – $P_{43}K_{73} + N_{17}P_{17}K_{17}$; 5 – $N_{13}P_{13}K_{13}$.

Додаток М7
Ступінь вологості льяного вороху в залежності від варіантів
технології вирощування льону-довгунця, %

Спосіб збирання	Варіанти хімічного захисту	Добрива*	Сорт льону							
			Томський 16				Київський			
			1990	1991	1992	1993	1990	1991	1992	1993
Пряме комбайнування	Інтенсивний	1	34,7	11,9	9,1	14,4	38,3	21,0	14,2	12,8
		2	29,7	14,3	6,7	13,3	29,5	25,5	9,3	8,8
		3	37,5	17,0	7,7	19,8	31,3	28,7	7,7	17,0
		4	32,1	10,9	8,0	13,5	30,2	16,6	7,0	11,3
		5	28,9	13,5	7,8	17,8	28,8	22,5	8,9	13,9
	Загальноприйнятій	1	31,3	19,0	8,0	10,0	37,7	27,9	13,0	11,1
		2	29,0	14,8	7,6	11,7	35,5	29,8	10,2	12,0
		3	31,9	15,9	7,2	9,9	38,2	38,4	8,9	9,4
		4	32,6	14,6	7,5	9,1	31,2	38,8	9,2	10,4
		5	31,8	14,0	5,5	10,7	34,8	35,3	6,1	11,1
Роздільний спосіб	Інтенсивний	1	7,2	13,3	7,7	10,2	8,8	15,3	6,0	6,5
		2	8,8	13,4	6,3	8,4	8,2	16,2	5,3	7,2
		3	8,5	15,2	8,3	8,4	7,8	16,6	6,3	6,7
		4	7,4	16,1	7,8	8,0	7,7	16,5	10,7	6,9
		5	8,1	16,1	6,4	9,5	9,1	16,4	5,5	7,7
	Загальноприйнятій	1	8,1	15,5	7,1	6,0	7,9	18,6	10,6	7,8
		2	6,9	15,7	7,9	6,3	8,4	17,4	9,1	6,0
		3	7,1	15,4	7,2	6,5	7,2	16,4	7,5	7,6
		4	7,1	16,1	6,7	8,4	8,1	16,5	6,5	6,4
		5	7,4	15,8	6,2	7,8	6,8	16,5	6,8	6,6

* 1 – Без добрив (контроль); 2 – P₅₀K₉₀ + N₃₀ + P₁₀;

3 – P₅₀K₉₀ + P₁₀ + N₄₅ (N₁₅ + N₁₅ + N₁₅); 4 – P₄₃K₇₃ + N₁₇P₁₇K₁₇; 5 – N₁₃P₁₃K₁₃.

Для приміток

Наукове видання

**ЕЛЕМЕНТИ БІОРЕГУЛЯЦІЇ В АГРОТЕХНОЛОГІЯХ ПРЯДИВНИХ
ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ
В АДАПТИВНІЙ СИСТЕМІ ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Теоретичні та прикладні аспекти, застосування

Монографія

За науковою редакцією кандидата с.-г. наук
О. Ю. Локтя

Авторське редагування

Підписано до друку 04.09.23 р.
Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. – 48,75
Тираж 100 пр. Замовлення № 23/23.

Редакційно-видавничий відділ Чернігівського національного технологічного університету
14035, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4802 від 01.12.2014 р.