

УДК 674.093.26

Ортинська Г.Є., канд. техн. наук, доцент
Лютий П.В., канд. техн. наук
Рубінський Ю. В., аспірант

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, ortynska_g@nltu.edu.ua

ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ КЛЕЇВ НА ОСНОВІ СОЄВОГО ПРОТЕЇНУ

Впродовж останніх років спостерігається зростання інтересу до розроблення екологічно чистих і відновлюваних клеїв, які б могли стати альтернативою до синтетичних смол на основі формальдегіду, зокрема фенолоформальдегідним та карбамідоформальдегідним. Ці смоли є найбільш поширеними основами для виготовлення клеїв, що застосовуються у фанерному виробництві. Недоліком цих смол є те, що вони містять формальдегід, який може виділятися під час процесу виготовлення композиційних матеріалів, так і емісувати із готової продукції. Вільний формальдегід - канцероген, що має негативний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище.

Лідерську позицію серед досліджень щодо клеїв для фанери займають протеїни на основі сої. Соя є важливою сільськогосподарською культурою, що відновлюється швидко, легко доступною та економічно вигідною, і вона широко вирощується у всьому світі. Побічний продукт виробництва соєвої олії - борошно соєвих бобів, має високий вміст протеїну і представляє собою переважно суміш соєвого білка та вуглеводів. Це становить відмінну основу для виготовлення клеїв для деревини.

Розроблення клеїв на основі соєвого протеїну має свої переваги та обмеження. Однією з основних переваг таких клеїв є їх екологічність та низька вартість. Однак вони також мають недоліки, зокрема, низьку міцність з'єднання та водостійкість. Крім того, ці клеї характеризуються низькою стійкістю до біологічного розкладання. Тому актуальним завданням сучасності є пошук модифікувальних речовин, які зможуть покращити властивості клею, створеного на основі соєвого протеїну. [1].

Протеїн є основним компонентом, що бере участь у адгезії в соєвому борошні, концентраті чи ізоляті. Соевий протеїн ізолят є комерційним продуктом, який використовується в багатьох дослідженнях. Велика кількість опублікованих досліджень зосереджена на визначенні кращого методу модифікування соєвого протеїну ізоляту для підвищення його водостійкості. Рекомендовано застосовувати різноманітні денатуранти, включаючи поверхнево-активні речовини, аміновмісні агенти, луки та ферменти, щоб покращити його адгезивні властивості. Це пояснюється тим, що додавання даних речовин, зокрема гідроксиду натрію, збільшує ступінь розкриття протеїнових молекул, а це призводить до збільшення контакту із склеюваною поверхнею лушеного шпону [2-5].

Отже, на сьогоднішній день, було зроблено чимало спроб модифікувати соєвий протеїн для того, щоб отримати клейові композиції із підвищеною міцністю склеювання, а також підвищити їх водостійкість, щоб вони могли конкурувати із синтетичними клеями для виготовлення фанери.

Для проведення експериментальних досліджень приготування клеїв на основі соєвого протеїну відбувалося наступним чином: до соєвого протеїну додавали виміряну кількість дистильованої води, яку попередньо нагрівали до 50°C. Далі перемішували до 15 хв, щоб утворилася однорідна суспензія. Співвідношення між соєвим протеїном ізолятом 92% та водою становило 1:5.

Для модифікування соєвої протеїнової суспензії вводили модифікувальні речовини (цитратну кислоту, карбамід, гідроксид натрію) в кількості 1, 3, 5 мас.ч. на 100 мас.ч. соєво-протеїнової суспензії та досліджували основні властивості відносно густину, рН, сухий залишок клею та міцність фанери на зріз.

Для виконання досліджень використовували лушений березовий шпон (розміром 300×300×1,5 мм, вологістю 8±2%) та виготовляли тришарову фанеру за таких режимних параметрів склеювання: тиск – 1,8 МПа, температура – 150°C, тривалість – 6 хв, витрата клею – 150 г/м². Для оцінювання якості склеювання фанери визначали міцність її на зріз згідно ДСТУ EN 314-2.

Додавання цитратної кислоти, рН якої становить 2,18, буде призводити до зміни рН середовища дисперсії соєвого протеїну ізоляту в кислотний бік. Із збільшенням вмісту цитратної кислоти від 1 до 5 мас.ч. значення рН становитимуть 5,68-3,85, відповідно.

Із збільшенням вмісту гідроксиду натрію від 1 до 5 мас.ч. рН клейової композицій також зміщується в лужну сторону від 9,8 до 12. Регулювання рівня рН дисперсій соєвого протеїну до дуже кислого або лужного середовища може призвести до значних змін у структурі білків, зокрема β-конгліцину та гліциніну, основних білків соєвого протеїну, тобто третинна або четвертинна структура протеїну може зазнавати змін.

Значення рН середовища клею, який модифікований карбамідом, є практично нейтральним. І карбамід не суттєво впливає на рН клейової композиції.

Карбамід, на відміну від попередніх модифікаторів, має нейтральне середовище і під час додавання до соєвого протеїну тільки частково розкриває протеїн. Із збільшенням вмісту карбаміду від 1 до 5 мас.ч. густина клею на основі соєвого протеїну збільшується від 1,014 до 1,118 г/см³. Великі молекули соєвого протеїну, коли вони набрякають, можуть спричинити збільшення в'язкості дисперсії та утворенням гелеподібних структур у воді.

Не зважаючи на те, що отримується досить в'язка суспензія, але сухий залишок є низьким, оскільки протеїн має великі макромолекули, які добре набрякають у воді.

Із наведених даних випливає, що із збільшенням вмісту модифікатору (гідроксиду натрію, цитратну кислоту, карбаміду) сухий залишок клею коливається від 23,80 до 28,49%, порівняно із суспензією, сухий залишок якої становить 20,32%.

Отримані результати свідчать, що введення досліджуваних модифікаторів у сухому вигляді у діапазоні від 1 до 5 мас. частки до соєвого протеїну призводить до формування клеїв, які не відповідають експлуатаційним та технологічним вимогам. Зокрема, спостерігається однорідність клею, але вони виявляють значну в'язкість та не текучість, що ускладнює визначення умовної в'язкості. Крім того, клеї наносяться на поверхню шпону незадовільно контактним способом.

Значення міцності фанери на зріз відповідають вимогам стандарту і значення є більшими встановленої стандартом межі 1,0 МПа. Із збільшенням вмісту від 1 до 5 мас.ч. цитратної кислоти спостерігається рівномірне підняття міцності фанери на зріз. Діапазон значень коливається від 1,08 до 1,12 МПа.

Модифікувальні речовини підвищують водостійкість клейових композицій, про це свідчать випробування зразків після вимочування їх у холодній воді впродовж 24 годин. Вищі показники міцності клейового з'єднання спостерігалися у клеїв на основі суспензії соєвого протеїну ізоляту, що модифікувалися гідроксидом натрію і вони відповідають вимогам стандарту.

Список посилань

- 1.Kumar R. Adhesives and plastics based on soy protein products [Текст] / R. Kumar, V. Choudhary, S. Mishra, I. Varma, B. Mattiason // *Industrial Crops and Products*, 2002. – №16. – P. 155-172.
- 2.Wang W. A soy-based adhesive from basic modification [Текст] / W. Wang, X. Li, X Zhang // *Pigment and Resin Technology*, 2008. – 37/2 – P.93-95.
- 3.Shukla R. The industrial protein from corn [Текст] / R. Shukla, M. Cheryan // *Industrial Crops and Products*, 2001. – №13. – P. 171-192.
4. Richard P. W. Bio-based polymers and composites [Текст] / P. Richard, Xiuzhi Susan Sun – *Science & Technology Books*, 2005.
5. Zhong Z. Thermal and mechanical properties and water absorption of soy protein [Текст] / Z. Zhong, X. Sun // *Polycaprolactone Blends*, *Polymer*, 2001. – № 42. – P. 6961-6969.
6. Sun X. Shear strength and water resistance of modified soy protein adhesives [Текст] / X. Sun, K. Bian // *JAOCs*, 1999. – vol.76, №8 – P. 977-980.