

УДК 676.18

ПАКУВАЛЬНИЙ ПАПІР ІЗ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ

Трембус І.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Досліджено хімічний склад стебел соняшнику. Показано можливість одержання органосольвентних волокнистих напівфабрикатів із стебел соняшнику з високими показниками якості. Експериментально підтверджено можливість використання у складі паперових виробів органосольвентної целюлози із відходів сільського господарства. Встановлено, що лабораторні зразки пакувального паперу задовільняють вимогам стандарту. Доведено, що застосування недеревної целюлози дає можливість виключити зі складу масових видів пакувального паперу більш дорогу імпортовану целюлозу.

Ключові слова: соняшник, органосольвентний волокнистий напівфабрикат, обгортковий папір, папір для пакування харчових продуктів.

Постановка проблеми. Останні досягнення науки, особливо хімії, значно розширили асортимент паперу і картону та галузі їх застосування. Картонно-паперова продукція на сьогодні все ширше застосовується в таких галузях, як електроенергетика, радіоелектроніка, машино- і приладобудування, обчислювальна техніка, космонавтика та ін. Важливе значення в економіці сучасного виробництва займає асортимент паперу і картону, який виготовляється для пакування різних продовольчих товарів. Тому розвиток світової целюлозно-паперової промисловості (ЦПП) відбувається досить швидкими темпами. Практично за кожні 15 років випуск її продукції

подвоюється. Середнє споживання паперу і картону на душу населення постійно зростає, особливо в західній Європі (34 кг в Україні проти 142 кг на душу населення в Європі) [1].

Одна з головних причин такого стану галузі полягає у відсутності власної сировинної бази. Існуючі запаси деревини в багатьох державах світу не можуть забезпечити зростаючі сировинні потреби галузі, а зростання об'ємів використання макулатури не завжди сприяє покращенню якості кінцевої картонно-паперової продукції. Всі вище перераховані аспекти обумовлюють необхідність пошуку нових джерел волокнистої сировини, в якості якої, насампе-

ред, можуть розглядатися відходи сільського господарства та різні представники недеревної рослинної сировини (НДРС).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні широко культивуються різні технічні і зернові культури, стебла яких після збирання урожаю можуть успішно перероблятися на волокнисті напівфабрикати (ВНФ) для виробництва різних видів картонно-паперової продукції. Наприклад, тільки під посіви соняшнику використовують до 5 млн. га сільськогосподарських площ України [2].

Слід зауважити, що перероблення відходів сільського господарства на ВНФ для виробництва картонно-паперової продукції пов'язане з особливостями анатомічної будови і хімічного складу, вимогами до якості отриманого напівфабрикату і основними техніко-економічними показниками відповідного способу делігніфікації [3]. Застосування традиційних способів одержання целюлози (сульфатного і сульфитного) призводить до забруднення довкілля за рахунок потрапляння меркаптанив, сірководню, діоксинів, фуранів у повітря та похідних лігніну у водоймища [4]. Серед альтернативних технологій одержання ВНФ вченими пропонується проводити делігніфікацію рослинної сировини в різних органічних розчинниках – так звані органосольвентні варіння. Вони дозволяють суттєво зменшити забруднення довкілля та характеризуються меншою енергоємністю виробництва і більшою вибірковою дією на лігнін, що дає можливість збільшувати вихід ВНФ за рахунок більшого збереження полісахаридів (цеюлози і геміцелюлоз) рослинної сировини [5, 6]. Серед органосольвентних способів делігніфікації одним із найбільш ефективних є лужно-сульфітно-спиртове варіння рослинної сировини [6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз науково-технічної літератури показав, що розробка технологій використання органосольвентних волокнистих напівфабрикатів із відходів сільського господарства в композиції масових видів картонно-паперової продукції є важливою науково-технічною проблемою для підприємств целюлозно-паперової промисловості.

Мета статті. Метою цієї роботи є дослідження можливості розширення сировинної бази галузі за рахунок використання органосольвентних волокнистих напівфабрикатів із стебел соняшнику в композиції масових видів пакувального паперу.

Виклад основного матеріалу. Експериментальна частина. В роботі використовували стебла соняшнику Житомирської області. В лабораторії повітряно-сухі стебла соняшнику подрібнювали до розмірів 15-20 мм і зберігали в ексикаторах для підтримання постійної вологості під час подальших досліджень. Хімічний склад стебел соняшнику було визначено у відповідності

до існуючих стандартів ТАРПІ для різних компонентів, а саме: Т-222 для лігніну, Т-257 для речовин, що екстрагуються гарячою водою, Т-212 для речовин, що екстрагуються 1%-м розчином NaOH, Т-204 для речовин, що екстрагуються спирто-бензольним розчином, Т-211 для визначення зольності. Хімічний склад соняшнику у порівнянні з хвойними і листяними породами деревини наведено у табл. 1.

Як видно із наведених у табл. 1 даних, вміст лігніну та основного компоненту рослинної сировини – целюлози у досліджуваній рослинній сировині наближається до вмісту лігніну і целюлози у листяних породах деревини. Вміст смол, жирів та восків (СЖВ) і пентозанів у стеблах соняшнику знаходиться в межах вказаних показників для представників листяних і хвойних порід деревини. При цьому в дослідженій рослинній сировині у порівнянні з деревиною міститься у декілька разів більше мінеральних речовин (зольність) і розчинних у NaOH компонентів (крохмалю, пектинів, неорганічних солей, циклічних спиртів, барвників, танідів, геміцелюлоз і низькомолекулярних фракцій целюлози). Такий хімічний склад стебел соняшнику дозволяє зробити висновок про те, що для органосольвентної делігніфікації досліджуваної рослинної сировини необхідно менші витрати варильних реагентів і менша тривалість температурної обробки у порівнянні з аналогічними варіннями деревини до досягнення однакового ступеня делігніфікації.

Для одержання ВНФ в лабораторних умовах проведено варіння стебел соняшнику лужно-сульфітно-спиртовим методом (ASAE) в сталених автоклавах об'ємом 400 мл у гліцериновій бані за заданим температурним режимом та гідромодуля 5 : 1. В якості варильного розчину використовували розчини сульфату натрію з витратою 20% та їдкою натру з витратою 5% від маси абс. сух. сировини за співвідношення етилового спирту до води 35 : 65 об'ємних%, витраті антрахінону 0,1% від маси абс. сух. сировини. Температура варіння становила 160 та 170°C, тривалість – 120 та 150 хвилин. Після закінчення варіння автоклави охолоджувалися проточною водою, волокнистий напівфабрикат промивали, сушили до повітряно-сухого стану, визначали його вихід щодо абсолютно сухої сировини і вміст залишкового лігніну відповідно до стандартних методик ТАРПІ.

Для визначення фізико-механічних показників одержаний ВНФ із стебел соняшнику попередньо розмелювали в центробіжно-розмелювальному апараті до досягнення ступеня млива $60 \pm 2^\circ \text{ШР}$ і направляли на виготовлення на листовідливному апараті ЛА-1 відливок масою $1 \text{ м}^2 \pm 1 \text{ г}$. Фізико-механічні показники ВНФ визначали за стандартними методиками ТАРПІ.

Вибілювання органосольвентної целюлози із стебел соняшнику проводилося без використан-

Таблиця 1

Хімічний склад рослинної сировини, %

Сировина	Розчинність у		СЖВ	Лігнін	Целюлоза	Пентозани	Зольність
	воді	NaOH					
Соняшник	5,6	36,6	2,3	20,1	40,6	21,3	3,0
Хвойна деревина	2,1 – 2,5	11 – 11,6	0,9 – 7,5	28 – 30	40 – 50	10,8	1 – 0,7
Листяна деревина	1,8 – 2,4	10,9 – 11,3	0,4 – 3	18 – 25	31 – 49	28,0	0,14 – 0,5

Показники якості органосольвентних волокнистих напівфабрикатів із стебел соняшнику

Температура варіння, °С	Тривалість варіння, хв.	Вихід ВНФ, % від маси абс. сух. сировини	Вміст залишкового лігніну, %	Розривна довжина, м	Опір продавлюванню, кПа	Опір роздиранню, мН	Міцність на злам під час багаторазових перегинів к.п.п.
160	120	60,1	6,9	5800	387	376	240
170	150	47,5	4,2	6700	539	479	370

ня шкідливих хлорвмісних сполук за наступною схемою: хелатуюча обробка (Q) – вибілювання пероксидом водню у дві стадії (П₁ та П₂) – кислотування (K). Хелатуючу обробку целюлози проводили розчином трилону Б, з його витратою 0,2% від маси абс. сух. целюлози, тривалістю 60 хвилин за температури 50°C. Витрата H₂O₂ становила 3 і 2% від маси абс. сух. целюлози, відповідно на першій і другій стадіях пероксидного вибілювання, температура вибілювання – 90°C, тривалість 80 хвилин, рН = 10 (з додаванням в масу для створення необхідного значення рН розчинів MgSO₄, NaOH та Na₂SiO₃ безпосередньо перед вибілюванням). Кислотування проводили сірчистою кислотою за витрати SO₂ – 0,5% від маси абс. сух. целюлози, тривалістю 60 хвилин за кімнатної температури. Кожна стадія вибілювання целюлози закінчувалася її промиванням дистильованою водою до нейтральної реакції.

Для виготовлення лабораторних зразків обгорткового паперу різних марок проводили розмелювання отриманих недеревних вибілених та невибілених ВНФ, сульфатної невибіленої целюлози та сульфитної вибіленої целюлози до ступеня млива 40±2°ШР. При виготовленні лабораторних зразків обгорткового паперу застосовували внутрішньомасне проклеювання з витратою білого каніфольного клею 2,5%, каолінової суспензії 4,5% та глинозему 2% від маси абс. сух. сировини. Фізико-механічні показники зразків обгорткового паперу масою 80 г/м² визначали у відповідності до прийнятих методик і порівнювали зі стандартами [7].

Для одержання лабораторних зразків паперу для пакування харчових продуктів на автоматах виготовлено лабораторні зразки паперу масою 110 г/м². В якості волокнистої композиції використовували невибілені органосольвентні волокнисті напівфабрикати із стебел соняшнику та сульфатну невибілену целюлозу, попередньо розмелених до ступеня млива 40±2°ШР. У волокнисту масу вводили 1,5% білого каніфольного клею, 4,5% каоліну та 2% глинозему від маси абс. сух. волокна. Фізико-механічні показники зразків паперу визначали у відповідності до прийнятих методик і порівнювали зі стандартами [8]. Слід зауважити, що для пакувальних видів паперу послідовність додавання реагентів залежить від якостей паперу які потрібно досягнути. Тому спочатку у композицію дозують клей потім каолін, а коли вводиться глинозем відбувається перезарядження часток та миттєве схоплення волокном каолінових та клейових часток, що є важливим для даного виду паперу.

Результати та обговорення. З метою одержання волокнистих напівфабрикатів із стебел соняшнику проведено лужно-сульфитно-спиртове варіння, результати якого наведено в табл. 2.

Як видно із наведених у табл. 2 даних, зі збільшенням температури і тривалості ASAE де-

лігніфікації стебел соняшнику вихід ВНФ і вміст залишкового лігніну зменшуються, що пов'язано з інтенсифікацією процесів розщеплення α- і β-етерних алкиларильних зв'язків макромолекул лігніну і переведення продуктів деструкції лігніну, а також екстрактивних і мінеральних речовин рослинної сировини до варильного розчину. Фізико-механічні характеристики одержаних органосольвентних волокнистих напівфабрикатів із стебел соняшнику не поступаються сульфитній листяній целюлозі [5], що свідчить про перспективність їх використання у целюлозно-паперовій промисловості. При цьому, із зростанням технологічних параметрів (температури і тривалості процесу делігніфікації) фізико-механічні показники збільшуються, що пояснюється кращими паперотворними властивостями ВНФ за рахунок утворення додаткових водневих зв'язків між полісахаридами і високим залишковим вмістом в них геміцелюлоз (зокрема пентозанів), які сприяють покращенню показників механічної міцності. Тому для вивчення впливу вмісту невибілених недеревних волокнистих напівфабрикатів на показники якості обгорткового паперу та паперу для пакування харчових продуктів на автоматах виготовлено лабораторні зразки паперу масою 80 г/м² та 110 г/м², відповідно, різного композиційного складу. Для цього використовували ВНФ із стебел соняшнику, одержані ASAE делігніфікацією рослинної сировини за температури варіння 160°C, впродовж 120 хв. Фізико-механічні показники отриманих лабораторних зразків пакувального паперу наведено в табл. 3 і 4.

Із наведених у табл. 3 даних видно, що обгортковий папір, отриманий зі 100% органосольвентної невибіленої целюлози з стебел соняшнику без використання сульфатної целюлози, за своїми показниками якості відповідає вимогам ГОСТ 8273–75 для паперу для пакування марки Б.

Таблиця 3

Вплив вмісту волокнистих напівфабрикатів із стебел соняшнику на фізико-механічні показники обгорткового паперу

Композиція САЦ* / ОВНФС**	Опір продавлюванню, кПа	Розривна довжина, м	Ступінь проклеювання, мм	Вологість, %
100/0	364	4800	0,8	8
75/25	341	4200	0,8	8
50/50	334	4000	0,8	8
25/75	327	3650	0,8	8
0/100	312	3400	0,8	8
ГОСТ 8273–75 марка Б	не менше 270	не менше 3000	не менше 0,8	не більше 10

*СА Ц – сульфатна невибілена целюлоза [9];

**ОВНФС – органосольвентні волокнисті напівфабрикати із стебел соняшнику

Таблиця 4
Вплив вмісту волокнистих напівфабрикатів із стебел сояшнику на фізико-механічні показники паперу для пакування харчових продуктів на автоматах

Композиція САЦ*/ОВНФС**	Руйнівне зусилля в поперечному напрямку, Н	Ступінь проклеювання, мм	Поверхнева вбираність, Кобб ₆₀
100/0	52	2,0	36
100/25	48	2,0	35
50/50	42	2,0	36
25/75	38	2,0	34
0/100	35	2,0	32
ГОСТ 7247-90	не менше 39	не менше 2,0	не більше 40

*СА Ц – сульфатна вибілена целюлоза [9];

**ОВНФС – органосольвентні волокнисті напівфабрикати із стебел сояшнику.

Дані табл. 4 свідчать про те, що фізико-механічні показники зразків пакувального паперу, отриманого з використанням в його композиції АСАЕ ВНФ з стебел сояшнику у кількості 50%, відповідають вимогам стандарту для паперу для пакування харчових продуктів на автоматах марки Д.

Слід відзначити (табл. 3), що показники розривної довжини отриманого паперу набагато вищі показників ГОСТ 8273–75 для марки Б, отже даний продукт має високу якість, та може застосовуватися у пакуванні товару різного призначення. Слід відмітити, що використання в композиції пакувального паперу органосольвентної целюлози з стебел сояшнику суттєво зменшує собівартість готової продукції.

Для вивчення можливості використання органосольвентної целюлози в композиції вибілених видів паперу для пакування харчових продуктів були одержані ВНФ за встановленим раніше режимом процесу делігніфікації (АСАЕ варіння рослинної сировини за температури 170°C, тривалість 150 хв.). Вибілювання проводили за схемою Q – П₁ – П₂ – К з витратою Н₂О₂ 3 і 2% від маси абс. сух. целюлози, відповідно на першій і другій стадіях пероксидного вибілювання. Застосування такої схеми безхлорного вибілювання дозволило отримати целюлозу з білістю 80%.

Відповідно до методик, описаних вище, було виготовлено лабораторні зразки обгорткового

паперу масою 80 г/м² із недеревної органосольвентної та сульфатної вибілених целюлоз різного композиційного складу. Основні характеристики міцності лабораторних зразків обгорткового паперу наведено в табл. 5.

Із наведених у табл. 5 даних видно, що обгортковий папір, отриманий з 100% органосольвентної вибіленої целюлози з стебел сояшнику без використання сульфатної целюлози, за своїми показниками якості відповідає вимогам ГОСТ 8273–75 для обгорткового паперу марки О₁.

Таблиця 5
Вплив вмісту волокнистих напівфабрикатів із стебел сояшнику на фізико-механічні показники обгорткового паперу

Композиція СИЦ*/ОВНФС**	Розривна довжина, м	Ступінь проклеювання, мм	Вологість, %
100/0	4600	1,2	8
75/25	4100	1,2	8
50/50	3500	1,2	8
25/75	3200	1,2	8
0/100	2800	1,2	8
ГОСТ 8273–75 марка О ₁	не менше 2200	не менше 1,0	не більше 10

*СИЦ – сульфатна вибілена целюлоза [10];

**ОВНФС – органосольвентна вибілена целюлоза з стебел сояшнику.

Застосування вибіленої органосольвентної целюлози із стебел сояшнику дозволяє виключити із композиції масових видів пакувального паперу більш дорогий целюлозу і тим самим сприяє значному зниженню собівартості готової продукції.

Висновки і пропозиції. Підводячи підсумки доцільності використання органосольвентних волокнистих напівфабрикатів із стебел сояшнику в композиції пакувальних видів паперу необхідно зазначити, що аналіз отриманих результатів показав можливість заміни в композиції паперу дорогої сульфатної та сульфатної целюлози з деревини, що дасть змогу частково вирішити проблему сировинної бази для целюлозно-паперової галузі України. Перспективи подальших досліджень полягають в розробці технологій одержання целюлози з відходів сільського господарства придатної для хімічного перероблення.

Список літератури:

1. Асоціація українських підприємств целюлозно-паперової галузі. – <http://www.papirandlife.ukr.com>
2. Міністерство аграрної політики та продовольства України. – <http://www.infobaza.by/agriculture>
3. Rousu P., Anttila J. Sustainable pulp production from agricultural waste / P. Rousu, J. Anttila // Resources, Conservation and Recycling. – 2002. – № 5. – Р. 85–103.
4. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону. Навчальний посібник. – 2-ге видання, перероблене. – Київ: ЕКМО. – 2008. – 425 с.
5. Примаков С. П., Барбаш В. А., Черюпкіна Р. І. Виробництво сульфатної і органосольвентної целюлози. – К.: ЕКМО. – 2009. – 280 с.
6. Барбаш В. А., Трембус И. В., Шевченко В. М. Органосольвентные методы получения волокнистых полуфабрикатов из пшеничной соломы / В. А. Барбаш, И. В. Трембус, В. М. Шевченко // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2009. – № 1. – С. 37–41.
7. ГОСТ 8273-75 Бумага оберточная. Технические условия. – М.: Издательство стандартов. – 1998. – 8 с.
8. ГОСТ 7247-90 Бумага для упаковки пищевых продуктов на автоматах. Технические условия. – М.: Издательство стандартов. – 1990. – 14 с.
9. ГОСТ 11208-82 Целлюлоза древесная (хвойная) сульфатная небеленая. Технические условия. – М.: Издательство стандартов. – 1988. – 4 с.
10. ГОСТ 3914-89 Целлюлоза сульфитная белая из хвойной древесины. Технические условия. – М.: Издательство стандартов. – 1989. – 8 с.

Трембус И.В.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»

УПАКОВОЧНАЯ БУМАГА ИЗ СТЕБЛЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Аннотация

Исследован химический состав стеблей подсолнечника. Показана возможность получения органосольвентных волокнистых полуфабрикатов из стеблей подсолнечника с высокими показателями качества. Экспериментально подтверждена возможность использования в составе бумажных изделий органосольвентной целлюлозы из отходов сельского хозяйства. Установлено, что лабораторные образцы упаковочной бумаги удовлетворяют требованиям стандарта. Доказано, что применение недревесной целлюлозы дает возможность исключить из состава массовых видов упаковочной бумаги более дорогую импортную целлюлозу.

Ключевые слова: подсолнечник, органосольвентные волокнистые полуфабрикаты, оберточная бумага, бумага для упаковки пищевых продуктов.

Trembus I.V.

National Technical University of Ukraine
«Kyiv Polytechnic Institute»

WRAPPING PAPER FROM THE STEMS OF SUNFLOWER

Summary

The chemical composition of was investigated. The possibility of obtaining organic solvent fibrous semifinished from sunflower stalks with high quality was shown. Experimentally proved the he possibility of use in paper products of organic and solvent cellulose from waste of agriculture. Experimentally confirmed was samples of packaging paper meet the requirements of the standard. It was established that the use of non-wood pulp makes it possible to exclude more expensive imported pulp from the composition of packaging paper.

Keywords: sunflower, organic and solvent, fiber semi-finished product, wrapping paper, paper for packaging of food products.