

УДК 676.1. 013 +  
676.4

ЧЕРЬОПКИНА Р.І., ТРЕМБУС І.В., ДЕЙКУН І.М.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ НЕДЕРЕВНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАПЕРУ

**Мета.** Основною метою наукової роботи є дослідження впливу технологічних параметрів екологічно чистого способу делігніфікації недеревної сировини з отриманням волокнистих напівфабрикатів придатних для виробництва пакувальних видів паперу.

**Методика.** Для дослідження використовували стебла ріпаку, натронно-содовий варильний розчин, каталізатор антрахінон. Варіння січки проводили у сталевих автоклавах, які опускали у гліцеринову баню. Застосовано стандартні методики визначення показників якості (виходу та вмісту залишкового лігніну) недеревного волокнистого напівфабрикату. В якості математичного методу обробки даних використовували метод узагальненого приведення градієнта. Лабораторні зразки відливіків волокнистих напівфабрикатів та паперу виготовляли на листовідливному апараті ЛА-2, механічні показники зразків визначали згідно стандартних методик з використанням відповідних приладів.

**Результати.** Доведено доцільність використання стебел ріпаку для перероблення на волокнисті напівфабрикати в умовах лужного середовища. Встановлено, що найбільший вплив на делігніфікацію сировини має підвищення температури варіння з 80 до 120 °С та використання каталізатора антрахінона. Показано, що отримані напівфабрикати із ріпаку мають достатні паперотвірні властивості та в композиції з макулатурою марки МС 5Б придатні для використання у виробництві паперу для гофрування марки Б-3.

**Наукова новизна** роботи полягає у застосуванні екологічного способу перероблення відходів аграрного виробництва для отримання волокнистих напівфабрикатів за низьких температур. На прикладі стебел ріпаку досліджено вплив технологічних параметрів на показники якості напівфабрикатів та за допомогою методів математичної обробки експерименту визначено оптимальне співвідношення волокнистий напівфабрикат/макулатура, за якого показники міцності паперу для гофрування будуть відповідати нормам стандарту.

**Практична значимість.** Наведені результати досліджень показують доцільність використання відходів олійних культур для перероблення на волокнисті напівфабрикати, з метою розширення сировинної бази паперово-картонного виробництва.

**Ключові слова:** стебла ріпаку, делігніфікація, натронно-содове варіння, каталізатор, фізико-механічні показники, папір для гофрування.

**Вступ.** З усієї різноманітності рослинного світу культурні та дикорослі рослини являють собою потужний сировинний ресурс для виробництва волокнистих напівфабрикатів (ВНФ) для целюлозно-паперової промисловості. Для територій, які мало забезпечені основною целюлозовмісною деревною сировиною, можливість успішного використання недеревної сировини для потреб паперової промисловості підтверджується економічними та екологічними аспектами [1, 2]. Однак, визначальними факторами її використання є доступність та вартість.

У даний час обсяги виробництва паперу і картону значно випереджають темпи росту виробництва ВНФ, що призводить до зниження вмісту первинного волокна в готовій продукції. Причинами такої тенденції є зростання вартості первинних напівфабрикатів та збільшення питомих капітальних затрат на створення нових потужностей для їх виробництва [3, 4].

Скорочення частки ВНФ з деревини в композиції паперу стало можливим за рахунок як зниження втрат волокна у виробництві, використання наповнювачів, пігментів, макулатури, а також і недеревних волокон. Одночасно із цим відбуваються структурні зміни у напівфабрикатній базі, які направлені на розширення використання менш дефіцитних і більш дешевих видів недеревної сировини, відходів аграрного виробництва, а також підвищеному використанню з них напівфабрикатів високого виходу [4 - 7].

Суттєвим імпульсом розвитку виробництва недеревних волокнистих напівфабрикатів є наявність сировини в необхідних кількостях за рахунок її щорічної відновлюваності, менших витрат ресурсів, умовами охорони навколишнього середовища (рослинні рештки не мають практичного застосування в інших галузях і тому часто піддаються спалюванню на полях), забезпечення необхідними споживчими властивостями паперу та картону.

Дослідженнями показано, що ВНФ із соломи злакових, олійних – ріпаку, сої, соняшнику характеризуються високим вмістом полісахаридів з низьким ступенем їх полімеризації, особливо пентозанів, мінеральної частини, неоднорідністю фракційного складу волокон за наявності великої кількості клітин неволокнистого характеру, порівняно малими розмірами волокон [5, 6]. До переваг використання таких напівфабрикатів треба віднести легше їх розмелювання, із-за наявності значної кількості геміцелюлоз, які полегшують проникнення води у волокна. Це призводить до ослаблення структури волокна і притягування води, що прискорює його набухання і підвищує здатність до фібрилювання. Розмелювання таких волокон потребує відносно невисоких витрат енергії і навіть відразу після варіння соломи можна досягати її високого ступеня млива без розмелювання [8, 9]. Із-за неоднорідності волокон недеревних напівфабрикатів вони характеризуються низькою водовіддачею, що призводить до сповільнення зневоднення полотна паперу на машині. З метою уникнення таких труднощів напівфабрикати із недеревної сировини використовують у композиції з іншими видами волокнистих матеріалів.

Використання стебел ріпаку в якості целюлозовмісної сировини має великий потенціал щодо розширення сировинної бази з отриманням якісних первинних напівфабрикатів для виготовлення паперу. Вибір цієї сировини обумовлений тим, що вона відноситься до відходів з низькою вартістю та не використовується іншими галузями, має щорічну відновлюваність, а за вмістом вуглеводної частини близька до листяних порід деревини [5].

**Постановка задачі.** Основною метою наукової роботи є дослідження впливу технологічних параметрів натронно-содового способу делігніфікації недеревної сировини з отриманням волокнистих напівфабрикатів придатних для виробництва пакувальних видів паперу.

**Матеріали та методи дослідження.** Для досягнення мети даної роботи необхідно вивчити хімічний склад стебел ріпаку, провести їх делігніфікацію в умовах лужного середовища за низьких температурних режимів та різних витрат основних реагентів, з отриманням волокнистих напівфабрикатів, придатних для використання їх у композиції пакувальних видів паперу.

У роботі, для отримання волокнистих напівфабрикатів, використовували стебла озимого ріпаку, які піддавали подрібненню на січку до розмірів 15-20 мм. Січка зберігалася в ексикаторі для підтримання постійної вологості і хімічного складу. Хімічний склад стебел ріпаку було досліджено за стандартними методиками TAPPI [10].

Натронно-содовий варильний розчин отримували з попередньо приготованих концентрованих розчинів відповідно соди і натрій гідроксиду у співвідношенні 50 : 50 об'ємних %. Витрати активного лугу становили 12 та 14 % в одиницях  $\text{Na}_2\text{O}$  від маси абсолютно сухої сировини (абс. сух. сировини). У приготованих варильних розчинах визначали масову частку натрій гідроксиду за стандартною методикою та виміряли рН [10].

Делігніфікацію січки проводили за гідромодуля 5 : 1 з використанням каталізатора антрахінону (АХ) в кількості 0,1 % від маси абс. сух. сировини та без нього, наважку якого додавали безпосередньо в автоклав. Для варіння використовували сталеві автоклави, завантажені січкою і варильним розчином, які опускали у попередньо нагріту до необхідної температури гліцеринову баню та витримували за кінцевої температури 15 хв. Температура варіння становила 80, 100, 120 °С. По закінченні визначеного часу масу піддавали гарячому розмелюванню за температури близько 70 °С, промивали проточною водою до нейтральних значень рН промивних вод, зважували на аналітичних вагах, визначали вихід та ступінь делігніфікації за стандартною методикою [10].

Розмелювання отриманих напівфабрикатів проводили у млині відцентрово-розмелювального апарата (ВРА) до досягнення ступеня млива  $60 \pm 2$  °ШР – у випадку визначення показників міцності одержаних волокнистих напівфабрикатів та до  $45 \pm 2$  °ШР – у випадку виготовлення паперу для гофрування. У композиції паперу використовували макулатуру марки МС 5Б, яку попередньо подрібнювали на шматочки, замочували у воді та розмелювали у лабораторному розмелювальному комплексі (ЛРК) до  $45 \pm 2$  °ШР. Ступінь млива ВНФ та макулатури визначали на апараті СР-2 типу Шоппер-Ріглера.

Лабораторні зразки отриманих волокнистих напівфабрикатів та паперу виготовляли на листовідливому апараті (ЛА-2) за стандартною методикою [10]. Згідно стандартів волокнисті напівфабрикати отримували масою 1 метра квадратного 75 г та для паперу для гофрування 112г [11]. Папір для гофрування виготовляли із 100 % відповідно розмелених напівфабрикатів ріпаку та в композиції напівфабрикатів із макулатурою за рівного співвідношення (50 : 50). Зразки отриманих волокнистих напівфабрикатів та паперу піддавали аналізу на механічну міцність після кондиціонування за умов: температура ( $23 \pm 1$ ) °С; відносна вологість повітря ( $50 \pm 2$ )%; тривалість 2,5 год. Для зразків волокнистих напівфабрикатів визначали: розривну довжину (ГОСТ 1924.1), опір роздиранню (ДСТУ 3368-96), опір продавлюванню (ДСТУ 13525.8), міцність на злом під час багаторазових перегинів (ДСТУ 3476).

Для зразків паперу визначали: опір продавлюванню (ДСТУ 13525.8), опір торцевому стисненню (ГОСТ 28686), опір площинному стисненню (ДСТУ EN ISO 7263).

**Результати дослідження.** У даній роботі в якості об'єкта дослідження використовували стебла ріпаку, які попередньо піддавали аналізу на хімічний склад. Отримані результати хімічного складу наведено в табл. 1.

З аналізу отриманих даних табл. 1 видно, що за вмістом полісахаридів та лігніну стебла ріпаку близькі до листяних порід деревини, але відрізняються підвищеним вмістом смол, жирів та восків (СЖВ) і мінеральної частини. Виходячи з хімічного складу щодо основної вуглеводної частини, ці види однорічних рослин можна вважати задовільними для отримання волокнистих напівфабрикатів, але вони потребують відповідних способів перероблення, із-за підвищеного вмісту мінеральної частини та СЖВ. Однак, необхідно відмітити, що високі значення екстрактивних речовин у вигляді СЖВ, які в основному зосереджені на поверхні

стебел, перешкоджають проникненню хімічних реагентів в середину стебла, що збільшує тривалість обробки такої сировини. До особливостей переробки однорічних рослин слід віднести підвищений вміст у них, в порівнянні із деревиною, мінеральних речовини, які піддаються розчиненню в умовах лужної обробки. Тому, перероблення січки за високих значень рН варильного розчину одночасно має позитивний вплив на видалення із рослинної сировини небажаних компонентів, щодо якості напівфабрикатів, сприяє збільшенню швидкості набухання волокон та частковому розрихленню складної серединної пластинки між щільно упакованими волокнами поверхневого шару стебла. З метою більш глибокої взаємодії компонентів варильного розчину із складовими сировини та ефективної її делігніфікації пропонується використання екологічного натронно-содового способу.

Таблиця 1

**Хімічний склад стебел недеревної сировини та деревини, %**

Сировина	Целюлоза	Лігнін	Пентозани	Екстракція H <sub>2</sub> O	Екстракція спирто-бензольною сумішшю, (СЖВ)	Зольність
Стебло ріпаку	38,7	25,7	26,1	12,2	2,2	3,9
Пшенична солома: стебло*	44,0	16,5	26,7	10,1	5,2	6,6
Береза*	41,0	21,0	28,0	2,2	1,8	0,47

\*Літературні дані [3].

Делігніфікації піддавали січку ріпаку в лужному середовищі за різних температур та витрат активного луку, з додаванням каталізатора, або без нього. Отримані результати наведено у табл. 2.

Таблиця 2

**Показники якості волокнистих напівфабрикатів**

Температура, °С		80	100	120	80	100	120
Показник Вихід, %/ Лігнін, %	Каталізатор антрахінон	Витрати активного луку 12 %			Витрати активного луку 14 %		
		Вихід/ лігнін	–	83,5/ 20,1	82,2/ 19,0	79,8/ 17,5	81,0/ 19,7
Вихід/ лігнін	+	80,2/ 18,5	78,7/ 17,4	75,3/ 16,5	79,5/ 17,0	77,0/ 16,7	74,2/ 15,4
Розривна довжина, м	–	1850	2090	2180	1950	2100	2230
	+	2000	2450	2500	2200	2250	2550
Опір продавлюванню, кПа	–	73	81	95	87	98	105
	+	86	94	97	93	102	113
Опір роздиранню, мН	–	267	295	321	300	330	390
	+	300	305	360	345	350	342

В результаті хімічного перероблення січки отримано волокнисті напівфабрикати, які за виходом можна охарактеризувати як солон'яна маса та напівцелюлоза. Помічено, що

підвищення температури від 80 до 120 °С, за інших рівних умов, має переважаючий вплив на делігніфікацію сировини. Дана закономірність підтверджується збільшенням показників міцності в середньому на 8 - 20%. Частково це можна пояснити тим, що у традиційних способах варіння лігнін починає розчинятися після 100 °С. Порівнюючи дані, отримані для напівфабрикатів із додаванням каталізатора антрахінона та без нього, прослідковується його позитивний вплив на їх якісні показники. Ступінь провару сировини з використанням каталізатора посилюється. Це в свою чергу призводить до покращення фізико-механічних показників ВНФ. Застосування каталізатора для делігніфікації недеревної сировини в слабо лужному середовищі, дозволяє підвищувати показники міцності напівфабрикатів в межах 5 - 7%. Дещо менший вплив на делігніфікацію січки спостерігається у разі збільшення витрат активного луку на 2 %. За таких умов оброблення січки, лігнін розчиняється досить в незначній кількості, що підтверджується даними табл. 2. Слід зауважити, що показники міцності напівфабрикатів, отриманих содово-натронним способом є нижчими в порівнянні з напівфабрикатами, отриманими нейтрально-сульфітним способом із цієї ж сировини та із соломи [3, 7]. Основним поясненням може бути нижчий ступінь делігніфікації січки, що має переважаючий вплив на якість фібрилювання волокна та показники міцності напівфабрикатів.

З метою раціонального застосування отриманих содово-натронних напівфабрикатів із ріпаку їх використовували у композиції з макулатурою марки МС 5Б у співвідношенні 50 : 50 для отримання паперу для гофрування (рис. 1).

Результати експериментальних досліджень були піддані математичній обробці з метою визначення оптимального співвідношення напівфабрикат із ріпаку/макулатура, за якого фізико-механічні показники виготовленого паперу будуть відповідати нормам стандарту [11].

Як показав попередній кореляційний аналіз, найбільш чутливим до зміни співвідношення напівфабрикат зі стебел ріпаку/макулатура є параметр «абсолютний опір продавлюванню».

Виходячи з цього, сформовано такий критерій пошуку точки оптимуму: необхідно підібрати співвідношення напівфабрикат зі стебел ріпаку/макулатура, за якого виготовлений папір матиме параметри якості «абсолютний опір продавлюванню» 170 кПа (значення, що визначається стандартом) за умови виконання обмежень на інші параметри якості [11].

У формалізованому вигляді поставлену задачу можна подати у вигляді системи рівнянь:

$$\begin{cases} 0,0052X^2 + 0,73X + 145 \geq 170 \\ 0,000065X^2 + 0,0033X + 0,61 = 0,65 \\ -0,0066X^2 + 0,03X + 116 \geq 110 \end{cases} \quad (1)$$

де: X – вміст макулатури у волокнистій композиції паперу для гофрування.

Ліва частина першого рівняння є регресійною залежністю величини абсолютного опору продавлюванню від відсоткового вмісту макулатури у композиції; другого рівняння – опору торцевому стисненню; третього рівняння – опору площинному стисненню. Для всіх отриманих регресійних моделей величина достовірності апроксимації становить не менше 0,95, що дає підстави вважати отримані регресійні моделі такими, що відповідають реальному об'єкту.

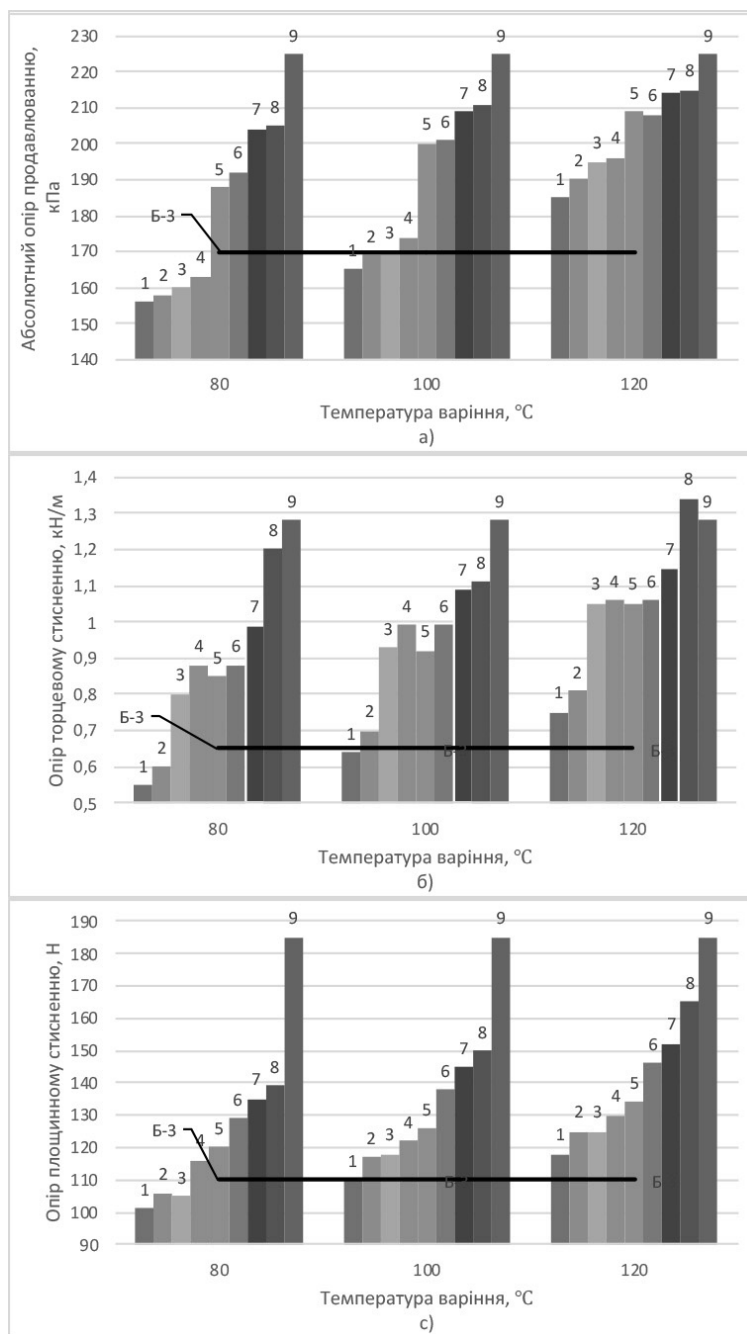


Рис. 1. Залежність фізико-механічних показників паперу для гофрування від композиції напівфабрикатів: а) абсолютний опір продавлюванню; б) опір торцевому стисненню; в) опір площинному стисненню: 1, 2 – напівфабрикат зі стебел ріпаку без АХ та з АХ (12 %);

3,4 – напівфабрикат зі стебел ріпаку з АХ та без АХ (14 %); 5,6 – напівфабрикат зі стебел ріпаку з АХ та без АХ витрати акт. лугу 12 % + макулатура (50:50); 7,8 – напівфабрикат зі стебел ріпаку з АХ та без АХ витрати акт. лугу 14 % + макулатура (50:50); 9 – макулатура 100 %

З використанням методу узагальненого приведенного градієнта визначено, що за температури 100 °C і витрат активного лугу 12 % без АХ оптимальним співвідношенням масових часток напівфабрикатів, отриманих із стебел ріпаку та макулатури є відповідно 63,5% та 36,5 %. За визначених умов показники якості готового паперу будуть становити: абсолютний опір продавлюванню – 170 кПа; опір торцевому стисненню – 0,72 кН/м; опір площинному стисненню – 119,4 Н. Отримані результати вказують на те, що виконано всі умови пошуку точки оптимуму.

За інших умов, температури 120 °С, витрат луку 12 %, без каталізатора АХ з використанням методу узагальненого приведенного градієнта визначено, що оптимальним співвідношенням масових часток напівфабрикатів, отриманих із стебел ріпаку та макулатури є відповідно 71,5% та 28,5%. За визначених умов показники якості готового паперу будуть становити: абсолютний опір продавлюванню – 170 кПа; опір торцевому стисненню – 0,77кН/м; опір площинному стисненню – 122,2 Н. Отримані результати вказують на те, що виконано всі умови пошуку точки оптимуму. Аналіз отриманих результатів показує ефективність підвищення температури варіння стебел ріпаку з метою отримання напівцелюлози, що позитивно впливає на якість готового паперу.

**Висновки.** Досліджено використання лужного середовища та технологічних параметрів на делігніфікацію січки стебел ріпаку та основні характеристики напівфабрикатів. Встановлено, що за виходом і ступенем провару січки отримано напівфабрикати високого виходу в межах 69-88 %. Показано позитивний вплив підвищення температури з 80 до 120 °С та використання каталізатора на фізико-механічні показники отриманих напівфабрикатів. Підвищення витрат активного луку в межах від 12 до 14 % в од. Na<sub>2</sub>O від маси абс. сух. в меншій мірі впливають на показники якості напівфабрикатів. Встановлено, що натронно-содовим способом варіння січки ріпаку, отримано напівфабрикати, які в композиції з макулатурою марки МС-5Б за паперотворними та фізико-механічними властивостями задовольняють норми стандарту паперу для гофрування марки Б-3.

#### Література.

1. Юдицкая, М. Берегите лес. Бумага и жизнь. 2005, 5(59), с 42-44.
2. Mazhari, S. M.; Mousavi, S. Z.; Hosseini, H.; Resalati S.; Mahdavi E. Rasooly Garmaroody. Journal of Cleaner Production. 2013, Vol.52, p 420–424.
- 3.Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.І. Сырьё и производство полуфабрикатов. Ч.2. Производство полуфабрикатов. Осипов, П. С., Гаврилиди, Е.А., Ред.; Политехника: СПб., 2003, 633 с.
4. Li, M.; Wang, L.; Li D.; Cheng Y.-L. Adhikari Preparation and characterization of cellulose nanofibers from de-pectinated sugar beet pulp. Carbohydrate Polymers. 2014, Vol. 102, pp 136-143.
5. Черьопкіна, Р.І.; Кушмітько, О.В.; Черняк, А.М. Нейтрально-сульфітна делігніфікація соломи ріпаку. Вісник Нац. Технік. Ун-ту України «КПІ». 2012, 1 (9), с 94-97.
6. Торгашов, В. И.; Герт, Е. В.; Зубец, О. В.; Капуцкий, Ф. Н. Получение и бумагообразующие свойства целлюлозы из стеблей рапса и сои. Вестник БГУ. 2008, Сер. 2, 2, с 12-20.
- 7.Черёпкина, Р.И. Эффективность использования рапсовой целлюлозы. Вісник

#### References.

1. Yuditskaya, M. (2005). Beregite les. [Take care of the forest]. Bumaga i zhizn', 5(59), 42-44 [in Ukrainian].
2. Mazhari, S.M., Mousavi, S.Z., Hossein, H., Resalati, S., Mahdavi, E. (2013). Rasooly Garmaroody Journal of Cleaner Production, 52, p 420-424 [in American].
3. Akim, L. E., Burov, A. S., Evstigneev, E. I., Mironova, T. Ya., Puzyrev, Filatov, B. N. S. S. (2003). Tekhnologiya tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. V 3 t. T.I. Syr'ye i proizvodstvo polufabrikatov. Ch.2. Proizvodstvo polufabrikatov. [Pulp and paper technology. T.I. Raw materials and production of semi-finished products. Part 2. Production of semi-finished products]. [in Russian].
4. Li, M., Wang, L., Li, D., Cheng, Y.-L. (2014) Adhikari Preparation and characterization of cellulose nanofibers from de-pectinated sugar beet pulp. Carbohydrate Polymers, 102, 136-143 [in American].
5. Cheropkina, R.I., Kushmitko, O.V., Cherniak, A.M. (2012). Neitralno-sulfitna delihnifikatsiia solomy ripaku [Neutral-sulfite delignification of rapeseed straw]. Visnyk Nats. Tekhnik. Un-tu Ukrainy «KPI», 1 (9), 94-97 [in Ukrainian].
6. Torgashov, V. I., Gert, E. V., Zubets, O. V., Kaputskiy, F. N. (2008). Poluchenie i bumagoobrazuyushchie svoystva tsellyulozy iz stebley rapsa i soi. [Receiving and paper-forming properties of cellulose from rape and soybean stalks]. Vestnyk BHU, 2(2), 12-20 [in Russian].
7. Cherepkina, R. I. (2014). Effektivnost' ispol'zovaniya rapsovoy tsellyulozy. [The efficiency of the use of

Нац. техн. ун-ту України «КПІ». 2014, 1(12), с. 96-100.

8. Диагностические признаки недревесных растительных и химических волокон. Москалёва, В. Е.; Брянцева, З. Е. и др.; Зотова-Спановская, Н. П., Ред.; Лесная промышленность: Москва, 1981. 120 с.

9. Кларк, Дж. Технология целлюлозы. Лесная промышленность: Москва, 1983. 456 с.

10. Test Methods. Atlanta. Georgia. Tappi press. 2004.

11. ДСТУ 7798:2015. Папір для гофрування. Технічні умови. Київ: Будстандарт, 2016, 12.

rapeseed pulp]. Visnik Nac. tehn. un-tu Ukraini «KPI». 1(12), 96-100 [in Russian].

8. Moskaleva, V. E., Bryantseva, Z. E. (Ads.). (1981). Diagnosticheskie priznaki nedrevesnykh rastitel'nykh i khimicheskikh volokon. [Diagnostic signs of non-woody plant and chemical fibers]. Zotova-Spanovskaja, N. P. (Ad.). [in Russian].

9. Klark, Dzh. (1983). Tekhnologiya tsellyulozy [Pulp technology]. [in Russian].

10. Test Methods. (2004). Tappi press [in American].

11. DSTU 7798:2015. Papir dlia hofruvannia. Tekhnichni umovy. [Corrugated paper. Technical conditions]. Kyiv: Budstandart, 2016, 12 [in Ukrainian].

**CHEROPKINA ROMANIA**

[Cheropkina.r@gmail.com](mailto:Cheropkina.r@gmail.com)

Associate Professor, assistant professor of the department of Ecology and plant polymer technologies

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9022-1576>

Researcher ID: L-2005-2017

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,

Department of Ecology and Plant Polymers Technology

**IRINA DEYKUN**

[ir.d2615@gmail.com](mailto:ir.d2615@gmail.com)

Associate Professor, assistant professor of the department of Ecology and plant polymer technologies

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7481-4144>

Researcher ID: 55062459700

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,

**IRINA TREMBUS**

[tivkpi@gmail.com](mailto:tivkpi@gmail.com)

Associate Professor, assistant professor of the department of Ecology and plant polymer technologies

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7481-4144>

Researcher ID: 55227349800

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**ПОЛУФАБРИКАТЫ ИЗ НЕДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БУМАГИ  
ЧЕРЁПКИНА Р.И., ТРЕМБУС И.В., ДЕЙКУН И.М.**

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

**Цель.** Основной целью научной работы является исследование технологических параметров экологически чистого способа делигнификации недревесного сырья с получением волокнистых полуфабрикатов для производства упаковочных видов бумаги.

**Методика.** Для исследования использовали стебли рапса, натронно-содовый варочный раствор, катализатор антрахинон. Варку сечки проводили в стальных автоклавах, которые опускали в глицериновую баню. Использовано стандартные методики определения показателей качества (выхода и содержания остаточного лигнина) недревесного волокнистого полуфабриката. В качестве математического метода обработки данных использовали метод обобщенного приведенного градиента. Лабораторные образцы отливок волокнистых полуфабрикатов и бумаги изготавливали на листоотливном аппарате ЛА-2, механические показатели образцов определяли согласно стандартных методик с использованием соответствующих приборов.

**Результаты.** Доказана целесообразность использования стеблей рапса для переработки на волокнистые полуфабрикаты в условиях щелочной среды. Установлено, что наибольшее влияние на делигнификацию сырья имеет повышение температуры варки с 80 до 120 °С и использование катализатора антрахинона. Показано, что полученные полуфабрикаты из рапса имеют достаточные бумагообразующие свойства и в композиции с макулатурой марки МС 5Б пригодны для использования в производстве бумаги для гофрирования марки Б-3.

**Научная новизна** работы обусловлена экологичностью процесса переработки отходов аграрного производства в качестве альтернативного сырья для получения волокнистых полуфабрикатов при низких температурах варки. На примере стеблей рапса исследовано влияние



технологических параметров на показатели качества полуфабрикатов и с помощью методов математической обработки эксперимента определено оптимальное соотношение волокнистый полуфабрикат/макулатура, при котором показатели прочности бумаги для гофрирования будут соответствовать нормам стандарта.

**Практическая значимость.** Приведенные результаты исследований показывают целесообразность использования отходов масличных культур для переработки на волокнистые полуфабрикаты, с целью расширения сырьевой базы картонно-бумажного производства.

**Ключевые слова:** стебли рапса, делигнификация, натронно-содовая варка, катализатор, физико-механические показатели, бумага для гофрирования.

## FIRST STUFF FROM NON-WOODEN RAW MATERIALS FOR PAPER PRODUCTION

CHEREPKINA R.I., TREMBUS I.V., DEYKUN I.M.

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute»

**Purpose.** The main objectives of scientific work is to study the technological parameters of the sodium hydroxide method of delignification of non-wood raw materials and production of fibrous first stuff for the manufacturing of packaging types of paper.

**Methodology.** For the research, rapeseed stalks, sodium hydroxide cooking, anthraquinone catalyst were used. The brews were cooked in steel autoclaves, which were lowered into a glycerin bath. Standard methods for the determination of the quality indicators (yield and residual lignin content) of non-wood fiber first stuff were used. As a mathematical data processing method, the generalized reduced gradient method was used. Laboratory samples of castings of fibrous first stuff and paper were made on a LA-2 sheet-making apparatus, the mechanical parameters of the outturn sheet were determined according to the standard methods using appropriate instruments.

**Results.** The expediency of using rapeseed stalks for processing of fibrous first stuff under alkaline conditions has been proven. It was found that the greatest influence on the delignification of raw materials has the raise of cooking temperature from 80 to 120 °C and the use of the anthraquinone catalyst. It has been shown that the obtained rapeseed first stuff have sufficient paper-forming properties and are suitable for use in the production of MS 5B brand paper for the use in the production of fluting paper or board of B-3 grade.

**The scientific novelty** of the work is due to the environmental friendliness of the agrowaste processing as an alternative raw material for the production of fibrous first stuff at low cooking temperatures. Using rapeseed stalks as an example, the influence of technological parameters on the quality indicators of first stuff was studied. Using the mathematical methods of the processing of experiment data, the optimal ratio of fibrous first stuff/waste paper at which the strength indicators of fluting paper or board will meet the standards was determined.

**Practical significance.** Research results has shown the expediency of using oilseed wastes for processing of fibrous first stuff, with the aim of expanding the raw material base of cardboard and paper production.

**Key words:** rapeseed stalks, delignification, sodium hydroxide-soda cooking, catalyst, physical and mechanical properties, fluting paper or board.