

УДК 658.62:005.52

**А.О. ТИХОСОВА, О.Ф. БОГДАНОВА, О.С. ЗАБРОДИНА**

*Херсонський національний технічний університет*

**ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЦЕЛЮЛОЗИ НА ОСНОВІ  
НЕНАРКОТИЧНИХ КОНОПЕЛЬ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЇЇ НА  
ПАПЕРОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

**А.О. ТИХОСОВА, О.Ф. БОГДАНОВА, Е.С. ЗАБРОДИНА**

*Херсонский национальный технический университет*

**ТОВАРОВЕДЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА  
ОСНОВЕ НЕНАРКОТИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЕ  
НА БУМАЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**A. TIKHOSOVA, O. BOHDANOVA, E. ZABRODINA**

*Kherson national technical university*

**MERCHANDISING QUALITY ASSESSMENT OF PULP BASED ON NON-  
NARCOTIC HEMP FOR USE IN PAPER MILLS**

<https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2019-12-21>

**Мета.** Визначення споживчих властивостей целюлози, одержаної з волокна, стебел та костриці ненаркотичних однодомних конопель для рекомендуванню її у виробництві на підприємствах целюлозно-паперової промисловості.

**Методика.** Експериментальні дослідження споживчих властивостей целюлози з волокна, стебел та костриці ненаркотичних однодомних конопель виконували з використанням діючих стандартних методик і засобів вимірювання.

**Результати.** Досліджено функціональні, естетичні властивості й надійність споживання одержаної целюлози на основі ненаркотичних однодомних конопель подрібнених стебел та волокна, а саме: повітропроникність, маса 1 м<sup>2</sup>, руйнівне зусилля (сухе, мокре), жорсткість, абсолютний опір продавлювання, герметичність. Встановлено, що якісні характеристики целюлози на основі подрібнених стебел ненаркотичних однодомних конопель мають найбільш високе значення повітропроникності, в порівнянні з целюлозою одержаною з конопляного волокна відповідно: 1475 л/м<sup>2</sup>с і 320 л/м<sup>2</sup>с. Руйнівне зусилля целюлози з волокна вище на 4Н. Абсолютний опір на продавлювання целюлози з волокна вище на 50 кПа порівняно з целюлозою зі стебел конопель. Проведений порівняльний аналіз фізико-механічних властивостей целюлози зі стебел і волокна згідно з нормативними вимогами ГОСТ 9094-89 «Бумага для печати офсетная. Технические условия» свідчить, що по масовій частці волокон 1 м<sup>2</sup> та руйнівному зусиллю целюлоза одержана з волокон ненаркотичних однодомних конопель відповідає вищому татунку, тоді як з різаних стебел ненаркотичних однодомних конопель – першому татунку і за своєю якістю перевищує целюлозу одержану з деревини.

**Наукова новизна.** Встановлено закономірності впливу складових ненаркотичних однодомних конопель (волокна, стебел, та костриці) на хімічний склад та фізико-механічні властивості целюлози.

**Практична значимість.** Розроблено нову композицію на основі целюлози з волокон та подрібнених стебел ненаркотичних однодомних конопель з покращеними функціональними властивостями, що забезпечує надійність споживання отриманої целюлози за рахунок підвищення її механічної міцності. Здійснено промислову апробацію споживчих характеристик целюлози, одержаної з костриці, стебел та волокна ненаркотичних однодомних конопель на ТОВ «Цюрупинська паперова компанія» м. Цюрупинськ, Херсонська область. Таку технічну целюлозу з ненаркотичних однодомних конопель можна рекомендувати як сировину для виробництва офсетного друкувального паперу згідно з ГОСТ 9094-89.

**Ключові слова:** стебла, волокно, костриця, ненаркотичні коноплі, целюлоза, характеристики, хімічний склад.

**Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Найважливішими видами продукції целюлозно-паперової промисловості є целюлоза, папір і картон. Світові обсяги виробництва целюлозно-паперової продукції неухильно зростають, як зростає і попит на неї. Підприємства з її виготовлення зосереджені передусім у США, Канаді, Японії, Швеції, Фінляндії, Росії. Значна частина цієї продукції випускається в Німеччині, Франції, Чехії, Польщі, Норвегії, Австрії. Найбільшими експортерами її є Канада та деякі європейські країни – Швеція, Фінляндія, Норвегія, Австрія, а імпортерами – США, великі європейські країни, Японія [1,2].

Найбільшими експортерами картонно-паперової продукції до України є Росія й Фінляндія, які разом постачають майже 50 % паперу, картону та виробів із них.

На даний час вітчизняні підприємства для виготовлення паперу та картону використовують імпортовану целюлозу. Серед існуючих проблем галузі, перш за все, необхідно відзначити проблему сировинного забезпечення підприємств целюлозно-паперової промисловості.

Україна має потенційні можливості для стабілізації стану та подальшого розвитку у целюлозно-паперової галузі. Це, насамперед, багаторічні традиції та досвід виробництва коноплепродукції, сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування конопель та одержання високих врожаїв волокна й насіння, наявність, хоча й застарілої, матеріально-технічної бази, а також створені високопродуктивні сорти конопель[3].

Зважаючи на високу врожайність ненаркотичних конопель в Україні, порівняно з деревиною хвойних і листяних порід дерев, великому вмісту целюлози (майже 80 %) та низькому вмісту лігніну у волокні, розширення сировинної бази підприємств целюлозно-паперової промисловості за рахунок

використання ненаркотичних конопель, відкриє можливості для заміни імпортованої целюлози на целюлозно-паперових підприємствах України, що забезпечить одержання високоякісного вітчизняного паперу з низькою собівартістю.

**Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми.** Питанням одержання целюлози з однорічних рослин і застосування її у виробництві паперу присвячені роботи Барбаша В.А., Коптюха Л.А., Глушкової Т.Г., Дейкун І.М., Каполетто П., Берінга Х. та інших провідних іноземних і вітчизняних вчених [2,3,4].

Однак товарознавчі аспекти оцінювання якості целюлози на основі ненаркотичних конопель для застосування її у виробництві целюлозно-паперовій промисловості до цього часу залишаються не розкритими й потребують пошуку нових, науково обґрунтованих методологічних, а також практичних підходів до їхнього вирішення.

Тому товарознавча оцінка якості целюлози на основі ненаркотичних конопель для застосування її на паперових підприємствах є актуальним завданням.

**Цілі статті.** Ціллю статті є визначення споживчих властивостей целюлози, одержаної з волокна, стебел та костриці ненаркотичних конопель для використання її у виробництві підприємств целюлозно-паперової промисловості.

**Об'єкт дослідження.** Волокно, стебло, костриця, целюлоза ненаркотичних однодомних конопель.

**Методи дослідження.** Задачі, поставлені в роботі, вирішувалися за допомогою сучасних методів теоретичних і експериментальних досліджень: визначення вмісту сухої речовини за ДСТУ EN ISO 638:2017 (EN ISO 638:2008; ISO 638:2008 IDT) «Папір, картон та целюлоза. Визначення вмісту сухої речовини. Метод сушіння в сушильній шафі»; визначення масової частки пентозанів згідно з ГОСТ 10820-75 «Целлюлоза. Метод определения массовой доли пентозанов»; визначення вмісту  $\alpha$ -целюлози за ГОСТ 6840-78 «Целлюлоза. Метод определения содержания  $\alpha$ -целлюлозы»; визначення вмісту лігніну за ГОСТ 11960-79 «Полуфабрикаты волокнистые и сырье для однолетних растений для целлюлозно-бумажного производства. Метод определения содержания лигнина»; підготовка проб целюлози до фізико-механічних випробувань згідно з ГОСТ 14363.4-89 «Целлюлоза. Метод подготовки проб к физико-механическим испытаниям». Дані стандарти діяли на момент проведення досліджень.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Споживні властивості целюлозно-паперової продукції залежать від виду та властивостей сировини й формуються в процесі виробництва.

Целюлоза – основний компонент рослинних волокон, який надає паперу високої міцності під час розтягування. У структурі паперу волокна целюлози мають бути якомога довгими, оскільки його механічна міцність залежить від середньої довжини волокон та сили зв'язку між ними.

Лігнін у сировині негативно впливає на властивості паперу: він характеризується малою міцністю, значною жорсткістю, схильністю до пожовтіння. Тому під час виготовлення високоякісної продукції прагнуть видалити лігнін із целюлози.

Залежно від способу та умов варіння отримують целюлозу з певними властивостями для її подальшого перероблення в паперовій промисловості. На лабораторно-варильному апараті було проведено варіння підготовленого волокна. Варіння проводилось трьома способами (натронному, окислювальному та ферментному) для вибору найбільш оптимального.

Оскільки вибір способу приготування целюлози залежить від галузі її кінцевого застосування, а метою роботи було одержання високоякісної целюлози, то для варіння було обрано окислювальний спосіб.

Наступний етап проведення досліджень складався з варіння штапельованого конопляного волокна, результати представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічний склад целюлози, одержаної з конопляного волокна

| № дослідження    | Вміст целюлози, % | Вміст пектину, % | Вміст лігніну, % | Вміст золи, % |
|------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1                | 98,20             | в залишку        | 0,73             | 1,07          |
| 2                | 98,75             | в залишку        | 0,50             | 0,75          |
| 3                | 98,80             | в залишку        | 0,42             | 0,78          |
| Середнє значення | 98,58             | в залишку        | 0,55             | 0,87          |

Для дослідження використовували конопляне волокно, стебла та кострицю сорту «Дніпровський одnodомний-14».

Варіння целюлози здійснювали в кислотійкому сталевому автоклаві місткістю 10.

Для визначення целюлози використовували прискорений метод, розроблений Костромським технологічним інститутом, який базується на

перетворені целюлози шляхом гідролізу в глюкозу – метод Вільштеттера-Шудля.

Вміст пектину визначали за допомогою кальцій-пектатного способу, а лігніну – гідролітично-ваговим методом.

Після замочування конопляної костриці у біопрепаратах було проведено окислювальне варіння. Характеристика складу отриманої целюлози наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Хімічний склад целюлози, одержаної з конопляної костриці

| № досліду        | Склад основних хімічних компонентів, % |        |        |
|------------------|----------------------------------------|--------|--------|
|                  | Целюлоза                               | Лігнін | Пектин |
| 1                | 65,1                                   | 7,4    | -      |
| 2                | 64,0                                   | 7,0    | -      |
| 3                | 63,0                                   | 6,9    | -      |
| Середнє значення | 64,0                                   | 7,1    | -      |

В умовах Українського науково-дослідного інституту паперу (м. Київ) було проведено варіння механічно подрібнених стебел конопель для одержання целюлози. Середній вихід целюлози становить 72,3 %. Для повної товарознавчої оцінки целюлози, одержаної з волокна та стебел ненаркотичних однодомних конопель, здійснювали дослідження функціональних, естетичних властивостей, а також надійності споживання одержаної целюлози.

Оцінювання фізико-механічних характеристик целюлози, одержаної з конопляного волокна, костриці та стебел, проводили на виробничій базі в лабораторії ТОВ «Цюрупинська паперова компанія». Якісні характеристики отриманої целюлози наведено в таблицях 3, 4.

Таблиця 3

Товарознавчі характеристики целюлози з волокон коноплі на пілотній установці

| Повітропроникність, при $\Delta p=220\text{Па}$ , $S=10\text{см}^2$ , л/(м <sup>2</sup> с) | Маса 1м <sup>2</sup> , г | Руйнівне зусилля, кН/м |       | Жорсткість, Н |       | Абсолютний опір продавленню, кПа | Герметичність, мм.вод.ст. | Діаметр мак. пори, мкм |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|-------|---------------|-------|----------------------------------|---------------------------|------------------------|
|                                                                                            |                          | сухе                   | мокре | лице          | сітка |                                  |                           |                        |
| 320                                                                                        | 114                      | 26,8                   | 6,2   | 9,6           | 7,3   | 200                              | 96                        | 90,8                   |

Таблиця 4

Товарознавчі характеристики целюлози з подрібнених стебел коноплі на водовідливному листі

| Повітропроникність, при $\Delta p=220 \text{ Па}$ , $S=10 \text{ см}^2$ , $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ | Маса $1 \text{ м}^2$ , г | Руйнівне зусилля, кН/м |       | Жорсткість, Н |       | Абсолютний опір продавленню, кПа | Герметичність, мм.вод.ст. | Діаметр мак. пори, мкм |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|-------|---------------|-------|----------------------------------|---------------------------|------------------------|
|                                                                                                                  |                          | сухе                   | мокре | лице          | сітка |                                  |                           |                        |
| 1475                                                                                                             | 115                      | 5,6                    | 3,2   | 9,4           | 3,9   | 150                              | 66                        | 131                    |

Дані таблиці 3, 4 свідчать про те, що якісні характеристики целюлози, одержаної з подрібнених стебел конопель, мають найбільш високе значення повітропроникності, поряд з целюлозою, одержаною з конопляного волокна, відповідно:  $1475 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  і  $320 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

Жорсткість целюлози, одержаної з подрібнених стебел нижче, ніж з волокна приблизно на 4 Н. Руйнівне зусилля целюлози з подрібнених стебел менше в 4 рази, порівняно з руйнівним зусиллям целюлози з волокна. Абсолютний опір на продавлення целюлози з волокна також вище на 50 кПа, порівняно з целюлозою, одержаною з подрібнених стебел.

Проведений порівняльний аналіз товарознавчих характеристик целюлози на основі стебел і волокна з вимогами нормативного документа – ГОСТ 9094-89 «Бумага для печати офсетная. Технические условия» свідчить про те, що за масою  $1 \text{ м}^2$  та за руйнівним зусиллям целюлоза, яка одержана з волокон конопель, відповідає вищому ґатунку, тоді як целюлоза, тримана зі стебел конопель, – першому ґатунку, порівняно з хвойною деревиною. Целюлоза, одержана з костриці є коротковолокнистою, тому немає папероутворюючих властивостей.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Таким чином, проведені дослідження підтверджують можливість отримання високоякісної целюлози із волокна та стебел ненаркотичних однодомних конопель. Використання складових стебел ненаркотичних конопель дозволить рекомендувати целюлозу високої якості для виготовлення з неї друкувального офсетного паперу. При переробці волокон та стебел ненаркотичних конопель можна запропонувати сучасному споживачу конкурентоспроможний, екологічно чистий папір з натуральної, якісної, щорічно відновлюваної сировини.

Список використаних джерел

1. Пріоритети розвитку вітчизняної целюлозно-паперової промисловості [електронний ресурс / за даними сайту Урядовий портал. – Режим доступу: [http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article/art\\_id=91605985](http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article/art_id=91605985)]
2. Kozulya I. Technology of protein additives for quail [Text] / I. Kozulya, Shapovalenko O. I., Yanuk T. // Congress NEEFood-2013, the second north and east european congress on food, May 26 – 29, 2013: NUFT, Kyiv, 2013. – P. 229.
3. Вировец В.Г. Перспективный исходный материал на масличность в селекции ненаркотической посевной конопли / В.Г. Вировец, И.В. Верещагин // Вестник алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – №1(111). – С. 19-25.
4. Дейкун І.М. Розробка технологій одержання лляної целюлози для хімічної переробки: дис... канд. техн. наук: 05.17.22 / Дейкун Ірина Михайлівна ; Національний технічний ун-т України "Київський політехнічний ін-т". – К., 2005. – С. 189.
5. Бумага для печати офсетная. Технические условия ГОСТ 9094-89. Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: 1989. – 11с.

**Цель.** *Определение потребительских свойств целлюлозы, полученной из волокна, стеблей и кострицы ненаркотической однодомной конопли для рекомендации её в производстве на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности..*

**Методика.** *Экспериментальные исследования потребительских свойств целлюлозы из волокна, стеблей и кострицы ненаркотической однодомной конопли выполняли с использованием действующих стандартных методик и средств измерения.*

**Результаты.** *Исследовано функциональные, эстетические свойства и надежность потребления полученной целлюлозы на основе ненаркотической однодомной конопли измельченных стеблей и волокна, а именно: воздухопроницаемость, масса 1м<sup>2</sup>, разрушающее усилие (сухое, мокрое), жесткость, абсолютное сопротивление продавливанию, герметичность.*

*Установлено, что качественные характеристики целлюлозы на основе измельченных стеблей ненаркотической однодомной конопли имеют наиболее высокое значение воздухопроницаемости, по сравнению с целлюлозой полученной из конопляного волокна соответственно: 1475 л/м<sup>2</sup>с и 320 л/м<sup>2</sup>с. Разрушающее усилие целлюлозы из волокна выше на 4Н. Абсолютное сопротивление на продавливание целлюлозы из волокна выше на 50 кПа по сравнению с целлюлозой из стеблей конопли.*

*Проведенный сравнительный анализ физико-механических свойств целлюлозы из стеблей и волокна в соответствии с нормативными требованиями ГОСТ 9094-89 «Бумага для печати офсетная. Технические условия» свидетельствует, что по массовой доле волокон 1м<sup>2</sup> и разрушительному усилию целлюлоза полученная из волокон ненаркотической однодомной конопли соответствует высшему сорту, тогда как из резаных стеблей ненаркотической однодомной конопли - первому сорту и по своему качеству превосходит целлюлозу полученную из древесины.*

**Научная новизна.** *Установлены закономерности влияния составляющих ненаркотической однодомной конопли (волокна, стеблей, и кострицы) на химический состав и физико-механические свойства целлюлозы.*

**Практическая значимость.** *Разработана новая композиция на основе целлюлозы из волокон и измельченных стеблей ненаркотической однодомной конопли с улучшенными функциональными свойствами, обеспечивающая надежность потребления полученной*

целлюлозы за счет повышения ее механической прочности. Осуществлено промышленную апробацию потребительских характеристик целлюлозы, полученной из кострицы, стеблей и волокна ненаркотической однодомной конопли на ООО «Цюрупинская бумажная компания» г. Цюрупинск, Херсонская область. Такую техническую целлюлозу с ненаркотической однодомной конопли можно рекомендовать в качестве сырья для производства офсетной печатной бумаги по ГОСТ 9094-89.

**Ключевые слова:** стебли, волокно, кострица, ненаркотическая конопля, целлюлоза, характеристики, химический состав.

**Purpose.** Determination of consumer properties of cellulose, obtained from fiber, stems and ostriches of non-narcotic monocute hemp for recommending it in production at pulp and paper industry enterprises.

**Methodology.** Experimental studies of consumer properties of cellulose from fiber, stems, and ostriches of non-narcotic homogeneous hemp were performed using current standard techniques and measuring instruments.

**Findings.** The functional, aesthetic properties and reliability of the consumption of the obtained cellulose on the basis of non-narcotic homogeneous hemp of crushed stalks and fibers, namely: air permeability,  $1\text{m}^2$  mass, destructive effort (dry, wet), rigidity, absolute resistance to corrosion, tightness, are investigated.

It is established that the qualitative characteristics of cellulose on the basis of crushed stalks of non-narcotic homogeneous hemp have the highest value of air permeability, in comparison with cellulose obtained from hemp fiber, respectively:  $1475\text{ l/m}^2\text{s}$  and  $320\text{ l/m}^2\text{s}$ . The destructive effort of fiber pulp is higher at 4H. The absolute resistance to squeezing cellulose from the fiber is higher by 50kPa compared with hemp straw pulp.

A comparative analysis of physical and mechanical properties of cellulose from stalks and fibers is carried out in accordance with the normative requirements of GOST 9094-89 "Offset paper. Specifications" shows that the fiber content of  $1\text{m}^2$  and the destructive effort of cellulose derived from non-narcotic monocute hemp fibers corresponds to the highest grade, whereas from the cut stems, non-narcotic monogeneous hemp - the first brand and in its quality exceeds cellulose derived from wood.

**Originality.** The regularities of the influence of the components of non-narcotic homogeneous hemp (fibers, stalks, and ostriches) on the chemical composition and physical and mechanical properties of cellulose are established.

**The practical value.** A new composition on the basis of cellulose from fibers and crushed stems of non-narcotic monogastric hemp with improved functional properties has been developed, which ensures the reliability of the consumption of the obtained cellulose by increasing its mechanical strength. The industrial testing of consumer characteristics of cellulose, obtained from the bonfire, stalks and fibers of non-narcotic monocute hemp on the "Tsyurupinsk Paper Company" Ltd., Tsyurupinsk, Kherson region, was carried out. Such technical cellulose from non-narcotic monogamous hemp can be recommended as a raw material for the production of offset printing paper in accordance with GOST 9094-89.

**Keywords:** stems, fiber, ostrich, non-narcotic hemp, cellulose, characteristics, chemical composition.

*Рекомендовано до публікації  
доктором технічних наук, професором  
Херсонського національного технічного університету Чурсіною Л.А.  
Дата надходження в редакцію 08.02.2019 р.*