

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ НАУКОВОГО ТА ПРАКТИЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

УДК 006.83:685.34.025-037.1

Бойко Г. А.,

galina_boyko_86@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8773-5525,

Researcher ID: ABA-6427-2020

*к.т.н., доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон*

Березовський Ю. В.,

berezov.sky.ua@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9645-2743

Researcher ID: rid20761

*д.т.н., професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон*

Ракитянська В. В.,

1989.vita@ukr.net

*магістр кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації,
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон*

ВПЛИВ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ ВОЛОКОН ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ НА ГІДРОФОБНІ ВЛАСТИВОСТІ ВЗУТТЄВИХ ВИРОБІВ НА ЇХ ОСНОВІ

Анотація. У статті досліджуються актуальні проблеми виробництва текстильного взуття з вітчизняної лубоволокнистої сировини. Конопляна сировина володіє всіма необхідними споживними властивостями, щоб використовуватися для тканини верху текстильного взуття. З метою вивчення всіх якісних властивостей даного волокна з визначенням можливості застосування в взуттєвому виробництві, вченими Херсонського національного технічного університету було проведено ряд експериментальних досліджень. Дослідження були направлені на визначення не тільки фізико-механічних властивостей конопляного волокна, але й розглядалася анатомічна будова даного типу волокна. У ході проведених досліджень встановлено, що при повній зрілості стебел соломи технічних конопель після їх механічної обробки з використанням процесу чесання луб повністю звільняється від деревної частини: флоєми, ксилеми, паренхіми, а ззовні на волокнах залишається кутикула, яка надає волокнам гідрофобних властивостей. Для підтвердження даного результату, було проведено експеримент зі змочуваності конопляного котоніну після пропарювання з метою виявлення гідрофобних властивостей майбутньої сировини для взуттєвої промисловості. За результатами даного експерименту було підтверджено той факт, що саме наявність кутинів на конопляних волокнах знижує пропускання вологи, що є позитивним показником у використанні даної сировини для тканини верху взуття. Застосування даного волокна для виробництва сирової тканини без обробки дає можливість створювати текстильне взуття з водовідштовхувальними властивостями. Подальші дослідження даної роботи повинні бути спрямовані на отримання сумішевої пряжі на основі волокон технічних конопель, тканини з її використанням. Завершальний етап даної роботи, це отримання взуття з тканиною верху на основі даного волокна.

Ключові слова: конопляне волокно, анатомічна будова, кутини, гідрофобні властивості, взуття.

Boyko G. A.,

galina_boyko_86@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8773-5525>,

Researcher ID: ABA-6427-2020,

Ph.D., Associate Professor of the Department of Merchandising, Standardization and Certification, Kherson National Technical University, Kherson

Berezovsky Y. V.,

berezov.sky.ua@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9645-2743>

Researcher ID: rid20761,

Doctor of Engineering, Professor of the department of commodity science, standardization and certification, Kherson National Technical University, Kherson

Rakityanska V. V.,

1989.vita@ukr.net,

Master's degree student of the department of commodity science, standardization and certification, Kherson National Technical University, Kherson

INFLUENCE OF THE ANATOMICAL STRUCTURE OF TECHNICAL HEMP FIBERS ON THE HYDROPHOBIC PROPERTIES OF FOOTWEAR PRODUCTS BASED ON THEM

Abstract. *The article examines the actual problems of the production of textile shoes from domestic bast fiber raw materials. Hemp raw materials have all the necessary consumer properties to be used for the upper fabric of textile shoes. In order to study all the qualitative properties of this fiber and determine the possibility of application in shoe production, scientists of the Kherson National Technical University conducted a number of experimental studies. Research was aimed at determining not only the physical and mechanical properties of hemp fiber, but also considered the anatomical structure of this type of fiber. In the course of research, it was established that at full maturity of the stalks of industrial hemp, after their mechanical processing using the combing process, the chaff is completely freed from the woody part: phloem, xylem, parenchyma, and a cuticle remains on the outside of the fibers, which gives the fibers hydrophobic properties. To confirm this result, an experiment was conducted on the wettability of hemp cottonine after steaming in order to identify the hydrophobic properties of future raw materials for the shoe industry. According to the results of this experiment, it was confirmed that the presence of cutins on hemp fibers reduces moisture permeability, which is a positive indicator in the use of this raw material for shoe upper fabric. The use of this fiber for the production of raw fabric without processing makes it possible to create textile shoes with water-repellent properties. Further research of this work should be aimed at obtaining mixed yarn based on the fibers of technical hemp, fabric using it. The final stage of this work is obtaining shoes with upper fabric based on this fiber.*

Key words: hemp fiber, anatomical structure, cutins, hydrophobic properties, shoes.

JEL Classification: L 69

DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-31-01>

Постановка проблеми. Використання волокон технічних конопель у сучасних взуттєвих виробках, є не тільки модним напрямком, але й екологічним трендом сьогодення. Взуття з конопель набагато міцніше іншого текстильного взуття за рахунок унікальності структури конопляного волокна і багаторазового його переплетення. Також вироби з даної сировини володіють унікальними споживними властивостями, вони гіпоалергенні, бактерицидні, не пропускають ультрафіолет, відмінно дихають, при цьому зберігають постійну температуру, що дозволяє уникати перегріву в спекотну погоду і переохолодження в холодну.

Створення високоякісних текстильних взуттєвих товарів зумовлюється, у першу чергу, якістю матеріалів, які застосовуються для виробництва взуття. Від якості тканини для верху взуття залежить не тільки естетичність виробу, а й багато інших споживних властивостей, що забезпечують комфортне, надійне та тривале використання взуттєвих товарів [1]. Виробництво тканини для верху взуття являє собою комплекс заходів, спрямованих на формування, зберігання та покращення споживних властивостей усіх складових готової тканини.

У виробництві конопляної тканини для використання у взуттєвих виробів використовують

конопляний котонін отриманий за технологією декортикації стебел з наступною модифікацією волокна механічним способом.

Отримання конопляного котоніну з поліпшеними механічними та геометричними властивостями не може бути передумовою застосування даного волокна у виробництві взуттєвих товарів. Важливе значення для забезпечення якості тканин, що використовуються для виготовлення взуття, мають й інші властивості волокон, зокрема фізичні. До фізичних властивостей конопляних волокон відносять гігроскопічність. Гігроскопічність – це найважливіша властивість взуттєвих виробів [1]. Даний показник відноситься до властивостей, які зумовлюють комфортність того чи іншого матеріалу при використанні його у взуттєвих товарах.

Відомо, що тканини для верху текстильного взуття зазвичай обробляють спеціальними розчинами з метою затримання вологи, що надходить ззовні (дощ, калюжі, вода). Якщо мова йде про виготовлення якісного еко-взуття, то обробка спеціальними препаратами, спреями чи восками буде зайвою в даному виробі. Таким чином, подальше вивчення фізичних показників отриманого конопляного котоніну є дуже актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підвищена температура повітря та тіла призводить до рясного потовиділення, що, у свою чергу, створює відчутний дискомфорт для людини. Позбутися зайвої вологи дозволяють висока повітропроникність та теплогенерація тканини. Ці фізичні властивості є важливими для виробництва зручного взуття. Як свідчать результати досліджень відомих вітчизняних науковців Н.П. Ляліної, Н.І. Резвих, О.О. Горач, вищезна-

чені показники якості волокон луб'яних культур залежать від їх анатомічної будови. Конопляне волокно має великий канал, який добре пропускає потрібну кількість повітря та тепла [2-4].

Науковцями кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету здійснювалися аналогічні дослідження якісних характеристик волокна іншої луб'яної культури – льону олійного. Так, О.О. Горач було проведено ґрунтовне анатомічне будови волокон льону олійного з метою з'ясування причин їх низької змочуваності та встановлено, що цей показник залежить від наявності на поверхні волокна кутикули, яка затримує поглинання вологи [4]. Дослідження, які були проведені в даній роботі, стали основою подальших досліджень впливу анатомічної будови волокон технічних конопель на властивості виробів на їх основі.

Постановка завдання. Головним завданням даної роботи є дослідження всіх якісних властивостей конопляного волокна та анатомічної будови структури стебел, з метою визначення впливу анатомічних структур конопляного волокна на гідрофобні властивості майбутніх взуттєвих товарів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як вже описувалося вище, що за основу досліджень даної роботи бралися наукові доробки О.О. Горач. Враховуючи результати вищезазначеної наукової роботи, було вирішено дослідити змочуваність волокон технічних конопель, адже, як відомо, вони також мають кутикулярний шар на поверхні (рис. 1, 2). Загальну характеристику анатомічної будови стебла цієї культури подано в табл. 1.

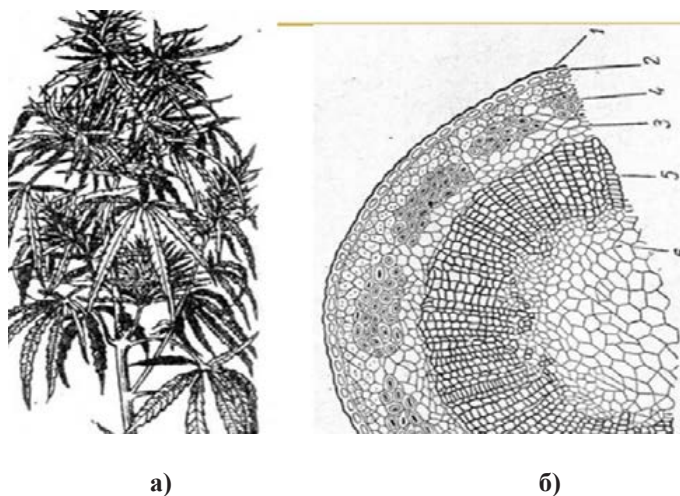


Рис. 1 – Будова стебел конопель: а) зовнішній вигляд рослини; б) поперечний зріз стебла конопель: 1 – кутикула; 2 – покривна тканин; 3 – пучки волокон; 4 – паренхіма; 5 – деревина; 6 – серцевина.

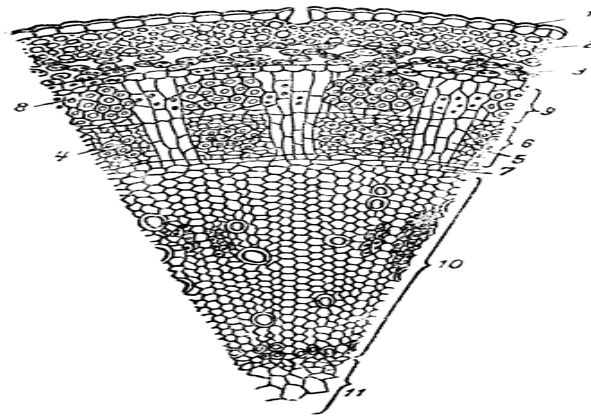


Рис. 2 – Схема анатомічної будови стебла конопель:

1 – епідерміс з кутикулою; 2 – коленхіма; 3 – кора паренхіма; 4 – вторинні луб'яні волокна; 5 – луб'яна паренхіма; 6 – флоєма; 7 – камбій; 8 – первинні луб'яні волокна; 9 – клітини перециклічної паренхіми; 10 – деревина; 11 – серцевина.

Під час виконання даної дисертаційної роботи в лабораторіях Херсонського національного технічного університету було проведено дослідження анатомічної будови волокон технічних конопель сорту Гляна, які запропоновано використовувати для виробництва верху текстильного взуття.

У результаті дослідження анатомічної будови стебла конопель було встановлено, що первинне волокно залягає в корі одним шаром у вигляді циліндра вздовж усього стебла. У той же час висота формування вторинного волокна в стеблі дуже різна, оскільки залежно від умов вирощування конопель може розвиватися від одного до декількох шарів волокон. Первинні та вторинні волокна є анатомічно різнорідними. Клітини первинних елементарних волокон мають ізодіаметричну (округлу або близьку до округлої), еліпсоподібну та овальну форми. Мінливість форми клітин значною мірою залежить від сили їх тиску одна на одну під час ущільнення волокнистого шару. Волокна з тоншими оболонками змінюють форму значно більшою мірою, ніж волокна з товстими оболонками. Діаметр клітин коливається в межах від 5 до 55 мкм, а довжина – від 0,61 до 7,5 мм. Волокно з ізодіаметричною формою клітин має високу якість, з еліпсоподібною або овальною – середню, а волокно із «зім'ятих» клітин характеризуються найнижчою якістю. Оболонка первинних елементарних волокон багат шарова. Товщина її варіюється від 7,5 до 15,7 мкм. Зі збільшенням товщини стінки зменшується канал (порожина) клітини.

Вторинні елементарні волокна, порівняно з первинними, мають округлішу форму, менший ступінь шаруватості стінки, тобто тонку оболонку, але більший канал відносно

величини клітини. Їх довжина не перевищує 4 мм, а діаметр становить 10,0 – 19,8 мкм. Вони менш компактно розміщуються в пучках, а пучки – у волокнистому шарі. Якісне волокно конопель отримують, якщо елементарні волокна правильно сформовані та мають ізодіаметричну форму, невеликий діаметр клітин й округлий контур оболонки (без зигзагів).

При повній зрілості стебел соломи технічних конопель після їх механічної обробки з використанням процесу чесання луб повністю звільняється від деревної частини: флоєми, ксилеми, паренхіми, а ззовні на волокнах залишається кутикула, яка надає волокнам гідрофобних властивостей. Кутикула являє собою цілісну безструктурну прозору плівку, яка в формі волосків заходить між волокнами. Кутикула складається з речовин, які називають кутинами. Як було доведено в роботі Н.А. Ордіної, кутини – це високомолекулярні жирні кислоти, оксикислоти, воски та жири [6]. Вони стійкі до дії сильних хімічних реагентів, таких як концентровані кислоти й луги. Кутини нерозчинні в сірчаній, хромових кислотах і навіть у мідно-аміачному розчині, в якому розчиняється целюлоза. Саме наявність на лубі технічних конопель кутинів є причиною його низької змочуваності.

Після механічної обробки стебел соломи, яку було здійснено на декортикаторі, та проведення модифікації волокон кутикула все одно залишилася на волокні. Про це свідчить аналіз мікрофотографії поперечного зрізу волокон технічних конопель (рис. 3).

Наступні дослідження були направлені на визначення змочуваності конопляного катоніну після пропарювання

Таблиця 1

Характеристика будови стебла конопель

Частина стебла	Назва тканини	Будова тканини	Функції тканини
Волокниста частина стебла	Покривна	Вона складається зі шкірочки – епідермісу (1), що являє собою один або кілька шарів щільно зімкнених клітин, не розділених міжклітинним простором, з целюлозною оболонкою та зовні вкритих плівкою – кутикулою. Кутикула просочена жироподібною речовиною кутином, який не пропускає вологи.	Захищає рослину конопель від шкідливого випаровування вологи, від несприятливих умов зовнішнього середовища, здійснює водо- та газообмін.
	Основна або первинної кори	Складається з трьох шарів: - коленхіми (2), що являє собою тканину паренхімного типу, клітини мають целюлозну оболонку нерівномірної товщини; - короної паренхіми (3), що складається з тонкостінних клітин, відокремлених одна від одної міжклітинним простором; - ендодермісу, що утворює внутрішню межу первинної кори, клітини розташовані в один шар та містять зерна крохмалю. За первинною короною знаходиться твердий луб, який складається з тонкошарових клітин перичікличної паренхіми (9) і товстостінних прозенхімних клітин первинних луб'яних волокон (8).	Коленхіма – це механічна тканина, яка надає стеблу міцності та стійкості. Корова паренхіма виконує функцію асиміляції вуглекислоти та часто буває заповнена запасами поживних речовин (крохмалем, цукром та ін.). Ендодерміс накопичує поживні речовини, необхідні для відновлення вегетації рослини. Первинні луб'яні волокна виконують функцію механічної тканини.
Деревна частина	Провідна або флоєма (6)	Складається із ситоподібних трубок, вторинних луб'яних волокон (4) і луб'яної паренхіми (5). Ситоподібні трубки являють собою капляри з попережними дірчастими стінками. Вторинні луб'яні волокна та луб'яна паренхіма утворюються з камбію (7). За луб'яною паренхімою розташована вузька смуга камбію, яка відокремлює кору (твердий луб, первинна кора, покривна тканина) та деревину, – генеративної тканини, що складається з тонких, здатних до поділу клітин.	Ситоподібні трубки дозволяють поживним речовинам легко проходити через них у сусідні живі тканини.
	Паренхімна, механічна, судинна	Деревина (10) складається із трьох груп тканин: паренхімної, механічної, судинної. Паренхіма деревини малорозвинена та складається з тонкостінних, дерев'янистих клітин. Волокна деревини – це товстостінні дерев'яні відомжені клітини із затостреними кінцями. Судини у вигляді трубок – мертві клітини. У радіальному напрямку деревина розділяється серцевинними променями.	У паренхімі деревини відбувається накопичення запасу поживних речовин та переміщення їх у горизонтальному напрямку. Волокна деревини надають стеблу міцності та стійкості у вертикальному напрямку. Судини є провідною тканиною, уздовж них ґрунтовий розчин рухається по рослині.
Серцевина		Серцевина (11) – остання внутрішня тканина стебла. Клітини цієї тканини паренхімні, великі, тонкошарові.	

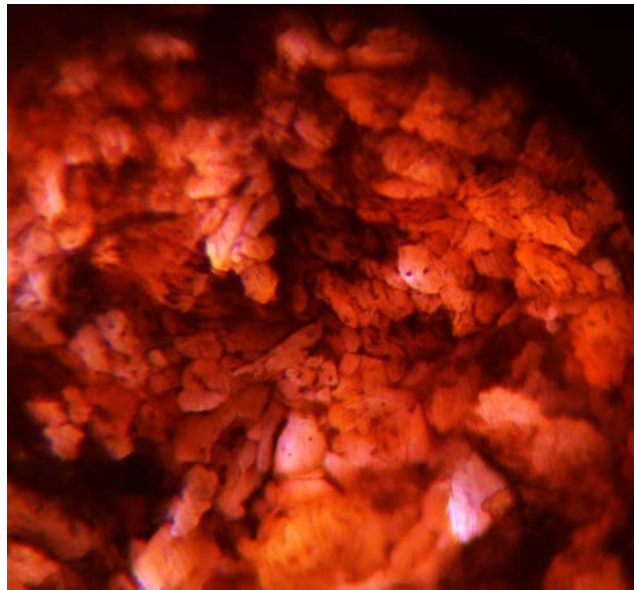


Рис. 3. – Мікрофотографія поперечного зрізу волокон технічних конопель сорту Гляна

з метою виявлення гідрофобних властивостей майбутньої сировини для взуттєвої промисловості.

Результати визначення змочуваності конопляного котоніну після пропарювання наведено в табл. 2.

Узагальнюючи результати теоретичних та експериментальних досліджень, можна зробити висновок, що наявність кутинів на волокнах технічних конопель зумовлює високий ступінь їх гідрофобності. Навіть після проведення технологічної операції пропарювання конопляного котоніну, внаслідок якої вміст жирів зменшився майже втричі, показник змочуваності не дуже збільшився. Він становить у середньому 10,3 г, тобто у два рази менше змочуваності волокна льону, що дорівнює 127 г, та бавовни – 140 г. Це підтверджує можливість застосування волокон конопляного котоніну без обробки, як основного компонента сирової пряжі. Використання тканини з такої пряжі у взуттєвому виробництві дозволить вироб-

никам заощаджувати на дорогій гідрофобній обробці взуття та виготовляти більш екологічно чисті товари.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. У результаті досліджень анатомічної будови волокон технічних конопель було встановлено, що після механічної обробки волокон з використанням процесу чесання луб повністю звільняється від деревної частини: флоєми, ксилеми, паренхіми, а ззовні на волокнах залишається кутикула, що надає їм гідрофобних властивостей. Застосування даного волокна для виробництва сирової тканини без обробки дає можливість створювати текстильне взуття з водовідштовхувальними властивостями. Подальші дослідження даної роботи повинні бути спрямовані на отримання сумішевої пряжі на основі волокон технічних конопель, тканини з її використанням та завершальний етап це отримання взуття з тканиною верху на основі даного волокна.

Таблиця 2

Показники змочуваності конопляного котоніну

Номер досліджу	Змочуваність, г	Абсолютне відхилення, Δ	Відносне відхилення, %
1	74,2	3,9	5,55
2	79,3	9,0	12,80
3	62,8	7,5	10,67
4	71,6	1,3	1,85
5	60,3	10,0	14,22
6	73,6	3,3	4,69
Середнє значення	70,3	5,8	8,30

ЛІТЕРАТУРА:

1. Зіміна Н.К., Савчук Н.В. Матеріалознавство та основи технології непродовольчих товарів. Київ. 1995. 315 с.
2. Резвих Н.І. Удосконалення технології обробки стебел без наркотичних конопель: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: спец. Херсон, 2010. 24 с.
3. Ляліна Н.П. Розвиток наукових основ первинної переробки стебел ненаркотичних конопель для отримання волокон різного функціонального призначення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. тех. наук.: Херсон, 2015. 28 с.
4. Горач О.О., Гуреєва С.С., Шот В.Е. Дослідження змочуваності лубу льону олійного та конопель. *Товарознавчий вісник*. Луцьк, 2019. Вип. 1. С. 89-96.
5. Бойко Г.А., Тіхосова Г.А., Кутасов А.В. Технічні коноплі: перспективи розвитку ринку в Україні. *Товари і ринки*. 2019. № 2 (30). С. 41-51.
6. Ордина Н.А. Структура лубоволокнистих растений и её изменение в процессе переработки. *Лёгкая индустрия*. 1978. № 3. С. 17-70.

REFERENCES:

1. Zimina N.K., Savchuk N.V. Materialoznavstvo ta osnovy tekhnolohii neproduvolchyykh tovariv. Kyiv. 1995. 315 s.
2. Rezvykh N.I. Udoskonalennia tekhnolohii obrobky stebel bez narkotychnykh konopel: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekh. nauk: spets. Kherson, 2010. 24 s.
3. Lialina N.P. Rozvytok naukovykh osnov pervynnoi pererobky stebel nenarkotychnykh konopel dlia otrymannia volokon riznoho funktsionalnoho pryznachennia: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia dokt. tekh. nauk.: Kherson, 2015. 28 s.
4. Horach O.O., Hureieva S.S., Shot V.E. Doslidzhennia zmochuvanosti lubu lonu oliinoho ta konopel. *Tovaroznachnyi visnyk*. Lutsk, 2019. Vyp. 1. S. 89-96.
5. Boiko H.A., Tikhosova H.A., Kutasov A.V. Tekhnichni konopli: perspektyvy rozvytku rynku v Ukraini. *Tovary i rynky*. 2019. № 2 (30). S. 41-51.
6. Ordyna N.A. Struktura lubovoloknystykh rastenyi y eѐ yzmenenye v protsesse pererabotky. *Lѐhkaia yndustryia*. 1978. № 3. S. 17-70.

Стаття надійшла до редакції 18 вересня 2022 року