

## ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ І ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 677.11: 338.4:006.015.8

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.1.1.7>

Ю.В. БЕРЕЗОВСЬКИЙ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-9645-2743

Т.О. КУЗЬМІНА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-6113-1923

І.А. РУДЕНКО

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-9964-6386

### ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕРОБКИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЧЕРЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕДОВИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Метою дослідження – вивчення можливостей розвитку виробництва лляної продукції в Україні. Статтю присвячено вирішенню проблем розвитку наукових основ ресурсозберігаючих технологій комплексної переробки луб'яних культур. Стаття містить теоретичні та експериментальні дослідження в галузі переробки льону олійного. Розвиток теоретичних аспектів та аналіз перспектив формування асортименту лляних та льоновмісних товарів з позицій використання інноваційних ідей є найбільш трудомістким і проблематичним.

Нині відбуваються відповідні дискусії та створюються наукові основи встановлення передових технологій переробки стеблового луб'яного матеріалу, розроблення високопродуктивного технологічного обладнання або його вузлових складових та опрацювання перспектив їх промислового впровадження, що в цілому може позитивно вплинути на покращення якісних і кількісних значень показників властивостей кінцевої продукції.

У статті розглянуто теоретичні аспекти розвитку вітчизняного виробництва лляних та льоновмісних товарів з позицій використання властивостей лляної сировини. У процесі дослідження використано методи теоретичного узагальнення і порівняння, аналізу і синтезу. Проведено критичний аналіз рекомендацій окремих досить впливових радників та інституцій світового рівня щодо підвищення рівня екологізації товарного виробництва. Розглянуто питання виробництва, пошуку шляхів підвищення об'ємів виробництва і якості лляних виробів.

У статті також проаналізовано сучасні тенденції розвитку переробної галузі льонарства та коноплярства. Отримані дані показують, що для сталого розвитку ринку продукції України, підвищення її конкурентоспроможності доцільно використовувати принципи формування асортименту товарів на основі льоновмісних матеріалів. Дослідження перспективних напрямків інноваційних технологій виробництва і асортименту текстильних матеріалів дозволяє дати оцінку розвитку вітчизняного сегмента ринку лляних екологічно безпечних товарів.

Таким чином, удосконалено науково-методичний підхід вирішення теоретичних і практичних питань одержання лляного волокнистого матеріалу, який на противагу існуючим, дозволяє покращити очищення волокна.

Ключові слова: льон олійний, волокно, властивості, очищення, екологічність, якість, інноваційні технології.

Ю.В. БЕРЕЗОВСКИЙ

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-9645-2743

Т.О. КУЗЬМИНА

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0002-6113-1923

И.А. РУДЕНКО

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0001-9964-6386

### ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ЧЕРЕЗ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Целью исследования – изучение возможностей развития производства льняной продукции в Украине. Статью посвящено решению проблем развития научных основ ресурсосберегающих технологий комплексной переработки лубяных культур. Статья содержит теоретические и экспериментальные исследования в области переработки льна масличного. Развитие теоретических аспектов и анализ перспектив формирования ассортимента льняных и льносодержащих товаров с позиций использования инновационных идей является наиболее трудоемким и проблематичным.

Сейчас происходят соответствующие дискуссии и создаются научные основы установления передовых технологий переработки стеблевого лубяного материала, разработка высокопроизводительного технологического оборудования или его узловых составляющих и обработка перспектив их промышленного внедрения, что в целом может положительно повлиять на улучшение качественных и количественных значений показателей свойств конечной продукции.

В статье рассмотрены теоретические аспекты развития отечественного производства льняных и льносодержащих товаров с позиций использования свойств льняного сырья. В процессе исследования использованы методы теоретического обобщения и сравнения, анализа и синтеза. Проведен критический анализ рекомендаций отдельных достаточно влиятельных советников и институтов мирового уровня по повышению уровня экологизации товарного производства. Рассмотрены вопросы производства, поиска путей повышения объемов производства и качества льняных изделий.

В статье также проанализированы современные тенденции развития перерабатывающей отрасли льноводства и коноплеводства. Полученные данные показывают, что для устойчивого развития рынка продукции Украины, повышение ее конкурентоспособности целесообразно использовать принципы формирования ассортимента товаров на основе льносодержащих материалов. Исследование перспективных направлений инновационных технологий производства и ассортимента текстильных материалов позволяет дать оценку развития отечественного сегмента рынка льняных экологически безопасных товаров.

Таким образом, усовершенствовано научно-методический подход к решению теоретических и практических вопросов получения льняного волокнистого материала, который в противовес существующим, позволяет улучшить очистки волокна.

Ключевые слова: масленичный лен, волокно, свойства, очистка, экологичность, качество, инновационные технологии.

Y.V. BEREZOVSKY

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-9645-2743

T.O. KUZMINA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-6113-1923

I.A. RUDENKO

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-9964-6386

### PERSPECTIVES OF OILSEED FLAX PROCESING THROUGH THE APPLICATION OF HIGH TECHNICAL SOLUTIONS

The aims of the research – to explore the possibility of development manufacture of flax products in Ukraine. The paper is devoted to solving problems of development of scientific bases of resource-saving technologies of complex processing of bast crops. The work contains theoretical and experimental research in the field of processing oilseed flax. The development theoretical aspects and analyze of a prospects to forming

assortment of the flax and flax-containing commodities from the standpoint of using innovative ideas is most labour intensive and problematic task.

Currently, relevant discussions are underway and scientific bases are being established to develop advanced technologies for the processing of stem bast material, to design high-performance technological equipment or its nodal components, and to work on the prospects for their industrial implementation, which in general can have a positive effect on improving the qualitative and quantitative values of performance indicators.

In the manuscript the theoretical aspects of development the domestic production of flax and flax-containing commodities the standpoint of using properties of flax raw material are considered. In the process of research the methods of theoretical generalization and comparison, analysis and synthesis are used. The critical analysis of recommendations of certain very influential advisers and institutes of world level on increase of the level of ecological commodity production was carried out. The questions of production, finding ways of improving to the volumes production and quality flax products are considered.

The paper also provides the analysis of the current trends in the development of flax and hemp processing industry. The obtained data show that for the sustainable development of a products Ukraine market and increasing of its competitiveness the principles forming of product range based on flax-type materials should be used. Researches of the perspective directions of the innovative production technologies and assortment of textile materials allow giving an assessment to development of a national segment of the market of flax ecologically safe goods.

Thus, scientific and methodical approach solving theoretical and practical questions of receipting of flax of fibre materials, which, in contrast to existing, allow to improve cleaning of fibre is improved.

Keywords: oilseed flax, fibre, properties, cleaning, environmental friendliness, production, quality, innovative technologies.

### Постановка проблеми

Серед усіх сільськогосподарських рослин луб'яні є одними з найбільш складних для переробки, після збирання яких одержують насіння й солому або тресту, що формують у спеціальне пакування. У сучасних умовах виробництва ефективність отримання волоконпродукції може бути забезпечена лише із використанням машин низької метало- та енергоємності. Нажаль, в Україні відсутнє виробництво спеціальних машин, які необхідні для проведення збиральних та післязбиральних операцій, обладнання для первинної переробки луб'яних культур, а висока ціна закордонної техніки не сприяють розвитку галузі, впровадженню новітніх технологій. Нині невисока ефективність існуючого в державі промислового переробного устаткування дає змогу отримувати від загальної маси виробленого льоноволокна лише 20-30 % тіпаного льону, а відсутність льонокомбінатів для переробки сировини на товарну продукцію змушує виробників шукати споживачів сировини поза країною [1-3].

Нині в світі широкого розповсюдження набув напрямок екологізації продукції – це не тільки модно і безпечно, а й вигідно та перспективно. Складові луб'яних рослин використовують в самих різних сферах життя людини від харчових продуктів, прокладання доріг, отримання вибухівки до автомобіле- та авіабудування. Вироби з технічних лляних тканин є просто незамінними для різних галузей економіки. На текстильних підприємствах із волокна виробляють різні тканини, що відзначаються тривалим строком носіння, дуже гігієнічні, антистатичні, легко перуться, стійкі до гниття. Костриця використовується для виробництва тепло- і звукоізоляційних матеріалів, паперу, целюлози, меблевих плит, а також, як паливо. Насіння й олію використовують у харчовій, косметичній, миловарній, фармацевтичній, електротехнічній, паперовій, гумовій та інших галузях промисловості [3-6].

Таким чином, слід зазначити, що важливим і актуальним питанням для сьогоденності лишається питання відновлення та стабілізації вітчизняної галузі льонарства та коноплярства, вирішення якого можливе за рахунок впровадження сучасних високоєфективних і енергоощадних технологій з використанням високопродуктивного обладнання.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Теорія та практика технічного переозброєння підприємств, модернізація технологічного устаткування, застосування сучасного ефективного обладнання з переробки луб'яної сировини, які розглянуті в наукових джерелах [2; 3; 7-11], надають підставу стверджувати, що нині для подолання кризових явищ у легкій промисловості України та отримання позитивних результатів у переробці стеблового матеріалу льону та конопель необхідно використовувати в промисловості інноваційні рішення проблем переробки з врахуванням специфічних фізико-механічних властивостей даних технічних культур, зміни попиту споживчого ринку на екологічно чисту безпечну продукцію, сучасні високотехнологічні нововведення, конструкційну специфіку переробки луб'яної сировини новими пристроями.

На фоні всебічного проникнення ненатуральних матеріалів у життя людини та їх значного впливу на екосистему все гостріше постає питання екологізації суспільства, використання природних

складових, що мають певні безпечні, а подекуди цінні корисні властивості, та в цілому можуть позитивно вплинути на стан навколишнього природного середовища [12-15]. Отже питання ефективного раціонального використання природних ресурсів в умовах обмежених фінансових можливостей та нестачі широкого спектра сировини і матеріалів на цей час залишається відкритим та актуальним.

#### Формулювання мети дослідження

Мета дослідження – вивчення можливостей розвитку виробництва лляної продукції в Україні. Завданням роботи є пошук перспектив покращення виробничих умов переробки вітчизняних лубоволокнистих рослин та розв'язання питань підвищення якісних і кількісних характеристик луб'яного волокна за рахунок поліпшення технологічних особливостей обробки оброблювального стеблового матеріалу і застосування конструкційних розробок вузлових з'єднань пристроїв з обробки лубоволокнистої сировини. У статті також проаналізовано сучасні тенденції розвитку переробної галузі легкої промисловості, досліджено технічні і технологічні особливості процесу обробки стеблової частини лубоволокнистих культур та надано оцінку напрямкам підвищення ефективності їх переробки. При цьому аналізується перспектива застосування новітніх розробок в промисловості.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Протягом декількох століть вітчизняне льонарство використовувало льон-довгунець як основну культуру, яка є традиційною для культивування в північних і західних регіонах України, що мають оптимальні кліматичні умови для його вирощування. За останні роки в Україні залишилося лише 3 області, де нині на незначних площах продовжують його вирощувати, – Житомирська, Сумська та Чернігівська, господарства яких у 2014 р. разом зібрали льон-довгунець з площі 1,3 тис. га із середньою врожайністю 6,3 ц/га (табл. 1) [1; 3; 16-18].

В останні десятиліття господарствами, які вирощують льон, практично не закуповувалися нові машини, а наявні в господарствах вже фізично зношені, не повністю укомплектовані та фактично вичерпали свій технічний ресурс. Зношеність наявної спеціалізованої техніки для проведення робіт з вирощування льону в 2017-2018 рр. досягала 75-80 %. За останні роки жодне підприємство на Україні так і не змогло організувати виготовлення машин та обладнання для збирання і переробки льону. У Житомирській області з 11-ти льонозаводів може працювати лише 5: Новоград-Волинський, Смільчинський, Володарськ-Волинський, Коростишівський та Червоноармійський. Подальшу переробку виробленого льоноволокна можна проводити на Рівненському льонокомбінаті, оскільки Житомирський льонокомбінат не працює. Нинішній стан зазначеного виробництва ледь перевищує рівень 1 % від того, який мав місце лише чверть століття тому.

У світі в 2016 році льон-довгунець вирощувався на площі приблизно 190 тис. га. Біля 80 % цієї площі було зосереджено в Європі (Франція, Німеччина, Бельгія), зокрема у Франції – до 70 тис. га. Світове виробництво якісних волокон складає орієнтовно 230 тис. тонн, де частка Європи становить до 85 %. Згідно останніх даних (вересень 2018) компанії SANECO, льон-довгунець вирощувався на площі 123 тис. га в трьох країнах Європи (Франція, Бельгія, Нідерланди). Середній обсяг зібраної соломи склав 6,3 млн. т, а вихід довгого волокна – 22 %. За 2018 рік урожай дав 170 тис. т обрізаного довгого льяного волокна і 62 тис. т «хвостів». Саме цей льон буде представлений на ринку в 2019 році, а в готових виробках – до 2020 року. Франція залишається європейським лідером льонарства в 2018 році, площа льону-довгунця у цій країні склала 105,3 тис. га [16-18].

Таблиця 1

Динаміка вирощування льону-довгунця (волокно) у 2000-2014 рр.

Показник	Роки					
	2000	2010	2011	2012	2013	2014
Україна						
Зібрана площа, тис. га	19,8	1,0	1,3	2,1	1,5	1,3
Виробництво, тис. т	8,3	0,4	0,8	1,8	1,1	0,9
Урожайність, ц/га	4,2	4,0	5,9	8,6	7,3	6,3
Житомирська область						
Зібрана площа, тис. га	3,6	0,0	0,4	0,7	0,6	0,3
Виробництво, тис. т	1,0	0,0	0,2	0,5	0,3	0,3
Урожайність, ц/га	2,9	0,8	5,5	7,3	5,4	9,5
Сумська область						
Зібрана площа, тис. га	1,9	0,6	0,2	0,5	0,4	0,5
Виробництво, тис. т	1,2	0,3	0,1	0,5	0,5	0,4
Урожайність, ц/га	6,5	4,3	4,7	11,3	13,2	7,6
Чернігівська область						
Зібрана площа, тис. га	8,5	0,3	0,6	0,9	0,5	0,5
Виробництво, тис. т	3,7	0,1	0,5	0,8	0,3	0,2
Урожайність, ц/га	4,4	4,2	6,8	8,6	5,0	3,3

В ЄС в процесі від посіву до кінцевої переробки і реалізації задіяно близько 10 тис. компаній. Їх об'єднує, контролюючи всі етапи виробництва і переробки льону-довгунця, Європейська конфедерація льонарства і коноплярства, створена ще в 1951 році. Ця наднаціональна структура включає відповідні асоціації країн-учасників. Якщо розглядати виготовлення не тільки волокон, а й пачосів з льону, які використовуються для виробництва обшивки, наповнювачів і низькоякісних тканин, то частка України в 2014 році була не більшою за 0,3 %, або 870 тонн. Це дуже мало порівняно з тим, що 25-30 років тому виробництво волокон і пачосів з льону становило понад 100 тис. т.

Вищезазначені факти свідчать про необхідність створення консолідуючої структури подібної до Європейської конфедерації для відродження льонарства як галузі виробництва волокон. Нині таку місію і завдання може виконувати недавно створена Асоціація розвитку льонарства і коноплярства України [18].

За останнє десятиліття в Україні площі, що були під льоном-довгунцем, поступово переходять під культивування льону олійного, насіння якого містить 45-55 % олії, яку широко використовують в певних галузях промисловості: лакофарбовій для виготовлення натуральної оліфи, лаків, емалей, різних фарб для підводних робіт; електротехнічній, автомобільній, суднобудівній тощо, а також у миловарінні, медицині. Крім того, широко використовують макуху льону олійного, яка містить 33,5 % білка та близько 9 % жиру і за кормовими якостями переважає макуху інших рослин для годівлі тварин. Цими та іншими перевагами культури керуються українські аграрії, беручись за її виробництво [1; 3; 16-18].

Господарства з виробництва льону олійного в Україні до недавнього часу не демонстрували динамічного розвитку. Посівні площі під культурою, хоч і в рази перевищували аналогічні під довгунцем, скорочувалися з року в рік до різкого стрибка врожайності в 2014 році. Так, після збільшення врожайності культури до 12,3 ц/га, що майже вдвічі перевищила показники попереднього року, виробники звернули увагу на перспективність даної культури. У наступному ж сезоні площі посівів під культурою вирости на 84,6 % до 62,2 тис. га, що і призвело до нечуваного підвищення валового збору насіння льону олійного – 68,6 тис. тонн (рис. 1) [1].



Рис. 1. Виробництво льону олійного в Україні, 2011-2015 рр.

Значна частина зібраного льону олійного йде на переробку. При цьому виникають проблеми нездатності конкурувати з основною трійкою українських олійних – соняшником, соєю та ріпаком – під якими зайнято понад 98 % посівних площ, задіяних під олійними культурами в Україні. Олійноекстракційні заводи, потужності яких в розпал сезону є перевантаженими, здебільшого просто не в змозі переорієнтувати виробничий процес таким чином, щоб додати до нього ще й переробку насіння льону. Потужності ж єдиного в Україні спеціалізованого олійноекстракційного заводу знаходяться в Донецьку, та, з зрозумілих причин, зараз є недоступними. Тому вітчизняний виробник змушений шукати збут сировини за кордоном.

Світове виробництво насіння льону олійного складає від 1,6 до 2 млн. тонн щорічно. У світі явним лідером виробництва насіння льону олійного є Канада, на долю цієї країни припадає близько 34 % всього світового валового збору культури. Найближчими ж конкурентами Канади є Росія (15,3 %) та

Китай (13,6 %). Слідом крокують казахське (12,9 %) та американське (6,3 %) льонарство. Загалом же доля першої п'ятірки країн-виробників льону становить понад 82 % всього світового виробництва культури. Частка України в світовому виробництві за 2014 рік становила 1,59 %, що дало змогу державі займати восьмий рядок в рейтингу країн виробників (рис. 2) [1]. Найбільшими імпортерами насіння льону є США, Китай, Німеччина, Нідерланди. У структурі імпорту Сполучені Штати та Китай займають 70 % світового ринку. Завдяки глобалізації та зростанню економік країн Південної та Південно-Східної Азії в найближчі роки прогнозується значне зростання споживання насіння льону в цих регіонах. За підрахунками учасників ринку для задоволення потреби в культурі об'єм насіння має становити близько 3 млн. тонн. Внаслідок чого основною продукцією льонарства, яка потрапляє на зовнішні ринки, стало насіння льону олійного [17-18].

За офіційними даними Державної служби статистики України, насіння українського льону в 2015/16 роках було експортовано в 45 країн. До п'ятірки імпортерів вітчизняного насіння льону ввійшли В'єтнам, Єгипет, Туреччина, Польща та Австрія, сумарно на них припадає понад 82 % всього експорту культури. Безпосередня наближеність до європейського ринку, поступове збільшення та спрощення товарообігу між ЄС та Україною послугувало стимулом до нарощування посівних площ, обробки насіння, експорту готової продукції. Особливу увагу слід звернути на виробництво екологічно чистої продукції, яка користується стабільним попитом у розвинених країнах. Кліматичні умови в нашій країні дозволяють отримувати високі врожаї без використання хімічних добрив, пестицидів тощо.

Аналіз даних вказує на те, що в переробній лляній галузі за останнє десятиліття переважає культивування олійного льону серед інших видів волокнистих рослин. Зростання попиту на продукцію цієї культури та значні прибутки від експортно-орієнтованого виробництва лляного насіння спонукало виробників розширювати площу посіву під дану рослину. Розвиток такого сценарію ставить надзвичайне питання переробки стеблових матеріалів, оскільки насіння йде на експорт, а стеблова частина є незатребуваною вітчизняною промисловістю. Стебла щораз просто залишають на полях або спалюють, що може призвести до виникнення екологічно небезпечних ситуацій. У такій ситуації байдужість держави до виробництва власної волокнистої продукції та відсутність реального плану розвитку льонарства і конопляництва призводить до подальшого занепаду первинної переробки лубоволокнистих культур, що підвищує ймовірність зникнення даної галузі та збільшує витрати виробників легкої промисловості на закупівлю натуральної волокнистої сировини [10-11; 19-22].



Рис. 2. Структура світового виробництва льону за 2014 рік

Через те що льон олійний відрізняється від льону-довгунця анатомічними й фізико-технологічними властивостями, то переробка стеблових матеріалів льону олійного за технологією льону-довгунця є нездійсненною, однак при його обробці може бути застосовано подібні технологічні прийоми переробки – м'яття, тіпання, трясіння, проте з різними особливостями конструктивного виконання технологічного обладнання та порядку його використання. Через це переробку льону олійного здійснюють за технологією отримання однотипного волокна. Для виробництва однотипного волокна застосовують різноманітні пристрої та способи, особливою рисою яких є те, що вони призначені для

переробки відходів тіпання й непристосовані для практичної переробки стебел трести. Для теперішніх мізерних об'ємів наявної сировини на заводах первинної обробки луб'яних рослин застосовують застарілі технології обробки стеблового матеріалу і обладнання, що вже не відповідають сучасним вимогам виробництва. Тому широке залучення інновацій у зазначену сферу має забезпечити комплексний підхід до розв'язання проблем галузі.

Науковий супровід виробництва інноваційної продукції в льонарстві має здійснюватися силами провідних вітчизняних учених у галузі селекції, насінництва, технологій вирощування, збирання та переробки. Так, розроблена технологія одержання безпосередньо в господарствах однотипного волокна з трести льону-довгунцю надає змогу повністю механізувати процеси збирання і переробки льонотрести, значно спрощує технологічний процес, надає можливість зменшити метало- і енергоємність устаткування та знизити собівартість одержуваного волокна, яке можна надалі використати для виробництва бавовноподібного лляного волокна, щоб забезпечити текстильні підприємства держави власною недорогою целюлозною сировиною. Основним побажанням до технічного переоснащення льонозаводів є застосування технологічних ліній переробки трести льону із співвідношенням виходу довгого та короткого волокна не менше 50:50 %, з розрахунку на обсяги переробленої лляної трести обсяг отриманого довгого льоноволокна має бути не менше 13,5 % [3]. Необхідно проводити удосконалення наявних та розроблення новітніх технологій переробки льоноволокна стосовно напрямів нетрадиційного його використання; закладання основ поглибленої переробки лубоволокнистого матеріалу.

У ситуації затребуваності сучасного доступного вискоєфективного обробного обладнання, простих технологій переробки, що стануть доступними для вітчизняних виробників, необхідно завдяки сучасним досягненням у науці і техніці розробляти нові і вдосконалювати наявні технології виробництва луб'яного натурального волокна, впроваджувати оптимальні автоматизовані системи управління технологічними процесами й виробництвом, удосконалювати національні системи визначення показників якості сировини й товарної продукції, розширювати асортимент, підвищувати якість продукції з льону та знижувати її собівартість, розробляти дієві механізми економічно вигідних взаємовідносин підприємств лляного комплексу зі споживачами в реальних умовах імпорту і експорту продукції з льону і конопель.

Завданням механічної переробки трести льону-довгунця на волокно є руйнування деревини стебла і відокремлення її від волокна. Технологія включає процеси плющення, м'яття стебел трести і тіпання отриманого пром'ятого сирцю. Всі процеси на заводах здійснюються за допомогою м'яльно-тіпальних агрегатів МТ-101 або інших марок. Відходи тіпання переробляють на коротке волокно на куделеприготувальному агрегаті КПА-1. Технологія переробки лубоволокнистих культур побудована навколо застосування процесів м'яття і тіпання, що є основними процесами для технології обробки луб'яних рослин, відіграють провідну роль у відокремленні волокнистої частини від деревної. Саме вони суттєво позначаються на якісних і кількісних показниках одержуваного волокна. Таким чином, вирішення питання вдалої підготовки стеблового матеріалу до основних процесів переробки, якісного проходження самої переробки і злагожденості вузлових частин обладнання відповідних процесів є запорукою отримання якісного луб'яного волокна і підвищення його виходу.

У ході низки досліджень було запропоновано декілька технічних і технологічних розробок з покращення процесу виділення волокна зі стебла лубоволокнистих рослин [9; 11; 22; 23]. Для більш ефективної обробки стебел луб'яних культур стало необхідним опрацювання процесів м'яття і тіпання.

За результатами теоретичних та експериментальних досліджень на базі Херсонського національного технічного університету було розроблено спосіб переробки трести з льону олійного [23]. Запропонований спосіб може бути використаний для отримання волокна з льону олійного для фармацевтичної, медичної та паливної галузей виробництва, а також для виробництва іншої продукції легкої промисловості.

В основу нововведення було поставлено за мету розширення асортименту продуктів переробки трести з льону олійного та створення безвідходної технології шляхом зміни технологічних операцій.

Поставлену задачу вирішували таким чином, що у спосіб отримання волокна з трести льону олійного, який включає розмотування рулонів лляної трести, м'яття у багатовальцьовій м'яльній машині, тіпання у двосекційній машині «Charle» та очищення волокна від костриці на трясильних машинах з верхнім і нижнім гребінними полями. Після обробки трести у машині «Charle» створюються дві потокові лінії, перша з яких призначена для одержання прядомих волокон з довжиною останніх 250...500 мм, а друга для непрядомих волокон з довжиною 10... 250 мм. При розмотуванні рулонів формується шар трести регульованої товщини, а після розподілу волокон на прядомі і непрядомі, непрядомі волокна шляхом сепарації розподіляються на дві фракції. Більш дрібну з них спрямовують на утворення паливних брикетів з додаванням подрібненої костриці та місцевих видів подрібненого палива, а фракцію з більш довгими волокнами спрямовують на одержання вати, паперу або продукції легкої промисловості. При цьому в процесі брикетування дрібної фракції лляного волокна з подрібненою кострицею до складу



брикетів додають домішки з місцевих видів палива (тирсу деревини, вугільний пил, лушпиння насіння або кукурудзи), а співвідношення кількості лляних волокон та домішок складають з врахуванням питомої теплотворної спроможності домішок [23].

Суттєвою відмінністю є те, що при розмотуванні рулонів формують шар трести регульованої товщини, а після розподілу волокон, на прядомі і непрядомі, непрядомі волокна шляхом сепарації розподіляють на дві фракції, які використовуються надалі за різним цілевим спрямуванням, при цьому в процесі брикетування дрібної фракції лляного волокна до складу брикетів додають домішки з костриці та подрібнених місцевих видів палива у відповідному співвідношенні складових з врахуванням питомої теплотворної спроможності домішок.

Запропонований спосіб реалізується в такій послідовності – спочатку на першій потоковій лінії рулон трести льону олійного розмотують, здійснюючи це на розмотувачі рулонів з регулюванням товщини шару. Для цього пристрій для розмотування рулону вибирають таким, щоб він конструктивно давав можливість регулювання товщини шару трести, який відокремлюють від рулону, з врахуванням початкової щільності, вологості трести з льону олійного у рулоні. Для оптимізації енерговитрат товщині шару трести збільшують або зменшують перед наступною операцією сушіння. Отриманий шар трести спрямовують у сушарку за допомогою кілкового механізму, а після сушіння подають на м'яльну машину куделеприготувального агрегату (машину «Charles»), де висушена маса обробляється вальцями, при цьому кількість рифлів на кожній наступній парі вальців збільшена, завдяки чому збільшується інтенсивність впливу на оброблюваний матеріал. Далі у технологічній послідовності волокно транспортером з м'яльної частини подають до пари живильних вальців, а з них до тіпального барабана діаметром 120 см, оснащеного дванадцятьма бильними планками, а відстань між живильними вальцями та полем тіпання встановлюють рівною 5 мм. Зазор між живильними вальцями та бильними планками тіпального барабана регулюють за допомогою важеля, регулювання зазору здійснюють з врахуванням якості волокна. Відстань між живильними вальцями та полем тіпання тіпального барабана встановлюють 30 мм у другій тіпальній секції. У цій операції створюють дві потокові лінії, розподіляючи волокна на дві частини: прядомі – з довжиною 250-500 мм та непрядомі – з довжиною до 250 мм. На першій потоковій лінії переробку волокна здійснюють на трясильній машині з нижнім гребінним полем. На другій потоковій лінії волокно спрямовують на сепаратор, за допомогою якого його розподіляють на дві фракції: більш дрібну, яку спрямовують для утворення паливних брикетів з наступним додаванням до дрібного волокна костриці та місцевих видів подрібненого палива. Відсепаровану фракцію з більш довгим волокном після відділення від костриці на волокноочисних машинах ВОМ-1 та щипальній машині Щ-1, спрямовують до машини ЧМД-4 для тонкого чесання волокна. Для повного очищення волокна льону олійного прочісують на машинах грубого чесання ЧГ та тонкого чесання ЧМД-4. Таким чином, спосіб переробки трести з льону олійного дає можливість отримати одночасно декілька продуктів переробки: високоякісні прядомі волокна, короткі непрядомі волокна з мінімізацією вмісту костриці, а також можливість отримання додаткового продукту – сировини для виготовлення паливних брикетів, що свідчить про створення безвідходної технології з оптимізацією енерговитрат [23].

На доцільність застосування механічної переробки стебел з льону олійного вказує розширення можливостей отримання додаткових видів продукції та за відповідних техніко-технологічних змін рентабельність переробки трести льону олійного, що за даними виробничих досліджень становить близько 55 %. Нині з пошуком можливостей отримання додаткових вітчизняних паливних ресурсів за даної технології в процесі брикетування можливо для регіональних територій отримати паливо із суміші дрібних фракцій лляного волокна з різними місцевими видами горючих матеріалів, що в певній мірі полегшує вирішення енергетичних питань національної безпеки.

#### Висновки

Поліпшення стану сировинної бази лляної промисловості, її структури разом з інноваційним розвитком забезпечить зростання обсягів виробництва не лише традиційних, а й нових видів продукції з льону, зниження її собівартості, що сприятиме розширенню сфери застосування льону як відновлюваної сировини, зростанню зайнятості й доходів сільського населення, збереженню наявних та створенню нових робочих місць у сільському господарстві і переробному та промисловому секторах економіки і дасть можливість зменшити обсяги імпорту сировини та готової продукції. Враховуючи світові тенденції, за якими льонарство і коноплярство стають інвестиційно-привабливою галуззю, розвиток виробництва екологічно чистої безпечної продукції з вітчизняної луб'яної сировини стане запорукою для створення надійної сировинної бази для легкої, хімічної, харчової, медичної та інших галузей промисловості України.

Для досягнення підвищення ефективності процесів обробки лубоволокнистого матеріалу розроблено спосіб переробки трести з льону олійного, що дозволяє розширити асортимент продуктів переробки трести з льону олійного та створити безвідходну технологію. Зазначені розробки спроможні підвищити конкурентоспроможність льонопродукції за рахунок покращення її якості та зниження витрат на виробництво. У разі промислового використання може позитивно вплинути на виробничі і економічні



показники переробних підприємств від одержання натурального більш якісного і кількісного волокна та привести до розвитку слабозвинутих депресивних регіонів України.

#### Список використаної літератури

1. Дейна Д. Олійний аутсайдер: все про виробництво та експорт льону. URL: <https://agroconf.org/content/oliyniy-atsayder-vse-pro-virobnictvo-ta-eksport-lonu> (дата звернення: 05.09.2019).
2. Чехова І.В., Чехов С.А., Шкурко М.П. Вітчизняний ринок льону. Економіка України. 2017. № 1 (662). С. 52-63.
3. Приймачук Т.Ю., Штанько Т.А., Ковальов В.Б. Розвиток галузі льонарства в Україні. URL: [http://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2017\\_07\\_14.pdf](http://agrovisnyk.com/pdf/ua_2017_07_14.pdf) (дата звернення: 25.08.2019).
4. Рудик Р.І., Ковальов В.Б., Приймачук Т.Ю. Перспективи розвитку льонарства на Житомирщині. Житомир. 2015. 25 с.
5. Наталенко И. Льяных дел мастер! URL: <http://latifundist.com/blog/read/305-lnyanyh-del-master>. (дата звернення: – 07.07.2019).
6. Березовський Ю.В. Товарознавча характеристика властивостей льону. Товарознавчий вісник. 2012. Випуск 5. С. 23-28.
7. Горач О.О. Розробка технології одержання трести із соломи льону олійного з використанням штучного зволоження: дис. ... канд. техн. наук. Херсон, 2009. 206 с.
8. Сай В.А. Технологія вирощування, збирання та первинної переробки льону олійного. Луцьк: ЛНТУ, 2012. 168 с.
9. Березовський Ю.В. Застосування нових технічних рішень у виробництві лляної продукції. Вісник ХНТУ. № 4 (51). Херсон: ХНТУ, 2014. С. 51-58.
10. Тіхосова Г.А. Розвиток наукових основ технологій первинної переробки волокон льону олійного: дис. ... д-ра техн. наук. Херсон, 2011. 358 с.
11. Березовський Ю.В. Використання нових технічних рішень у промисловому виробництві лляної продукції. Наука та інновації. 2016. Т. 12. № 4. С. 53-70.
12. Березовський Ю.В. Оцінка необхідності розвитку та підтримки виробництва екологічно безпечної лляної продукції в Україні. Вісник ХНТУ. № 2 (49). Херсон: ХНТУ, 2014. С. 51-55.
13. Березовський Ю.В. Теоретичні аспекти розвитку екобрендингу лляних та льоновмісних товарів в Україні. Товарознавство та інновації. Вип. 5. Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. С. 24-33.
14. Мацієвич Т.О. Фінансовий механізм реалізації екологічної політики в Україні: дис. ... канд. екон. наук. Тернопіль, 2016. 239 с.
15. Свояченко М. Лен и конопля: реалии и перспективы возрождения. URL: [http://www.ua-fashion.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=23&Itemid=17&lang=uk](http://www.ua-fashion.net/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=17&lang=uk). (дата звернення: 20.07.2019).
16. Рынки. Льяной рай. URL: <https://msb.aval.ua/ru/news/?id=25138>. (дата звернення: 24.08.2019).
17. Шкурко М. Зовнішньоекономічні аспекти зростання українського льонарства. URL: <http://agroportal.ua/ua/views/blogs/vneshneekonomicheskie-aspekty-rosta-ukrainskogo-lnovodstva/#>. (дата звернення: 26.08.2019).
18. Производство льна на Украине. URL: <https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/spravochnie-materiali.html/id/1819>. (дата звернення: 28.08.2019).
19. Гілязетдінов Р.Н. Розвиток наукових основ створення інноваційних технологій первинної переробки луб'яних культур: дис. ... д-ра техн. наук. Херсон, 2009. 329 с.
20. Меньяло-Басиста І.О., Тернова Т.І., Тіхосов С.М. Удосконалення процесу механічної обробки стебел трести льону олійного. URL: [http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdata/15-1/15\\_1/29.pdf](http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdata/15-1/15_1/29.pdf). (дата звернення: 06.09.2019).
21. Головенко Т.М. Розроблення технології переробки стебел трести льону олійного з метою одержання нетканих матеріалів: дис. ... канд. техн. наук. Херсон, 2013. 226 с.
22. Березовський Ю.В. Технічні рішення процесу переробки лляної сировини. Наука та інновації. 2017. Т. 13. № 3. С. 25-37.
23. Патент України № 111028. Кужель Е. В., Березовський Ю. В. Спосіб переробки трести з льону олійного.

#### References

1. Deina D. Oliyniy autsajder: vse pro vyrobnytstvo ta eksport lonu. URL: <https://agroconf.org/content/oliyniy-atsayder-vse-pro-virobnictvo-ta-eksport-lonu>. Last accessed: 05.09.2019 [in Ukrainian].
2. Chekhova I.V., Chekhov S.A., Shkurko M.P. (2017). Domestic market of flax. Economy of Ukraine. 1 (662). 52-63 [in Ukrainian].

3. Prymachuk T.Yu., Shtanko T.A., Kovalov V.B. Rozvytok haluzi lonarstva v Ukraini. URL: [http://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2017\\_07\\_14.pdf](http://agrovisnyk.com/pdf/ua_2017_07_14.pdf). Last accessed: 25.08.2019 [in Ukrainian].
4. Rudyk R.I., Kovalov V.B., Prymachuk T.Iu. (2015). Perspektyvy rozvytku lonarstva na Zhytomyrshchyni. Zhytomyr. 25 [in Ukrainian].
5. Natalenko I. L'njanyh del master! URL: <http://latifundist.com/blog/read/305-lnyanyh-del-master>. Last accessed: 07.07.2019 [in Russian].
6. Berezovs'kyj Ju. V. (2012). Tovaroznavcha harakterystyka vlastyvošej l'onu. Tovaroznavchyj visnyk. 5: 23-28 [in Ukrainian].
7. Horach O.O. (2009). Technology development of trust reception from straw of oil flax with the use of artificial irrigation. PhD (Tech.). Kherson [in Ukrainian].
8. Sai V.A. (2012). Tekhnolohiia vyroshchuvannia, zbyrannia ta pervynnoi pererobky lonu oliinoho. Lutsk [in Ukrainian].
9. Berezovskyi Iu.V. (2014). Zastosuvannia novykh tekhnichnykh rishen u vyrobnytstvi llianoi produktsii. Visnyk KhNTU. 4 (51): 51-58 [in Ukrainian].
10. Tikhosova H.A. (2011). Development of scientific basis of primary processing of oil flax fibers. PhD (Tech.). Kherson [in Ukrainian].
11. Berezovskyi Iu.V. (2016). Vykorystannia novykh tekhnichnykh rishen u promyslovomu vyrobnytstvi llianoi produktsii. Nauka ta innovatsii. T. 12. № 4: 53-70 [in Ukrainian].
12. Berezovskyi Iu.V. (2014). Otsinka neobkhdnosti rozvytku ta pidtrymky vyrobnytstva ekolohichno bezpechnoi llianoi produktsii v Ukraini. Visnyk KhNTU. 2 (49): 51-55 [in Ukrainian].
13. Berezovskyi Iu.V. (2013). Teoretychni aspekty rozvytku ekobrendynhu llianykh ta lonovmisnykh tovariv v Ukraini. Tovaroznavstvo ta innovatsii. 5: 24-33 [in Ukrainian].
14. Matsievich T.A. (2016). The financial mechanism for them plementation of environmental policy in Ukraine. PhD (Econ.). Ternopil [in Ukrainian].
15. Svojachenko M. Len i konoplja: realii i perspektyvy vozrozhdenija. URL: [http://www.ua-fashion.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=23&Itemid=17&lang=uk](http://www.ua-fashion.net/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=17&lang=uk). Last accessed: 20.07.2019 [in Russian].
16. Rynki. L'njanoy raj. URL: <https://msb.aval.ua/ru/news/?id=25138>. Last accessed: 24.08.2019 [in Russian].
17. Shkurko M. Zovnishnoekonomichni aspekty zrostannia ukrainskoho lonarstva. URL: <http://agroportal.ua/ua/views/blogs/vneshneekonomicheskie-aspekty-rosta-ukrainskogo-lnovodstva/#>. Last accessed: 26.08.2019 [in Ukrainian].
18. Proizvodstvo l'na na Ukraine. URL: <https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/spravochnie-materiali.html/id/1819>. Last accessed: 28.08.2019 [in Russian].
19. Hiliazetdinov R.N. (2009). Development of scientific bases of creating innovative technology of primary processing of bast crops. PhD (Tech.). Kherson [in Ukrainian].
20. Mieniailo-Basyta I., Ternova.T., Tikhosov S. Improving machining process stems of oilseed flax retting straw. URL: [http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdata/15-1/15\\_1/29.pdf](http://nauka.tsatu.edu.ua/print-journals-tdata/15-1/15_1/29.pdf). Last accessed: 06.09.2019 [in Ukrainian].
21. Holovenko T. M. (2013). Processing technology development trusts stalks of flax oil to produce nonwovens. PhD (Tech.). Kherson [in Ukrainian].
22. Berezovskyi Iu.V. (2017). Tekhnichni rishennia protsesu pererobky llianoi syrovyny. Nauka ta innovatsii. 13. 3: 25-37 [in Ukrainian].
23. Patent of Ukraine № 111028. Kuzhel E.V., Berezovsky Yu.V. Method of processing oilseed flax retting straw [in Ukrainian].