

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВЕНКО ТЕТЯНА МИКОЛАЇВНА



УДК 677.11.021

**РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ
СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СТЕБЕЛ ТА ВОЛОКНА
ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО**

05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів
і комбікормів, олійних і луб'яних культур

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

ХЕРСОН – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Херсонському національному технічному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант:

доктор технічних наук, професор **Тіхосова Ганна Анатоліївна**, Херсонський національний технічний університет МОН України, професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Шаповаленко Олег Іванович**, Національний університет харчових технологій МОН України, завідувач кафедри технології зберігання і переробки зерна, заслужений діяч науки і техніки України;

доктор технічних наук, професор **Налобіна Олена Олександрівна**, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, професор кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання;

доктор технічних наук, професор **Дідух Володимир Федорович**, Луцький національний технічний університет МОН України, завідувач кафедри аграрної інженерії.

Захист відбудеться 9 жовтня 2019 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.052.02 у Херсонському національному технічному університеті за адресою: 73008, м. Херсон – 8, Бериславське шосе, 24, корпус 1.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Херсонського національного технічного університету за адресою: 73008, м. Херсон – 8, Бериславське шосе, 24, корпус 1.

Автореферат розісланий 5 вересня 2019 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



Н.Є. Субботіна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

У сучасному світі діяльність будь-якого підприємства та стабільність його становища на ринку товарів і послуг обумовлюються рівнем конкурентоспроможності, що пов'язаний із показниками якості та ціни продукції. Підвищення конкурентоспроможності продукції свідчить про поліпшення її якості з метою задоволення або перевищення вимог споживачів за прийнятною для них ціною. При цьому виготовлення товарів нової якості та конкурентоспроможності потребує диверсифікації виробництв, тобто впровадження новітніх технологій виготовлення або наявності сучасних виробничих потужностей. Так, будь-які зміни на підприємстві повинні супроводжуватись одночасним постійним контролюванням якості продукції на всіх етапах технологічного циклу за допомогою певних методик оцінки якості, що мають бути задекларовані на державному рівні. Отже, стандартизація та сертифікація є невід'ємною частиною того чи іншого виробництва, яке є успішним та конкурентоспроможним у сучасному світі.

На сьогодні більшість українських підприємств легкої промисловості, на превеликий жаль, є неконкурентоспроможними на міжнародному та вітчизняному ринках. Це пов'язано, насамперед, з відсутністю власних сировинних ресурсів для виготовлення якісної продукції, використанням застарілого обладнання із значними енерговитратами, що призводить до збільшення собівартості виробів, заповнення українського ринку імпортованими товарами з Китаю, товарами групи «секонд-хенд» і виробництвом «тіньової» продукції.

Вищезазначені чинники послаблюють конкурентні позиції українських виробів на внутрішньому та зовнішньому ринках, що, як наслідок, призводить до збитковості або банкрутства вітчизняних підприємств.

Таким чином, за результатами аналітичної оцінки сучасного стану підприємств легкої промисловості України визначено, що перспективним напрямком виходу їх із кризового стану є виробництво конкурентоспроможної продукції інноваційного характеру для різних груп споживачів з використанням власних сировинних ресурсів.

У сучасних умовах розвитку передових технологій значно розширилися сфери застосування луб'яної сировини, а до її переліку на практиці введено таку нетрадиційну культуру, як льон олійний. В економічно розвинених країнах світу вже понад 11 років волокна, одержані зі стебел льону олійного, повноцінно займають нішу «луб'яної сировини нового покоління» для виробництва широкого асортименту продукції різного функціонального призначення.

Актуальність теми. Переробка стебел льону олійного на підприємствах України та виготовлення товарів широкого вжитку на їх основі – це крок у майбутнє. Льон олійний, завдяки його наявності в нашій державі в достатньому обсязі, є головним джерелом натуральної сировини для різних галузей промисловості в умовах їх повної сировинної імпортозалежності. Інакше кажучи, ця культура для більшості підприємств України може відігравати

стратегічно важливу роль у формуванні вітчизняного ринку конкурентоспроможної екопродукції. Відомо, що перспективним напрямком розвитку будь-якої промисловості є виробництво інноваційної продукції на основі використання натуральної та якісної сировини.

Науковцями Херсонського національного технічного університету (далі – ХНТУ) розроблено технології комплексної переробки стебел льону олійного, згідно з якими в лабораторних і виробничих умовах було виготовлено інноваційну продукцію різного функціонального призначення: целюлозовмісні напівфабрикати, фільтрувальний папір, композиційні вироби, неткані матеріали трьох типів – льоноватин, меблеве та неткане полотно, змішану пряжу. Проте на сьогодні продукція зі стебел даної культури – солома, треста та волокно (луб) – не може бути запропонована на ринку лубоволокнистої сировини для реалізації. Це пов'язано з відсутністю цільової нормативно-технічної документації для визначення якості як сировини, так і виробів із льону олійного, що регламентувала б їх походження, рівень якості та функціональне призначення. Тому організація промислового комплексу з переробки стебел льону олійного, вихід інноваційної продукції за рамки лабораторних досліджень і її реалізація на вітчизняному та світовому ринках неможливі без стандартизації, сертифікації, розробки систем контролю якості та застосування їх методів і засобів.

Враховуючи вищевикладене, актуальним завданням для України є створення нормативно-технічної документації для оцінки якості стебел та волокон льону олійного з урахуванням усіх сучасних вимог споживачів. Нормативні документи повинні базуватися на реальних досягненнях науки та техніки, враховувати вітчизняний і світовий досвід провідних вчених і висококваліфікованих спеціалістів, а також наявні в Україні ресурси та технічний рівень виробництва.

Таким чином, визначено, що перспективним напрямком досліджень є вирішення наукової проблеми з розвитку наукових основ створення комплексних систем контролю якості стебел і волокон льону олійного та є головною метою дисертаційної роботи. Вирішення поставлених завдань буде теоретичною базою для розробки нормативно-технічної документації з оцінювання якості соломи, трести й волокон льону олійного та затвердження її на державному рівні. Це сприятиме створенню промислового комплексу з виготовлення конкурентоспроможних інноваційних виробів із вітчизняної дешевої луб'яної сировини. Стандартизована продукція, яка відповідатиме високим вимогам споживачів, може бути успішно реалізована як на українському, так і на світовому ринках.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи є складовою частиною науково-дослідних робіт, що виконувалися співробітниками кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації ХНТУ за темами: «Розроблення ресурсозберігаючих та енергозберігаючих технологій комплексної переробки луб'яних культур», номер державної реєстрації 0107U006817, протокол № 644 від 23.07.2007 р., затверджено рішенням експертної ради Міністерства освіти і науки України № 25.4/147 від 02.08.2007 р.; «Наукові дослідження трести з соломи льону олійного шляхом штучного зволоження», номер державної

реєстрації РК № 0116U002834 від 01.01.2016 р.; «Первинна переробка соломи льону олійного», номер державної реєстрації РК № 0117U002834 від 01.03.2017 р.; ГД 4/2017 «Розроблення рекомендацій з переробки луб'яних культур в умовах півдня України», трудова угода № 105 від 01.06.2017 р.

Особистий внесок автора полягає в: науковому обґрунтуванні нової концепції оцінювання якості стебел і волокон льону олійного для визначення доцільності їх механічної обробки та застосування як промислової сировини; розробленні теоретичних основ створення комплексної системи оцінки якості соломи й трести льону олійного та встановленні загального рівня їх якості за номером у результаті обчислення суми балів відносних значень найбільш вагомих технологічних характеристик; здійсненні товарознавчого оцінювання стебел та волокон льону олійного, а також їх споживних властивостей, у результаті чого створено ієрархічну систему класифікації стебел, яка описує всю номенклатуру показників якості різних типів продукції з них і дозволяє прогнозувати сферу її промислового застосування.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розвиток наукових основ створення комплексних систем контролю якості та розробки нормативно-технічної документації на соломі, тресті й волокну льону олійного.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати світові тенденції та напрямки використання стебел і волокон льону олійного й визначити основні вимоги до даної сировини та методики оцінки її якості;
- на підставі теоретичних досліджень сучасних методів контролю якості промислової продукції розробити наукову концепцію створення комплексних систем оцінювання якості соломи та трести льону олійного;
- теоретично обґрунтувати алгоритм і методологію оцінки якості соломи, трести та волокон льону олійного;
- провести систематизовані дослідження з вивчення анатомічних і морфологічних ознак, хімічного складу, а також фізико-механічних характеристик соломи, трести та волокон льону олійного з метою визначення номенклатури показників, які свідчать про їх технологічну цінність;
- виконати експериментальні дослідження з визначення технологічних характеристик соломи та трести льону олійного для встановлення їх граничних значень;
- здійснити комплексну оцінку якості соломи та трести льону олійного за допомогою методів кваліметрії для визначення найбільш вагомих фізико-механічних показників, які зумовлюють загальний рівень їх якості;
- провести товарознавче оцінювання соломи, трести та волокон льону олійного й розробити ієрархічну систему класифікації стебел цієї культури як промислової сировини за типами продукції зі стебел, характеристиками її якості та функціональним призначенням;
- розробити й затвердити на державному рівні вітчизняну нормативну документацію для визначення якості соломи, трести та волокон льону олійного з урахуванням міжнародних вимог, що дозволить запровадити їх промислову переробку в Україні;

- розробити програмне забезпечення обчислювання рівня якості соломи та трести льону олійного згідно з методикою, наведеною у вищезазначеній нормативно-технічній документації;

- визначити економічний ефект від переробки стебел льону олійного на промислових підприємствах України, а також оцінити ефективність реалізації стандартизованої сировини на вітчизняному ринку.

Об'єкт дослідження – процес оцінювання якості стебел соломи, трести та волокна льону олійного.

Предмет дослідження – методи та алгоритми контролю якості стебел соломи льону олійного на всіх стадіях технологічного процесу їх переробки.

Методи дослідження. Задачі, поставлені в роботі, вирішували за допомогою сучасних методів теоретичних та експериментальних досліджень:

- оцінку якості стебел соломи та трести льону олійного здійснювали інструментальними методами з використанням нормативної документації на льон-довгунець, а саме ГОСТ 28285-89 «Солома льняная. Требования при заготовках», ГОСТ 14897-69 «Солома льняная. Технические условия», ГОСТ 24383-89 «Треста льняная. Требования при заготовках» і ДСТУ 4149:2003 «Треста лляна. Технічні умови». Вихід лубу зі стебел соломи, вихід волокна з трести та засміченість визначали ваговим методом, загальну й технічну довжину – на приладі ДЛ-2М, діаметр стебел – на стебломірі С-2, групу кольору соломи та колір волокна – органолептично, відповідно до спеціальних таблиць, вологість – ваговим методом за допомогою висушування в сушильній шафі типу УС-4, а ступінь вилежаності трести характеризували показником відокремлюваності;

- визначення фізико-механічних характеристик волокон та лубу, одержаних зі стебел льону олійного, проводили згідно з ГОСТ 9394-76 «Волокно льняное короткое. Технические условия», ДСТУ 5015:2008 «Волокно лляне коротке. Технічні умови», ТУ.У.05495816.005-2000 «Котонізоване льоноволокно. Технічні умови», ТУ 17 У 00306710.079-2000 «Котонин из короткого льняного волокна. Технические условия»;

- особливості анатомічної будови стебел і волокон льону олійного вивчали із використанням світлової мікроскопії;

- особливості морфологічної будови стебел і волокон льону олійного визначали із використанням органолептичних та інструментальних методів;

- результати експериментальних досліджень обробляли із застосуванням методів кваліметрії, кластерного аналізу та математичної статистики за допомогою прикладних програм MathCAD-2015, MathType 6.0, Microsoft Office Excel 2016 і Microsoft Office Word 2016, Statistica.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше:

- на методологічних засадах кваліметрії розроблено комплексні системи контролю якості соломи та трести льону олійного, що базуються на експертному оцінюванні й ранжуванні технологічних характеристик стебел цієї культури, а також визначенні коефіцієнтів вагомості показників якості соломи та трести льону олійного;

- за шкалою порядку встановлені найвагоміші технологічні характеристики соломи (вихід лубу зі стебел, засміченість, група кольору) та трести (вихід волокна, засміченість, група кольору волокна, відокремлюваність), які рекомендовано застосовувати для розрахунку комплексного показника якості – номера соломи та трести льону олійного відповідно;
- створено й науково обґрунтовано методологію визначення загального рівня якості соломи та трести льону олійного за їх номером на основі обчислення суми балів відносних значень найбільш вагомих показників якості;
- за допомогою кластерного аналізу здійснено поділ соломи та трести льону олійного на класи за показниками якості. Для п'яти номерів соломи встановлені граничні суми балів за трьома групами кольору, а для п'яти номерів трести – за трьома групами відокремлюваності;
- проведено товарознавче оцінювання стебел льону олійного, здійснено розподіл номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного за споживними властивостями, а також створено ієрархічну систему класифікації стебел як промислової сировини, що описує типи продукції, одержаної на їх основі, її якісні характеристики та функціональне призначення;
- запропоновано новий спосіб визначення номера соломи та трести льону олійного за їх вагомими якісними характеристиками, що базується на сучасних методах математичної обробки даних за допомогою комп'ютерних програм, написаних на високорівневій мові програмування C# з використанням середовища розробки Microsoft Visual Studio 2010.

Практичне значення одержаних результатів. Поставлені в роботі наукові завдання створення комплексних систем контролю якості стебел і волокна льону олійного реалізовано у вигляді нормативно-технічної документації, затвердженої на державному рівні.

Розроблену нормативно-технічну документацію рекомендовано використовувати під час заготівлі сировини зі стебел льону олійного на фермерських господарствах і на льонопереробних комплексах. Це дає можливість: створювати нові ринки дешевої сертифікованої сировини в Україні; сільгоспвиробникам правильно визначати вартість соломи та трести під час її реалізації на промислові об'єкти, збільшуючи прибутки від вирощування даної культури в цілому; раціонально й економічно доцільно планувати виробництво сировини з льону олійного; споживати сировину певної якості та визначати функціональне призначення потенційної продукції; знижувати собівартість і підвищувати якість готових виробів. На основі одержаних результатів розроблено та затверджено в ДП «Херсонстандартметрологія» технічні умови ТУ У 01.1-2303511525-001:2016 «Солома льону олійного. Технічні умови», ТУ У 01.1-05480298-001:2017 «Треста льону олійного. Технічні умови» та ТУ У 01.1-05480298-002:2018 «Волокно льону олійного. Технічні умови».

Виробничу перевірку результатів наукових досліджень здійснювали на Державному підприємстві «Дослідне господарство «Асканійське» Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції» Інституту зрошувального землеробства НААН України (далі ДПДГ «Асканійське» НААН України), що

підтверджено актами впровадження № 1 від 20.10.2016 р., № 2 від 10.08.2018 р., № 3 від 30.10.2018 р. Рекомендації з оцінювання соломи, трести й волокон льону олійного за розробленими технічними умовами та надання сертифікату якості на вищезазначену сировину впроваджено у виробничих умовах на ТОВ «Льон-Текмаш» (актом впровадження № 4 від 03.12.2018 р.).

Розроблені наукові основи створення комплексних систем контролю якості стебел і волокна льону олійного використовуються в навчальному процесі ХНТУ для підготовки фахівців за спеціальністю 182 – Технології легкої промисловості (акти впровадження в навчальний процес № 1 від 07.09.2017 р., № 2 від 10.09.2018 р., № 3 від 29.11.2018 р.). Результати наукових дисертаційних досліджень впроваджені в навчальний процес Вітебського державного технологічного університету (акт впровадження в навчальний процес № 4 від 17.12.2018 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в обґрунтуванні гіпотези створення комплексних систем контролю якості стебел і волокна льону олійного на всіх етапах їх переробки з урахуванням сучасних вимог споживачів, теоретичному дослідженні морфологічних та анатомічних ознак соломи, трести й волокон льону олійного, їх хімічного складу та технологічних характеристик. За участі здобувача проведено експериментальні дослідження з визначення технологічних характеристик соломи, трести та волокон льону олійного. Авторів належить постановка завдань, наукова аргументація та підготовка об'єктів досліджень, застосування кваліметричних методів для визначення загального рівня якості стебел, трести та волокна льону олійного, математична обробка результатів, формулювання загальних висновків.

У наукових працях, що опубліковані у співавторстві, здобувачу належать: формулювання наукових ідей, участь у проведенні експериментальних досліджень, аналіз та узагальнення результатів роботи, висновки.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи було представлено, обговорено й схвалено на:

- міжнародній науково-практичній конференції «Якість, стандартизація, сертифікація та метрологія: сучасний стан і перспективи розвитку», м. Херсон, 2014 р.;
- всеукраїнській науково-практичній конференції «Якість та безпечність товарів», м. Луцьк, 2016 р.;
- міжнародній науково-практичній конференції «Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур», м. Твер (Росія), 2016 р.;
- міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології одержання виробів різного функціонального призначення, їх стандартизація та сертифікація», м. Херсон, 2016 р.;
- п'ятій міжнародній науково-практичній конференції «Інновації у льонарстві та коноплярстві – 2016», м. Глухів, 2016 р.;
- міжнародній науково-практичній конференції молодих учених та студентів «Якість та безпечність товарів», м. Луцьк, 2017 р.;
- 50-й міжнародній науково-технічній конференції викладачів та студентів, присвяченій року науки, м. Вітебськ (Білорусь), 2017 р.;

- всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та молодих учених «Реформування системи технічного регулювання відповідно до вимог законодавства ЄС та торгівлі України», м. Херсон, 2017 р.;
- міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку технічного регулювання у сферах виробництва, послуг і торгівлі згідно з вимогами ЄС», м. Херсон, 2017 р.;
- міжнародному симпозиумі ISB-INMA TEN «Agricultural and mechanical Engineering», м. Бухарест (Румунія), 2017 р.;
- міжнародній науково-практичній конференції «Education and science in the 21st century», м. Вітебськ (Білорусь), 2017 р.;
- міжнародній науково-практичній конференції «Інфраструктура якості: перспективи та тенденції розвитку», м. Київ, 2017 р.;
- міжнародній науково-практичній конференції «Modern methods, innovations, and experience of practical application in the field of technical sciences», м. Родом (Польща), 2017 р.;
- IX міжнародній конференції «Молоді вчені 2018 – від теорії до практики», м. Дніпро, 2018 р.;
- всеукраїнській науково-практичній конференції студентів і молодих учених «Дослідження якості вітчизняних товарів і послуг та їх відповідності національним нормативним документам», м. Херсон, 2018 р.;
- міжнародній науково-практичній конференції «Шляхи вдосконалення системи технічного регулювання в Україні та світі», м. Херсон, 2018 р.;
- III міжнародній науково-практичній конференції «Інфраструктура якості: перспективи та тенденції розвитку», м. Київ, 2018 р.;
- міжнародній науково-технічній конференції «Інженерія та технології: наука, освіта, виробництво», м. Луцьк, 2018 р.;
- наукових семінарах кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, 2014-2018 рр.

Публікації за темою дисертації. Основні положення дисертаційної роботи викладено в 42 публікаціях, у тому числі монографій – 1, статей у провідних наукових фахових виданнях України – 8, статей у наукових виданнях, що входять до наукометричних баз «Scopus», «РИНЦ», «Google Scholar», «OAJI», «CiteFactor», «Research Bible», «Index Copernicus» – 13, статей в інших наукових виданнях (міжнародних публікацій) – 1, авторське свідоцтво – 1, тез доповідей на конференціях – 18.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотацій, загальної характеристики роботи, 5 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації викладено на 349 сторінках машинописного тексту, вона містить 82 рисунка, 86 таблиць та 8 додатків на 174 сторінках. Список використаних джерел охоплює 225 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі подано загальну характеристику роботи, розкрито сутність і стан наукової проблеми та її значення, обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету й задачі досліджень, розкрито наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень.

У першому розділі «Аналіз сучасного асортименту продукції з льону олійного та стан стандартизації сировини для її виготовлення» проаналізовано сучасний стан легкої промисловості України, виявлено проблеми й перспективи її розвитку, узагальнено результати вітчизняних і зарубіжних робіт наукового та практичного характеру, присвячених перспективним тенденціям розробки технологій переробки стебел льону олійного та методів стандартизації луб'яної сировини на їх основі: соломи, трести, волокон.

На сьогодні робота вітчизняних підприємств легкої промисловості на 80 % залежить від імпортованої сировини – бавовни або льону-довгунцю. Однак у той же час перед нашою країною постають нові можливості, скориставшись якими, можна досягти нового етапу розвитку цієї галузі.

Відомо, що в Україні, враховуючи її кліматичні умови та географічне положення, можна отримувати власні сировинні ресурси з однорічних луб'яних культур – льону та технічних конопель. За даними Державного комітету статистики України, останнім часом у нашій країні спостерігаються різкі зміни обсягів вирощування технічних культур (рис. 1).

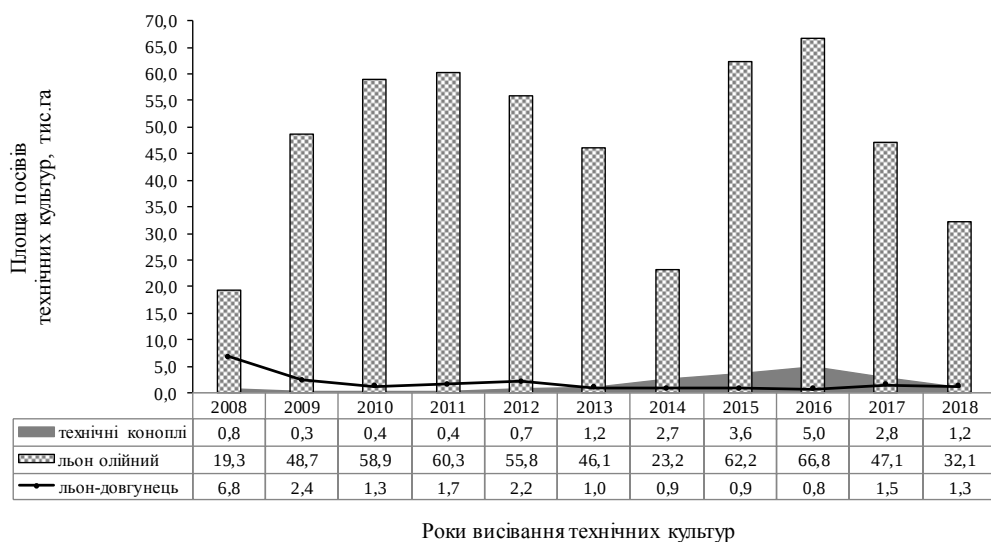


Рис. 1 – Динаміка зміни посівних площ, відведених під технічні культури в Україні за період 2008-2018 рр.

Аналізуючи рис. 1, можна зробити висновок, що зараз традиційні технічні культури – льон-довгунець та коноплі – втратили свої позиції в аграрному секторі порівняно з льоном олійним, посівні площі якого за досліджуваний період стрімко зросли. Протягом 11 років він займає 3 місце в переліку рентабельних посівних культур після соняшнику та ріпаку.

Як показує світова практика, льон олійний – це щорічно відновлювана «біосировина» нового покоління. Льон олійний, за його наявності в нашій державі в достатньому обсязі, може стати головним джерелом натуральної сировини для різних галузей промисловості, що на даний час знаходяться в умовах повної імпортозалежності від сировинних ресурсів. Тому переробка стебел цієї культури на підприємствах України й виготовлення інноваційних виробів на основі використання вітчизняної натуральної та якісної сировини – це крок у майбутнє. Науковцями кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації ХНТУ розроблено технології комплексної переробки льону олійного, згідно з якими в лабораторних і виробничих умовах було виготовлено інноваційну продукцію різного функціонального призначення (рис. 2).



Рис. 2 – Зразки інноваційної продукції, виготовлені вченими ХНТУ на основі волокон льону олійного у виробничих та лабораторних умовах

Однак широке промислове впровадження цих наукових розробок наразі є неможливим через відсутність нормативно-технічної документації на соломку, тресту та волокно льону олійного. Відомо, що якісний і конкурентоспроможний виріб може бути виготовлений тільки з якісної сертифікованої сировини. Стебла льону олійного є потенційною лубоволокнистою сировиною для текстильних, целюлозно-паперових та інших підприємств України. Проте ґрунтовний аналіз загальних методик і правил оцінки якості соломки, тресту та волокон льону олійного в промисловій і науковій сферах свідчить про повну відсутність нормативної бази, що регламентувала б походження, рівень якості, методи випробувань і функціональне призначення сировини та продукції на їх основі не тільки в Україні, а й у світі в цілому.

Так, на підприємствах Канади, США, Фінляндії, Німеччини, Швеції, Італії, Франції та Польщі стебла льону олійного (соломки, тресту) оцінюють органолептичним методом. Експертизу сировини здійснюють висококваліфіковані спеціалісти, які пройшли акредитацію та мають ліцензію на проведення таких робіт. Дані експерти оцінюють якість стебел льону

олійного в полі перед скошуванням сільськогосподарською технікою на вимогу представників сіночого господарства та власника переробного комплексу. Додатковий аналіз якості стебел здійснюють у разі застосування технологічного процесу приготування трести. На основі проведеної експертизи між фермером та представником льонозаводу укладається домовленість в усній формі (договір – у письмовій формі, за бажанням однієї або двох сторін) про продаж/закупівлю соломи чи трести, в якій чітко встановлені ціна сировини та строки її реалізації на переробний комплекс. Залежно від технології обробки соломи або трести льону олійного одержують волокна з широким діапазоном показників якості для використання в різних галузях промисловості та оцінюють їх за методиками національних і державних стандартів, призначених для визначення якості інших волокон натурального та хімічного походження.

У Росії, Білорусі та Україні визначення деяких якісних характеристик соломи й трести льону олійного здійснюється згідно з чинними нормативними документами на льон-довгунець, а для оцінювання волокон цієї культури застосовують технічну документацію, призначену для визначення якості короткого або катонізованого волокна з льону-довгунцю та бавовни.

У результаті ґрунтовних експериментальних досліджень вченими ХНТУ доведено, що солома, треста та волокна льону олійного – це принципово нова луб'яна сировина. Вона значно відрізняється за морфологічними, анатомічними ознаками, хімічним складом і технологічними характеристиками від льону-довгунцю, тому використовувати нормативні документи на льон-довгунець для оцінки якості сировини з льону олійного некоректно. Незважаючи на велику кількість і багатофункціональність методів визначення показників якості соломи, трести та волокон цієї культури, які застосовуються в наш час, вони не є всеохоплюючими й не можуть використовуватися для надання їм повної характеристики як промисловій сировині.

Отже, на сьогодні організація промислового комплексу з переробки стебел льону олійного, виробництво інноваційної продукції та її реалізація на вітчизняному й світовому ринках неможливі без стандартизації, сертифікації та розробки методик визначення якісних характеристик як сировини, так і готових виробів. Відсутність таких систем контролю якості спричиняє порушення всього ланцюга промислової переробки стебел даної культури, починаючи від соломи до інноваційної продукції (рис. 3).

Таким чином, аналіз науково-технічної літератури дозволив сформулювати мету та задачі дисертаційної роботи, а також гіпотезу про можливі шляхи розроблення наукових основ створення комплексних систем контролю якості стебел і волокон льону олійного, що забезпечить розробку нормативно-технічної документації для визначення якості соломи, трести та волокон даної культури.



Рис. 3 – Актуальність систем контролю якості стебел льону олійного на всіх етапах їх переробки

Враховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що для створення економічно ефективної галузі з переробки стебел льону олійного в Україні необхідно розробити систему й методологію визначення показників якості соломи, трести, волокон цієї культури та виробів на їх основі. У зв'язку з відсутністю в нашій країні законодавчої бази для оцінки якості сировини та інноваційної продукції з льону олійного, її виготовлення можливе лише пробними зразками в лабораторних або виробничих умовах. Підприємець повинен мати чіткий перелік фізико-механічних показників для кількісної та якісної оцінки сировини, щоб передбачити функціональне призначення готової продукції та ступінь її відповідності запитам тих або інших груп населення.

У другому розділі «Теоретичні основи вибору методів оцінювання рівня якості стебел та волокон льону олійного» наведено результати теоретичних досліджень сучасних методів оцінювання промислової продукції. Сформульовано загальні принципи та обрано методи контролю якості соломи, трести й волокон льону олійного, що забезпечують їх відповідність міжнародним стандартам; здійснено вибір номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного, за якими встановлюють їх технологічну цінність; проаналізовано та узагальнено сучасні світові вимоги науковців і виробників до якості соломи, трести та волокон льону олійного як промислової сировини різного функціонального призначення.

Для підтвердження наукової гіпотези та розвитку теоретичних основ створення комплексних систем контролю якості стебел і волокон льону олійного, які дозволять розробити нормативно-технічну документацію, було складено узагальнений алгоритм проведення досліджень (рис. 4).

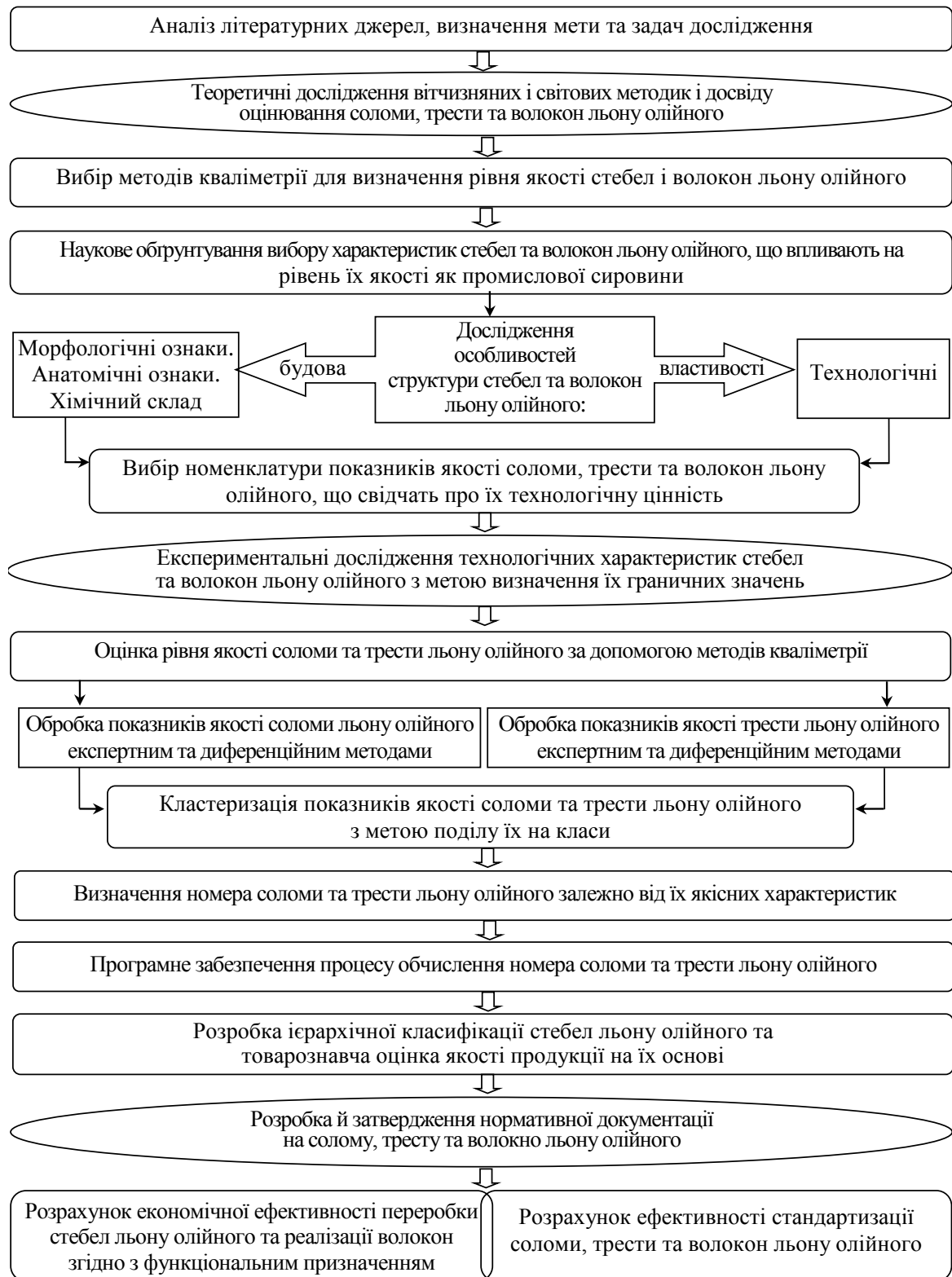


Рис. 4 – Узагальнений алгоритм проведення наукових досліджень з метою розробки комплексних систем контролю якості стебел і волокон льону олійного

Згідно з розробленим алгоритмом (рис. 4) подальші теоретичні дослідження були спрямовані на: детальний аналіз сучасних методів оцінювання промислової продукції; вибір технологічних характеристик стебел і

волокон льону олійного, за якими визначають загальний рівень їх якості як текстильної та целюлозовмісної сировини; товарознавчу оцінку стебел льону олійного з метою розробки ієрархічної системи їх класифікації, в якій буде зазначено всі типи одержаної з них продукції, її якісні характеристики та функціональне призначення. Це дозволить розробити нову методологію оцінювання соломи, трести та волокон льону олійного як промислової сировини з урахуванням міжнародних вимог. Результати даних досліджень будуть теоретичною базою для створення та подальшого затвердження нормативно-технічної документації на державному рівні.

Проведений аналіз загальних принципів оцінювання будь-якої продукції (послуги, процесу), незалежно від її виду та масштабів виробництва, свідчить, що процес оцінки рівня якості складається з трьох основних етапів: підготовчого, оцінювального та заключного. На кожному етапі послідовно виконуються певні операції, спрямовані на досягнення поставленої мети, тобто визначення рівня якості продукції (рис. 5).

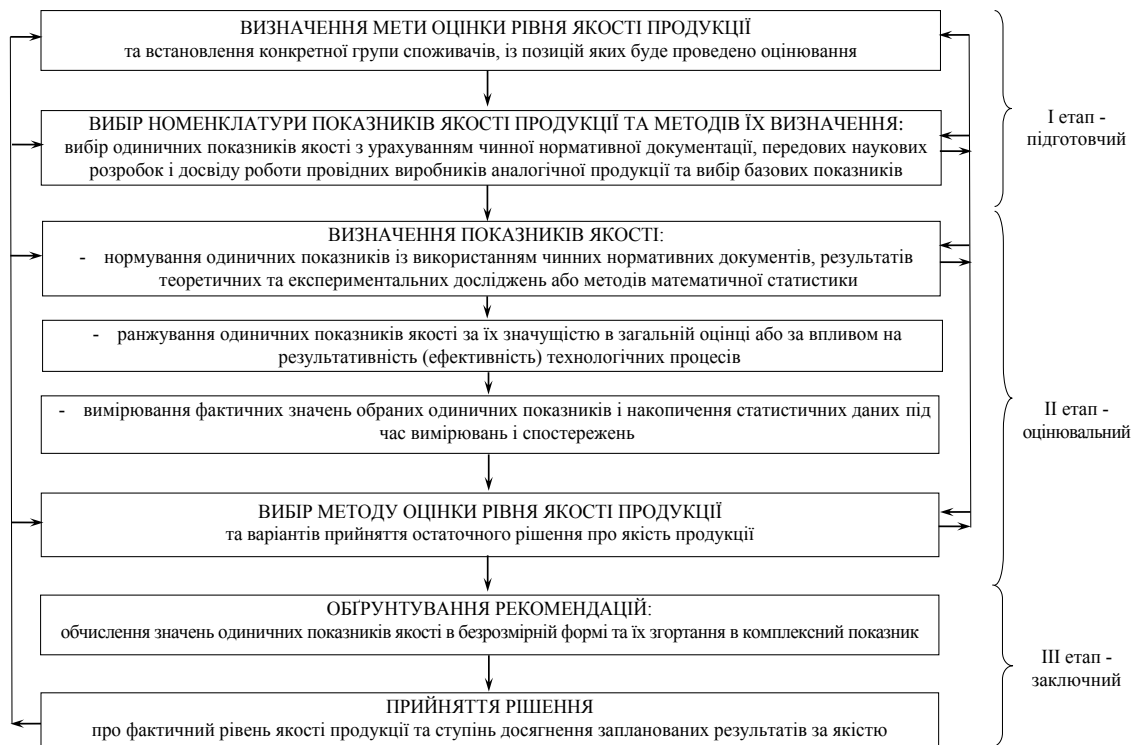


Рис. 5 – Основні етапи та послідовність проведення оцінки рівня якості промислової продукції

У результаті здійснених досліджень було виділено п'ять основних етапів процесу проведення стандартизації продукції зі стебел льону олійного:

I етап – вибір та обґрунтування номенклатури показників якості об'єкта стандартизації, які максимально описують його властивості за функціональним призначенням;

II етап – оцінювання показників якості об'єкта стандартизації методами кваліметрії з метою вибору тих характеристик, які свідчать про загальний рівень його якості;

III етап – встановлення фактичного рівня якості продукції;

IV етап – узагальнення результатів оцінювання якості об'єкта стандартизації у вигляді нормативно-технічної документації, яка регламентує рівень якості об'єкта стандартизації та його функціональне призначення;

V – створення програмного забезпечення обчислювання рівня якості об'єкта стандартизації згідно з методологією розробленого нормативно-технічного документа, що свідчить про перспективність даного регламенту в сучасних умовах.

На підставі вивчення існуючих принципів оцінювання будь-якої продукції було встановлено, що оцінку якості соломи та трести льону олійного можна здійснити, застосовуючи методи кваліметрії. При цьому необхідно використовувати лише деякі елементи кожного з методів, що пов'язано з особливостями досліджуваних об'єктів стандартизації. Як відомо, в кваліметрії визначення рівня якості виробів базується на порівнянні показників нової продукції з показниками аналогової продукції (регламентованими стандартом або базовими). Процес оцінювання полягає в тому, щоб встановити, наскільки якість нової продукції покращилася чи погіршилася і в скільки разів порівняно з аналоговою.

Для вирішення головної проблеми дисертаційної роботи на основі поглибленого теоретичного аналізу методів кваліметрії нами запропонована наукова концепція процесу оцінки якості соломи та трести льону олійного, яка передбачає виконання певних етапів:

- здійснення вибору номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного й виявлення саме тих показників, які впливають на їх технологічну цінність та функціональне призначення;
- проведення ранжування одиничних показників якості (технологічних характеристик) соломи та трести льону олійного за допомогою експертного методу з математично-статистичною обробкою одержаних експертних оцінок;
- визначення коефіцієнтів вагомості одиничних показників якості соломи та трести льону олійного й встановлення за шкалою порядку найвагоміших технологічних характеристик, які свідчать про їх промислову цінність;
- переведення фактичних значень показників якості соломи та трести льону олійного у відносні значення за допомогою диференційного методу;
- згортання відносних значень вагомих показників якості об'єктів стандартизації в комплексний (визначальний) показник, який описує рівень якості – номер соломи та трести льону олійного.

Отже, запропонована методологія оцінювання рівня якості соломи та трести льону олійного базується на застосуванні експертного методу для визначення коефіцієнтів вагомості одиничних показників якості досліджуваної сировини. За сукупністю вагомих якісних характеристик визначають комплексний показник (згрупований), який описує загальний рівень якості соломи та трести льону олійного – номер. Оцінювання соломи та трести здійснюється експертами із подальшою математично-статистичною обробкою отриманих експертних оцінок. Загальний алгоритм проведення експертних операцій подано на рис. 5.

У процесі подальших досліджень були обрані експерти, які проводили експертизу номенклатури показників якості соломи та трести льону олійного, визначеної й узагальненої теоретичним та експериментальним шляхом.

Процедуру експертизи проводили способами ранжування та прямого вимірювання. Результати експертної оцінки, а саме ранжування одиничних показників якості досліджуваного об'єкта стандартизації, було представлено у вигляді матриці (табл. 1).

Таблиця 1 – Матриця ранжування одиничних показників якості об'єкта стандартизації

Якісні характеристики об'єкта стандартизації	Рангова оцінка показників якості					R_i
	1	2	3	...	j	
1.	m_{1_1}	m_{1_2}	m_{1_3}	...	m_{1_j}	$R_1 = \sum m_{1_j}$
2.	m_{2_1}	m_{2_2}	m_{2_3}	...	m_{2_j}	$R_2 = \sum m_{2_j}$
3.	m_{3_1}	m_{3_2}	m_{3_3}	...	m_{3_j}	$R_3 = \sum m_{3_j}$
...	...	...	...	...	...	...
i	m_{i_1}	m_{i_2}	m_{i_3}	...	m_{i_j}	$R_i = \sum m_{i_j}$
Сума рангових оцінок кожного j -го експерта	$\sum m_{i_1}$	$\sum m_{i_2}$	$\sum m_{i_3}$	...	$\sum m_{i_j}$	-
Загальна сума рангів	-					$\sum R_i$
Середня сума рангів	T					
Контрольна сума рангів	$\sum x_{ij}$					

Інформаційні дані, одержані після побудови матриці, обробляли із застосуванням математично-статистичних методів.

Спочатку, після ранжування одиничних показників якості соломи та трести льону олійного, було обчислено суму їх рангів R_i за формулою:

$$R_i = \sum_{j=1}^n m_{i_j}, \quad (1)$$

де m_{i_j} – ранг i -го показника якості, встановлений j -м експертом;

R_i – сума рангових оцінок експертів за кожним i -м одиничним показником;

n – кількість експертів.

Перевірку правильності складання матриці здійснювали на основі обчислення контрольної суми $\sum x_{ij}$ та середньої суми T рангів:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+m) \cdot m}{2}, \quad (2)$$

$$T = \frac{\sum R_i}{m}, \quad (3)$$

де m – кількість об'єктів експертизи (одиничних показників якості).

Матриця складена вірно лише в тому випадку, якщо суми у стовпчиках матриці дорівнюють одна одній та контрольній сумі рангів.

Після цього було визначено достовірність одержаних експертних оцінок, тобто результатів ранжування технологічних характеристик соломи (трести) льону олійного та надійності їх застосування під час подальших розрахунків вагомості показників якості соломи (трести) даної культури. Точність експертних оцінок, що характеризує якість експертизи, визначали за узгодженістю думок експертів щодо важливості кожного показника, яку виражають коефіцієнтом варіації ν_i :

$$\nu_i = 100 \cdot \frac{\sigma_i}{\bar{R}_i}, \quad (4)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\bar{R}_i - m_{ij})^2}{n-1}}, \quad (5)$$

де ν_i – коефіцієнт варіації думок експертів за кожним i -м показником якості;
 $\bar{R}_i$ – середній за всіма експертами ранг i -го показника якості;
 σ_i – середнє квадратичне відхилення за кожним i -м показником якості.

Чим більше значення ν_i , тим менше узгодженість думок експертів щодо важливості i -го показника. Якщо $\nu_i < 10$ %, то узгодженість думок експертів вважається високою, $\nu_i < 15$ % – вище середньої, $\nu_i < 25$ % – середньою, $\nu_i \leq 35$ % – нижче середньої, а при $\nu_i > 35$ % – низькою.

Для оцінки загальної узгодженості думок експертів було визначено коефіцієнт конкордації K_u за формулою:

$$K_u = \frac{12 \cdot S}{n^2(m^3 - m)}, \quad (6)$$

де S – сума квадратів відхилень суми рангів кожного об'єкта експертизи від середньої суми рангів.

Відхилення суми рангів кожного показника якості R_i від середньої суми рангів T обчислювали за формулою:

$$\Delta_i = R_i - T. \quad (7)$$

Квадрат відхилень за кожним параметром Δ_i^2 та загальну суму квадратів відхилень S визначали за формулою:

$$S = \sum_{i=1}^m \Delta_i^2. \quad (8)$$

У випадку, коли коефіцієнт конкордації дорівнює нулю або близький до нього – це означає повну неузгодженість думок експертів, а якщо він наближений до одиниці – це свідчить про єдність думок експертів. Подальша робота з експертними оцінками доцільна лише за умови $K_u \geq 0,4$.

Значущість коефіцієнта конкордації обчислювали за критерієм узгодження Пірсона χ^2 :

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{n \cdot m \cdot (m+1)}. \quad (9)$$

Обчислений χ^2 порівнювали з табличним значенням для числа ступенів свободи $K = m - 1$ і при заданому рівні значущості $\alpha = 0,05$. Якщо $\chi^2 > \chi_{табл}^2$, то коефіцієнт конкордації K_u є значущим із встановленою ймовірністю.

На основі одержаних експертних оцінок (рангів), високу достовірність та надійність яких було доведено їх математично-статистичною обробкою, визначали коефіцієнти вагомості q_i кожного показника якості за формулою:

$$q_i = \frac{R_i}{\sum R_i}. \quad (10)$$

Якщо $K_u > 0,5$, то для встановлення мінімального комплексу характеристик можна розраховувати коефіцієнти вагомості q_i кожного i -го показника. Разом з тим, за необхідності підрахунку комплексного показника якості повинна виконуватися умова: $K_u \geq 0,6$. У протилежному випадку проводять повторну експертизу або виключають думки експертів із сумнівними оцінками.

Для виявлення експертів, рангові оцінки яких більшою мірою відрізняються від оцінок інших експертів, суми рангових оцінок за кожним i -м одиничним показником R_i замінюють відповідними рангами, причому $R(R_i) = 1$ присвоюється мінімальному значенню R_i . Наступні ранги $R(R_i)$ зростають зі збільшенням сумарних оцінок R_i . Потім для кожного експерта підраховують різниці по модулю за формулою:

$$\Delta m_{i_j} = |m_{i_j} - R(R_i)|. \quad (11)$$

Очевидно, що максимальне значення суми $\sum_{i=1}^m \Delta m_{i_j}$ буде свідчити про найбільше відхилення рангових оцінок j -го експерта від оцінок інших експертів. Тому його оцінки m_{i_j} виключають і для решти експертів визначають сумарні кінцеві оцінки R_{ki} за формулою:

$$R_{ki} = R_i - (m_{i_j}), \quad (12)$$

де R_{ki} – кінцева сума за кожним i -м рангом.

Після проведення вищезазначених обчислень було розраховано коефіцієнти конкордації K_u . Якщо величина K_u свідчила про високу узгодженість думок експертів ($K_u \geq 0,6$), то переходили до розрахунку коефіцієнтів вагомості q_i за формулою:

$$q_i = \frac{R_{ki}}{\sum R_{ki}}. \quad (13)$$

Потім за шкалою порядку було здійснено пряме вимірювання коефіцієнтів вагомості, сума яких має дорівнювати одиниці. Це дозволило виділити з усіх m показників найбільш значущі показники, для яких виконується умова $q_i > 1/m$. Оскільки $\sum q_i = 1$, то коефіцієнти вагомості значущих показників обчислювали за формулою:

$$q_{i0} = q_i^* / \sum_{i=1}^m q_i^*, \quad (14)$$

де q_i^* – коефіцієнти вагомості показників, для яких виконується умова $q_i^* > 1/m$.

Таким чином, було виявлено найбільш значущі одиничні показники якості соломи та трести льону олійного, що свідчать про їх технологічну цінність. Підсумовуючи ці показники, отримали визначальний комплексний показник, який вказує на певний рівень якості соломи та трести, що, у свою чергу, підтверджує їх технологічну цінність.

Оскільки підсумовування одиничних показників якості необхідно здійснювати при однаковій їх розмірності, то в подальшому було використано диференційний метод. Завдяки цьому методу одиничні показники у сталих величинах можна виразити відносними значеннями у балах.

Відносні значення показників якості розраховували за формулами:

$$W_i = \frac{P_i}{P_{iv}} \cdot 100, \quad (15)$$

$$W_i = \frac{P_{iv}}{P_i} \cdot 100, \quad (16)$$

де P_i – значення одиничного показника якості, що оцінюється;

P_{iv} – значення найкращого показника якості з наявних одиничних показників, що оцінюються;

$i = 1, 2, \dots, m$ – кількість одиничних показників якості.

Формулу (15) застосовують для оцінки показників, збільшення числового значення яких свідчить про поліпшення якості. Формулу (16) використовують для порівняння показників, зменшення числового значення яких забезпечує підвищення якості виробів. Диференційна оцінка відображає лінійну залежність

між властивостями, що аналізуються. Інакше кажучи, будь-якій зміні одиничного показника відповідає пропорційна зміна відносного показника якості.

Потім використовуючи основи системного аналізу та принципи моделювання процесів, було науково обґрунтовано методологічний підхід до поділу показників якості соломи та трести льону олійного на класи (сортність).

Проведені дослідження принципів оцінювання рівня якості промислової продукції стали теоретичним підґрунтям для розроблення нової комплексної системи контролю якості соломи та трести льону олійного.

Враховуючи вищевикладене, подальші теоретичні дослідження, згідно з розробленим алгоритмом (рис. 4), були спрямовані на вибір номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного.

Встановлено, що вивченню показників якості соломи, трести та волокна даної культури, які відіграють вирішальну роль під час вибору галузі їх застосування, присвячена велика кількість наукових праць зарубіжних і українських вчених: Денні Е. Акіна (США), Х. Санкарі (Фінляндія), Х.С.С. Шарма (Північна Ірландія), Д.М. Ель-Харірі (Єгипет), В.В. Живетіна, Л.Н. Гінзбурга, Н.М. Федосової, Б.В. Борухсона (Росія), Г.А. Тіхосової (Україна).

Критичний аналіз результатів цих досліджень свідчить про значну розбіжність думок як в науковій, так і в практичній сферах щодо номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного й відсутність певного переліку характеристик, що вказували б на їх технологічну цінність як промислової сировини різного функціонального призначення.

За умови переробки стебел льону олійного не тільки в межах одного приватного міні-підприємства, а й держави в цілому, повинна існувати єдина методика оцінки загального рівня якості даної сировини, яка б конкретизувала та узагальнювала сукупність всіх її технологічних характеристик. Проте на цей час не існує номерної оцінки якості соломи та трести льону олійного.

Таким чином, враховуючи міжнародні вимоги до якості соломи та трести даної культури, було виявлено основні критерії відбору показників, які в сукупності зумовлюють їх технологічну цінність.

Для розроблення нормативної документації були виконані експериментальні дослідження показників якості соломи та трести льону олійного як промислової сировини, визначено їх граничні значення, здійснено порівняльний аналіз та узагальнено отримані результати.

У третьому розділі «Загальні методи та методологія проведення експериментальних досліджень» наведено характеристику об'єктів дослідження та методику відбору проб для проведення експериментів, охарактеризовано основні методи визначення одиничних показників якості соломи та трести льону олійного, описано розроблену методологію створення комплексних систем контролю якості соломи та трести цієї культури.

З метою виконання завдань даної дисертаційної роботи було здійснено широкомасштабні теоретичні та експериментальні дослідження з визначення впливу анатомічних і морфологічних ознак, хімічного складу й технологічних властивостей соломи та трести льону олійного на загальний рівень їх якості як промислової сировини, результати яких наведено в основній частині дисертації.

Для проведення досліджень на ДПДГ «Асканійське» НААН України було відібрано 3 сорти льону олійного, а саме Айсберг, Дебют і Лірина. Агротехнологічна характеристика досліджуваних сортів цієї культури детально описана в дисертаційній роботі. Формування зразків стебел соломи здійснювали на стадії жовтої стиглості в польових умовах за двома способами збирання: ручним збиранням рослини та після комбайнового збирання насіння.

Завдання, поставлені в роботі, виконували за допомогою сучасних методів теоретичних і експериментальних досліджень. Контроль якості стебел соломи та трести льону олійного здійснювали інструментальними методами з використанням нормативної документації на льон-довгунець, а саме ГОСТ 28285-89 «Солома льняная. Требования при заготовках», ГОСТ 14897-69 «Солома льняная. Технические условия», ГОСТ 24383-89 «Треста льняная. Требования при заготовках» і ДСТУ 4149:2003 «Треста лляна. Технічні умови». Визначення фізико-механічних характеристик волокон та лубу, одержаних зі стебел льону олійного, проводили інструментальними методами з використанням такої нормативної документації: ГОСТ 9394-76 «Волокно льняное короткое. Технические условия», ДСТУ 5015:2008 «Волокно лляне коротке. Технічні умови», ТУ.У.05495816.005-2000 «Котонізоване льоноволокно. Технічні умови», ТУ 17 У 00306710.079-2000 «Котонин из короткого льняного волокна. Технические условия». Вихід лубу зі стебел та соломи, вміст волокна у тресті й засміченість визначали ваговим методом, загальну та технічну довжину – на приладі ДЛ-2М, діаметр стебел – на стебломірі С-2, вологість – ваговим методом за допомогою висушування в сушильній шафі типу УС-4, а ступінь вилежаності трести характеризували показником відокремлюваності. Усі використовувані в роботі прилади були повірені в лабораторіях ДП «Херсонстандартметрологія», експериментальні дослідження проводили в акредитованій випробувальній лабораторії ХНТУ. При цьому визначення кольору волокна, одержаного з трести, здійснювали органолептично згідно з чинною нормативною документацією на льон-довгунець, а групи кольору соломи – за спеціально розробленою таблицею, наведеною в дисертаційній роботі.

Результати експериментальних досліджень обробляли із застосуванням методів математичної статистики за допомогою прикладних програм MathCAD-2015, MathType 6.0, Microsoft Office Excel 2016 та Microsoft Office Word 2016.

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження властивостей соломи й трести льону олійного та визначення загального рівня їх якості» наведено результати дослідження фізико-механічних властивостей стебел соломи та трести льону олійного й встановлено їх вплив на загальний рівень якості сировини. Отримані дані є основою для визначення комплексного показника якості соломи та трести льону олійного – номера, що дозволить прогнозувати доцільність і напрямки їх промислового застосування.

Для проведення експериментальних досліджень були відібрані стебла соломи льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина. Під час досліджень зі стебел соломи льону олійного була одержана треста, а із соломи та трести виділені відповідно луб і волокно з метою визначення числових значень технологічних характеристик даних видів льоносировини.

Систематичні експериментальні дослідження з визначення фізико-механічних характеристик стебел соломи та трести, лубу й волокна льону олійного здійснювали на базі випробувальної лабораторії ХНТУ.

Обробку експериментальних даних виконували з використанням прикладної програми «Microsoft Office Excel 2016», за допомогою якої було побудовано регресійні однофакторні математичні моделі.

У однофакторних регресійних математичних моделях для стебел соломи льону олійного за параметр X прийнято середню довжину стебел соломи в кожній групі, за параметр Y – значення технічної довжини, діаметра стебел соломи та виходу лубу, а для трести за параметр X прийнято середню довжину трести зі стебел соломи в кожній групі, за параметр Y – значення технічної довжини, діаметра трести зі стебел соломи та виходу волокна.

Для підтвердження достовірності значень фізико-механічних показників стебел соломи та трести льону олійного досліджуваних сортів, отриманих у ході експериментів, було обчислено середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення та похибку експерименту.

Під час експериментальних досліджень були встановлені фізико-механічні характеристики стебел соломи льону олійного, відібраних різними способами, для всіх трьох сортів і узагальнено одержані результати за середніми та граничними показниками (табл. 2).

Таблиця 2 – Середні та граничні значення фізико-механічних показників стебел соломи льону олійного, одержаних за двома способами відбору проб

№ з/п	Найменування показників	Стебла соломи після комбайнового збирання насіння		Стебла соломи після ручного брання	
		граничні значення	середні значення	граничні значення	середні значення
1.	Засміченість, %	5,28-6,95	6,02	0,0	0,0
2.	Вихід лубу зі стебел, %	34,24-38,51	36,59	15,3-29,1	23,3
3.	Група кольору соломи	II	II	I-II	II
4.	Загальна довжина, см	22,0-36,5	27,5	50,0-73,0	57,0
5.	Технічна довжина, см	20,0-34,8	25,1	31,0-57,0	39,7
6.	Технічна частина в загальній довжині, %	69,40-83,28	75,84	58,5-78,1	68,9
7.	Діаметр, мм	2,4-3,0	2,6	1,6-4,0	2,7

Аналіз даних, наведених у табл. 2, свідчить, що стебла соломи льону олійного мають значні відмінності за такими показниками, як загальна й технічна довжина, технічна частина в загальній довжині та вихід лубу, і лише їх діаметр має майже однакові значення. Головною причиною цього є відмінність способів відбирання проб.

У результаті комбайнового збирання врожаю насіння льону олійного зовнішні особливості стебла змінюються. Внаслідок обчисування насіння жаткою зернозбирального комбайна верхівкова частина стебла втрачає свої первинні морфологічні ознаки і її майже не залишається на загальній довжині стебла.

За умови ручного брання рослини морфологічна структура стебел не змінюється і їх біологічні, господарські та технічні ознаки не втрачаються.

Таким чином, на основі проведеного детального аналізу морфологічної структури стебел соломи, які були відібрані за двома різними способами, можна зробити висновок, що в загальній масі соломи, одержаної після комбайнового збирання насіння й скошування стеблостою, залишається переважна більшість стебел саме з продуктивною технічною довжиною без наявності верхівкової та прикореневої частин стебла. Саме це є головною причиною високого показника виходу лубу зі стебел соломи після комбайнового збирання насіння та низького показника виходу лубу, виділеного зі стебел, які відібрані ручним бранням.

Відсоткове значення виходу лубу зі стебел, в яких збережена загальна довжина, буде набагато нижче, оскільки під час його визначення враховується загальна маса всіх частин стебла: технічної, верхівкової та прикореневої. Згідно з попередніми теоретичними дослідженнями анатомічної будови стебла льону олійного, найбільший відсоток лубу, що дорівнює в середньому 34,1 %, міститься саме в технічній його частині. Середні значення вмісту лубу у верхівковій і прикореневій частинах стебла становлять 4,0 % та 5,6 % відповідно.

У пробах соломи, відібраних після комбайнового збирання насіння, спостерігається високий відсоток виходу лубу, адже в її загальній масі сконцентровано до 90 % технічної частини стебла й лише 10 % верхівкової та прикореневої частин. Водночас у пробах стебел, відібраних способом ручного брання, зосереджено від 60 % до 70 % технічної частини стебла, а сумарний відсоток верхівкової та прикореневої частин становить від 40 % до 30 %. Це має суттєвий вплив на загальне відсоткове значення виходу лубу та технічної частини всієї проби чи партії стеблової маси.

Отже, на підставі вищевикладеного обґрунтування результатів експериментальних досліджень можна зазначити, що загальний рівень якості стебел соломи льону олійного як промислової сировини найбільшою мірою характеризують такі показники: вологість соломи, що впливає на вибір технологічних операцій подальшої обробки після її приймання на промисловий комплекс; вихід лубу, за яким прогнозують кількість потенційної продукції – волокон; засміченість, що свідчить про «ступінь чистоти» сировини; колір соломи, який вказує на ступінь стиглості стебел чи їх ураження грибковими захворюваннями, а отже, і на якість лубу.

Аналогічну серію дослідів із визначення фізико-механічних показників, а також узагальнення отриманих результатів було здійснено для трести льону олійного сортів Айсберг, Дебют і Лірина. Встановлено, що технологічну цінність трести льону олійного найбільшою мірою характеризують такі показники: вологість трести, вихід волокна, засміченість, група кольору волокна та відокремлюваність, які вказують на ступінь вилежаності трести чи ураження грибковими захворюваннями, а отже, і на якість волокна.

Висновки, зроблені на основі результатів експериментальних досліджень, підтверджують теоретично обґрунтовану гіпотезу, сутність якої полягає в тому, що головними характеристиками якості соломи та трести льону олійного як промислової сировини є вологість, засміченість, група кольору соломи (група кольору волокна) і вихід лубу (вихід волокна), а також відокремлюваність – для трести. Другорядне значення для соломи та трести мають загальна й технічна довжина, технічна частина в загальній довжині стебла та діаметр.

Одержані технологічні характеристики стебел соломи й трести льону олійного було розділено на головні та другорядні, а також встановлено основний діапазон їх значень від мінімального до максимального. Результати узагальнення теоретичних та експериментальних даних наведено в табл. 3 і 4 відповідно.

Таблиця 3 – Узагальнені теоретичні та експериментальні значення технологічних характеристик стебел соломи льону олійного

№ з/п	Найменування характеристик	Числові значення характеристик якості		
		теоретичні	експериментальні	узагальнені
Головні технологічні характеристики				
1.	Вологість технологічна, %	6,0-8,0	6,0-8,0	6,0-8,0
2.	Вологість нормована, %	19,0	19,0	19,0
3.	Засміченість, %	5,0-20,0	5,28-6,95	5,0-20,0
4.	Вихід лубу зі стебел, %	11,0-35,1	15,3-38,51	11,0-40,0
5.	Група кольору соломи	I, II, III	I, II	I, II, III
Другорядні технологічні характеристики				
6.	Загальна довжина, см	25,0-90,0	22,0-73,0	22,0-90,0
7.	Технічна довжина, см	15,0-78,0	20,0-57,0	15,0-78,0
8.	Діаметр, мм	1,0-4,1	1,6-4,0	1,0-4,1
9.	Технічна частина в загальній довжині, %	60,0-86,7	58,50-83,28	60,0-90,0

Таблиця 4 – Узагальнені теоретичні та експериментальні значення технологічних характеристик трести льону олійного

№ з/п	Найменування характеристик	Числові значення характеристик якості		
		теоретичні	експериментальні	узагальнені
Головні технологічні характеристики				
1.	Вологість технологічна, %	6,0-8,0	6,0-8,0	6,0-8,0
2.	Вологість нормована, %	19,0	19,0	19,0
3.	Засміченість, %	5,0-20,0	4,87-6,02	5,0-20,0
4.	Вихід волокна, %	11,0-31,2	11,4-35,59	11,0-40,0
5.	Група кольору волокна (показник кольору волокна)	I, II, III, IV (1,0-4,0)	I, II, III, IV	I, II, III, IV (1,0-4,0)
6.	Відокремлюваність, од. (ступінь вилежаності трести; інтенсивність відбитого світлового потоку, люкс)	- 4,1 і більше (вилежана; менше 23); - від 3,1 до 4,0 (недолежана; 23-27); - 3,0 і менше (солома; більше 27)	3,0-6,7	- 4,1 і більше (вилежана; менше 23); - від 3,1 до 4,0 (недолежана; 23-27); - 3,0 і менше (солома; більше 27)
Другорядні технологічні характеристики				
7.	Загальна довжина, см	25,0-90,0	22,0-67,4	22,0-90,0
8.	Технічна довжина, см	15,0-78,0	20,0-52,4	15,0-78,0
9.	Діаметр, мм	1,0-4,1	1,4-3,8	1,0-4,1
10.	Технічна частина в загальній довжині, %	60,0-86,7	60,7-83,6	60,0-90,0

Аналіз табл. 3 і 4 свідчить, що середні результати теоретичних та експериментальних досліджень були округлені до цілих чисел. При цьому для загальної довжини стебел слід було б вказати тільки найбільший показник,

оскільки його найменші значення для соломи та трести льону олійного після комбайнового збирання насіння неможливо однозначно зафіксувати. До того ж, найбільше значення засміченості соломи та трести даної групи льону було взято до 20 %. Як свідчить теоретичний аналіз світового досвіду вирощування олійних та зернових культур, засміченість цих посівних площ не повинна перевищувати 20-25 %.

Таким чином, у результаті порівняльного аналізу даних теоретичних та експериментальних досліджень було складено номенклатуру технологічних характеристик соломи й трести льону олійного та встановлено узагальнені граничні значення показників їх якості, які в подальшому використали для створення нормативних документів.

За допомогою методів кваліметрії було оцінено загальний рівень якості соломи та трести даної культури, що дозволило прогнозувати доцільність їх переробки з метою промислового використання та функціональне призначення отриманої продукції. Вагомість показників якості соломи та трести льону олійного визначали експертним методом із математично-статистичною обробкою одержаних експертних оцінок.

Для проведення визначення вагомості якісних характеристик соломи та трести льону олійного було залучено вісьмох експертів – висококваліфікованих фахівців у сфері наукових досліджень і переробки стебел льону олійного та продукції на їх основі – співробітників лабораторій ДПДГ «Асканійське» НААН України та Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України.

Процедура оцінки якості соломи та трести льону олійного здійснювалася експертами методом ранжування. Досліджуваними показниками якості соломи було обрано 8 позицій за табл. 3, а для трести обрали 9 позицій за табл. 4 (у даних таблицях 1 і 2 позиції об'єднані як одна якісна характеристика – вологість).

Ранжування інформаційних даних проводилося вісьмома експертами спочатку для восьми об'єктів експертизи – технологічних характеристик соломи льону олійного, а потім для дев'яти об'єктів експертизи – технологічних характеристик трести льону олійного. Результати експертної оцінки, а саме ранжування одиничних показників якості досліджуваних об'єктів стандартизації, представлено у вигляді матриць (табл. 5, 6) з обчисленням суми їх рангів R_i .

Аналіз одержаних даних свідчить, що для більшості експертів головними критеріями придатності до промислового застосування для соломи льону олійного є: вихід лубу зі стебел, група кольору соломи, засміченість та вологість; для трести – відокремлюваність, вихід волокна, група кольору волокна, засміченість та вологість.

Усі інші якісні характеристики соломи й трести льону олійного, а саме технічна частина в загальній довжині, технічна та загальна довжина стебел і їх діаметр, виявилися менш важливими, отримавши низькі рангові оцінки. Достовірність одержаних експертних оцінок показників якості соломи та трести доведено математично-статистичними розрахунками коефіцієнта варіації v_i ,

квадрату відхилень за кожним параметром Δ_i^2 , загальної суми квадратів відхилень S і коефіцієнта конкордації $K_{\text{„}}$.

Таблиця 5 – Матриця ранжування технологічних характеристик соломи льону олійного

№ з/п	Якісні характеристики соломи	Рангова оцінка показників якості								R_i
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Вихід лубу зі стебел	8	8	8	8	8	8	8	8	64
2.	Засміченість	4	5	5	3	5	6	6	5	39
3.	Група кольору соломи	6	7	7	5	7	7	7	7	53
4.	Вологість	5	6	6	4	6	5	5	6	43
5.	Технічна частина в загальній довжині	1	4	3	6	2	2	4	2	24
6.	Технічна довжина	3	2	4	7	3	3	2	3	27
7.	Загальна довжина	2	3	2	1	4	4	3	4	23
8.	Діаметр	7	1	1	2	1	1	1	1	15
Сума рангових оцінок кожного j -го експерта $\sum m_{ij}$		36	36	36	36	36	36	36	36	-
Загальна сума рангів $\sum R_i$		-								288
Середня сума рангів T		36								
Контрольна сума рангів $\sum x_{ij}$		36								

Таблиця 6 – Матриця ранжування технологічних характеристик трести льону олійного

№ з/п	Якісні характеристики трести	Рангова оцінка показників якості								R_i
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Вихід волокна	7	9	8	9	8	8	9	9	67
2.	Засміченість	4	6	5	3	5	6	7	5	41
3.	Група кольору волокна	8	5	7	5	7	5	6	7	50
4.	Відокремлюваність, од.	9	8	9	8	9	9	8	8	68
5.	Вологість	5	7	4	4	6	7	5	6	44
6.	Технічна частина в загальній довжині	6	4	3	7	4	4	3	2	33
7.	Технічна довжина	3	3	6	6	2	3	4	3	30
8.	Загальна довжина	1	2	2	1	3	2	1	4	16
9.	Діаметр	2	1	1	2	1	1	2	1	11
Сума рангових оцінок кожного j -го експерта $\sum m_{ij}$		45	45	45	45	45	45	45	45	-
Загальна сума рангів $\sum R_i$		-								360
Середня сума рангів T		40								
Контрольна сума рангів $\sum x_{ij}$		45								

За шкалою порядку було проведено пряме вимірювання коефіцієнтів вагомості кожного показника якості соломи та трести з метою встановлення їх значущості. Вагомість кожного показника якості соломи та трести q_i обчислювали за формулою (10), а коефіцієнти вагомості q_{i0} значущих показників, для яких виконується умова $q_i > 1/m$, – за формулою (14). Визначення коефіцієнтів вагомості значущих показників q_{i0} дало можливість обрати з усіх m показників найбільш значимі якісні характеристики соломи та трести льону олійного, які засвідчують доцільність їх первинної переробки. Результати математичних розрахунків коефіцієнтів вагомості кожного показника якості соломи та трести наведено у вигляді діаграм на рис. 6 і 7 відповідно.

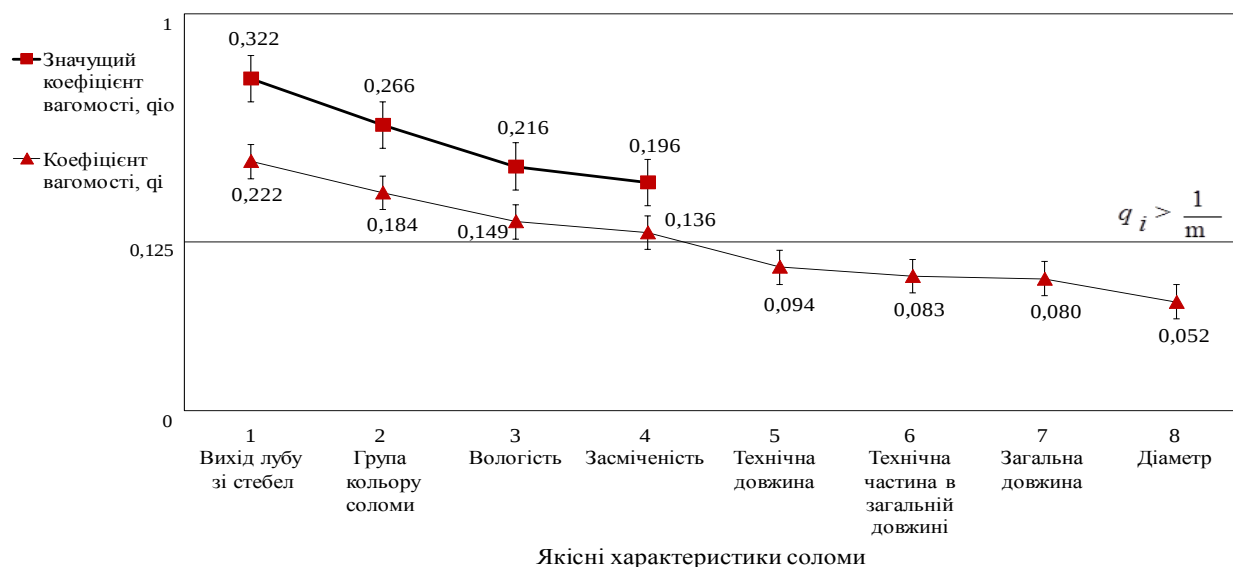


Рис. 6 – Шкала порядку для визначення значущості коефіцієнтів вагомості показників якості соломи льону олійного

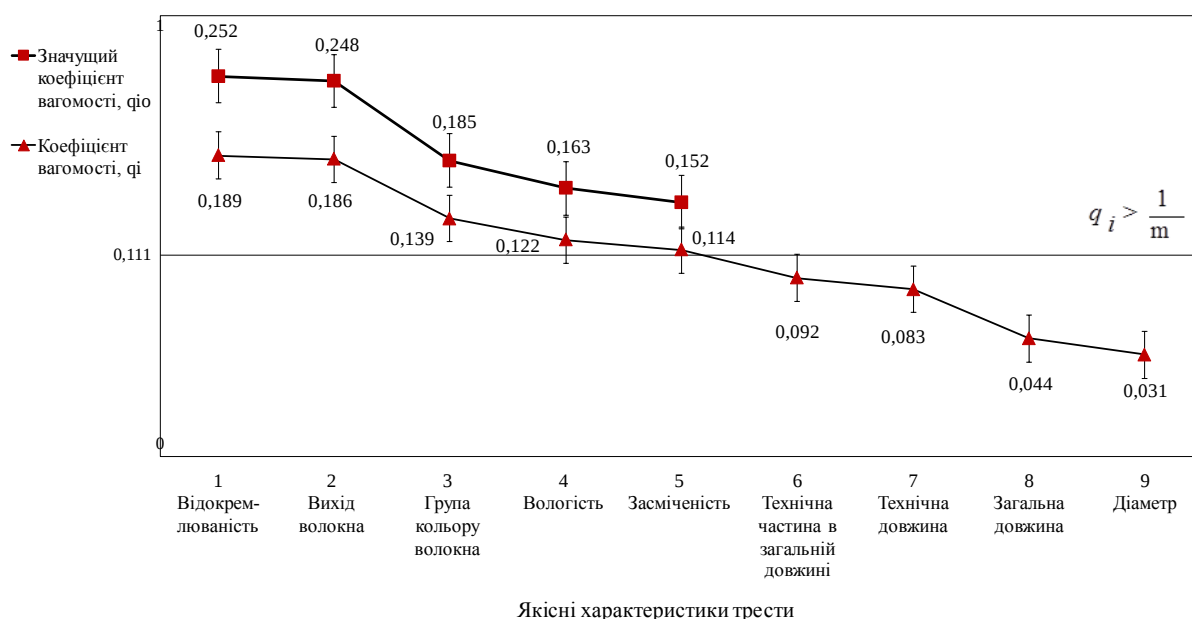


Рис. 7 – Шкала порядку для визначення значущості коефіцієнтів вагомості показників якості трести льону олійного

Аналізуючи результати розрахунків, здійснених експертним методом, можна зробити висновок, що найбільш значимими з вищенаведених показників для соломи є ті, які мають значущі коефіцієнти вагомості $q_{1_0} = 0,322$, $q_{2_0} = 0,266$, $q_{3_0} = 0,216$, $q_{4_0} = 0,196$, тобто вихід лубу зі стебел, група кольору соломи, вологість та засміченість відповідно, а для трести – $q_{1_0} = 0,252$, $q_{2_0} = 0,248$, $q_{3_0} = 0,185$, $q_{4_0} = 0,163$, $q_{5_0} = 0,152$, тобто відокремлюваність, вихід волокна, група кольору волокна, вологість та засміченість. Саме ці показники свідчать про рівень якості соломи та трести льону олійного як сировини промислового застосування.

Таким чином, у результаті проведених досліджень встановлено, що загальний рівень якості соломи льону олійного повинен визначатися за сукупністю значень трьох найвагоміших показників, а загальний рівень якості трести льону олійного повинен визначатися за сукупністю значень чотирьох найвагоміших показників. Ці узагальнюючі оцінки якості матимуть назву – «номер соломи льону олійного» і «номер трести льону олійного».

Отже, під час приймання соломи на промислове підприємство будуть враховуватися вологість і номер соломи, який необхідно встановлювати за обчисленими значеннями виходу лубу зі стебел, засміченості та групи кольору соломи, а під час приймання трести – вологість і номер трести, який визначатиметься за обчисленими значеннями виходу волокна, відокремлюваності, групи кольору волокна та засміченості. Оскільки рівень якості, тобто номер соломи льону олійного та номер трести льону олійного, залежить від значень цих показників, їх було розподілено на різні ступені.

Таким чином, визначено показники якості соломи й трести льону олійного та їх граничні значення, за якими прогнозують доцільність промислової переробки даної сировини (табл. 7 і 8 відповідно).

Таблиця 7 – Показники якості соломи льону олійного та їх граничні значення

№ з/п	Якісні характеристики соломи	Граничні значення
Головні		
1.	Вологість, %	технологічна – 6,0-8,0;
		нормована – 19,0;
		фактична: - в рулонах – не більше 20,0; - в тюках – не більше 25,0.
для визначення номера соломи		
2.	Вихід лубу зі стебел, %	11,0-40,0
3.	Засміченість, %	5,0-20,0
4.	Група кольору соломи	I, II, III
Другорядні		
5.	Загальна довжина, см	до 90,0
6.	Технічна довжина, см	15,0-78,0
7.	Діаметр, мм	1,0-4,1
8.	Технічна частина в загальній довжині, %	60,0-90,0

Таблиця 8 – Показники якості трести льону олійного та їх граничні значення

№ з/п	Якісні характеристики трести	Граничні значення
Головні		
1.	Вологість, %	технологічна – 6,0-8,0;
		нормована – 19,0;
		фактична: - в рулонах – не більше 20,0; - в тюках – не більше 25,0.
для визначення номера трести		
2.	Вихід волокна, %	11,0-40,0
3.	Засміченість, %	5,0-20,0
4.	Група кольору волокна (показник кольору волокна)	I, II, III, IV (1,0-4,0)
5.	Відокремлюваність, од. (ступінь вилежаності трести; інтенсивність відбитого світлового потоку, люкс)	- 4,1 і більше (вилежана; менше 23); - від 3,1 до 4,0 (недолежана; 23-27); - 3,0 і менше (солома; більше 27)
Другорядні		
6.	Загальна довжина, см	до 90,0
7.	Технічна довжина, см	15,0-78,0
8.	Діаметр, мм	1,0-4,1
9.	Технічна частина в загальній довжині, %	60,0-90,0

Одержані експериментальні дані (табл. 7, 8) свідчать, що вихід лубу зі стебел і вихід волокна з трести даної групи льону можуть коливатися в межах від 11 % до 40 %, засміченість соломи та трести – від 5 % до 20 %, а показник кольору волокна, одержаного з трести – від 1,0 до 4,0. Тому для більш точної оцінки якості соломи та трести було запропоновано за допомогою диференційного методу обчислити відносні значення цих характеристик у балах.

У результаті підсумовування відносних значень показників соломи та трести у балах повинен визначатися загальний рівень їх якості – номер соломи або номер трести. Для здійснення розподілу балових значень показників соломи та трести на номери, які характеризуватимуть рівень їх якості, тобто сортність, було використано один із методів багатомірного статистичного аналізу – кластерний аналіз.

Кластерний аналіз значущих показників якості соломи й трести льону олійного та вибір найбільш об'єднаних між собою об'єктів (значень) виконано за допомогою прикладної програми Statistica. На основі отриманих результатів було побудовано дендрограми розподілу показників якості соломи та трести на кластери. На рис. 8 представлено результати кластеризації соломи льону олійного за показниками засміченості та виходу лубу, а на рис. 10 – результати кластеризації трести льону олійного за показниками засміченості, виходу волокна та кольору волокна. Послідовність агломерації соломи та трести льону олійного простежується на графіках, наведених на рис. 9 і 11 відповідно.

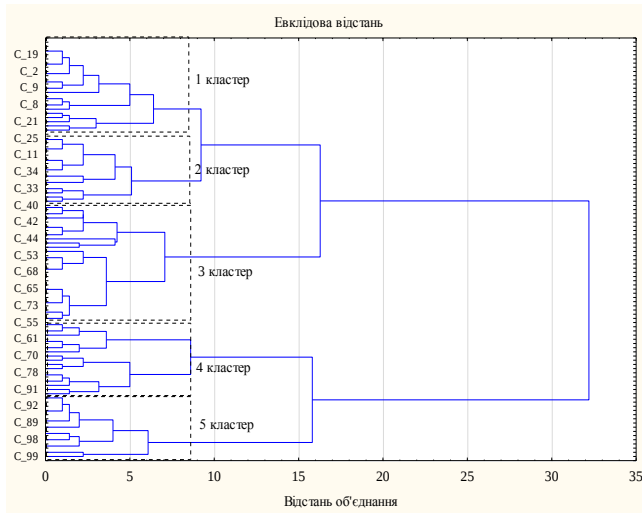


Рис. 8 – Дендрограма розподілу показників якості соломи льону олійного на кластери

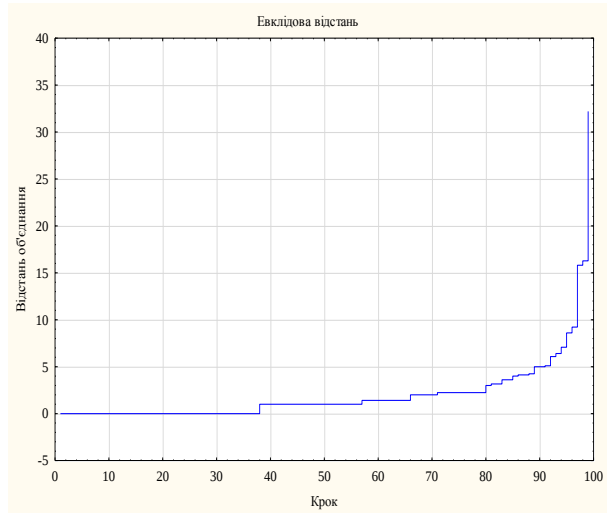


Рис. 9 – Послідовність агломерації соломи льону олійного за показниками засміченості та виходу лубу

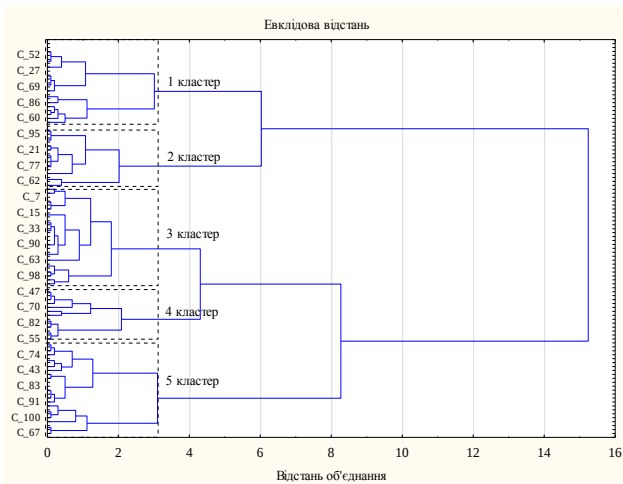


Рис. 10 – Дендрограма розподілу показників якості трести льону олійного на кластери

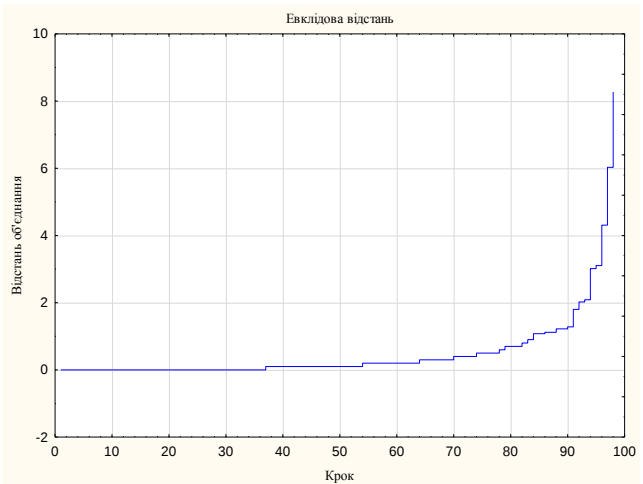


Рис. 11 – Послідовність агломерації трести льону олійного за показниками засміченості, виходу волокна та кольору волокна

Аналіз рис. 9 і 11 свідчить, що мінімальна міжкластерна відстань починає стрімко зростати приблизно на 95-му (для соломи) та приблизно на 94-му кроці (для трести). Дана зміна $\min d(i, k)$ розглядається як сигнал того, що об'єднуються віддалені один від одного об'єкти. Очевидно, що на таких кроках варто зупинити процедуру об'єднання та виконати аналіз отриманих результатів.

Дендрограма (рис. 8) і графік агломерації соломи за показниками засміченості та виходу лубу (рис. 9), а також дендрограма (рис. 10) і графік агломерації трести за показниками засміченості, виходу волокна та кольору волокна (рис. 11) підтверджують доцільність поділу даної луб'яної сировини з льону олійного на п'ять кластерів, тобто номерів.

Отже, на підставі кластерного аналізу вперше запропоновано визначати номер як соломи, так і трести льону олійного за п'ятьма рівнями якості: 5, 4, 3, 2, 1. Наприклад, солома або треста № 5 характеризується найкращими значеннями показників якості, а солома або треста № 1 – найгіршими.

Для визначення номера соломи та трести льону олійного вперше було розроблено таблиці, наведені в підрозділі 4.5 дисертаційної роботи, з фіксованими діапазонами балових значень, що відповідають певному рівню якості сировини, тобто номеру.

Таким чином, для визначення номера соломи льону олійного підсумовують відносні значення засміченості соломи та виходу лубу зі стебел. За одержаною сумою балів, яку округлюють до цілого числа, враховуючи групу кольору, визначають номер соломи льону олійного як промислової сировини. З метою визначення номера трести льону олійного підсумовують відносні значення засміченості трести, виходу волокна та показника кольору волокна. За одержаною сумою балів, яку округлюють до цілого числа, враховуючи ступінь вилежаності трести (відокремлюваність), визначають номер трести льону олійного як промислової сировини.

У п'ятому розділі «Аналіз та узагальнення результатів досліджень» розроблено ієрархічну систему класифікації та визначення споживних властивостей соломи, трести й волокон льону олійного, здійснено узагальнення одержаних результатів і розрахунок економічної ефективності переробки соломи даної культури.

Результати попередніх теоретичних досліджень свідчать про те, що при різних технологіях і режимах оброблення соломи або трести льону олійного одержують волокно різного функціонального призначення. У зв'язку з цим нами запропоновано оцінювати волокна за певними групами якісних характеристик, згідно з якими можна обрати технологію оброблення сировини та прогнозувати сферу застосування одержаної продукції для задоволення потреб споживачів.

Враховуючи вищевикладене, дослідження були спрямовані на створення ієрархічної системи класифікації (рис. 12) стебел льону олійного, згідно з якою якісні характеристики соломи, трести та волокон даної культури було розподілено за номенклатурою споживних властивостей.

У даній системі класифікації запропоновано розподілити сукупність продукції, яку одержують зі стебел льону олійного, за класифікаційною ознакою «тип продукції», а її найменування відображає спосіб отримання та дозволяє прогнозувати сферу її подальшого застосування. Для кожного типу продукції наведено чіткий перелік якісних характеристик.

На основі результатів експериментальних і теоретичних досліджень розроблено та затверджено в ДП «Херсонстандартметрологія» технічні умови ТУ У 01.1-2303511525-001:2016 «Солома льону олійного. Технічні умови», ТУ У 01.1-05480298-001:2017 «Треста льону олійного. Технічні умови» та ТУ У 01.1-05480298-002:2018 «Волокно льону олійного. Технічні умови». Нормативні документи на солому та тресту льону олійного регламентують рівень їх якості, за яким прогнозують доцільність первинної переробки даної сировини й напрямки її застосування, а технічні умови на волокно льону олійного – методи випробувань, за допомогою яких визначають показники якості волокон різних типів.

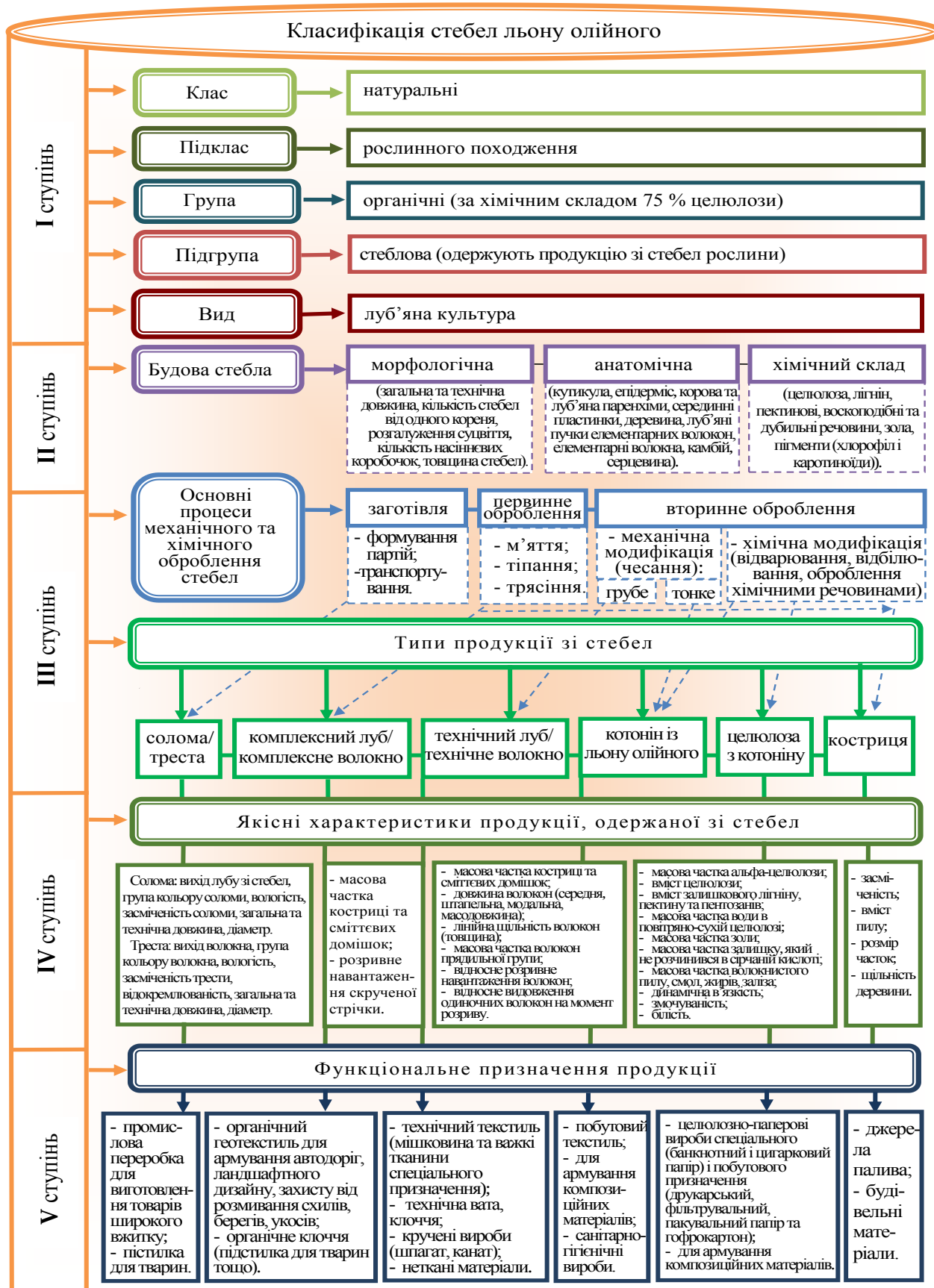


Рис. 12 – Ієрархічна класифікація стебел льону олійного як промислової сировини

Для прискорення процесу оцінювання соломи та трести льону олійного згідно із запропонованими комплексними системами контролю їх якості було розроблено комп'ютерні програми. Вони полегшують обробку числових даних, одержаних під час визначення інструментальними методами показників якості досліджуваної сировини, при її надходженні на промислове підприємство.

Дані програми створено в англійській та українській версіях, що розраховано як на вітчизняних, так і на зарубіжних споживачів (представників промислового комплексу з переробки соломи чи трести льону олійного).

Програмне забезпечення розроблено в зручному стандартному інтерактивному графічному інтерфейсі, що полегшує його освоєння (рис. 13, 14). Програми розраховані на одного користувача й не передбачають одночасної роботи багатьох користувачів. Для роботи з програмами необхідний персональний комп'ютер із операційною системою MS Windows XP SP3 і вище. Комп'ютерні програми CQSoilseed Flax та CQRoilseed Flax написані на високорівневій мові програмування C# з використанням середовища розробки Microsoft Visual Studio 2010.

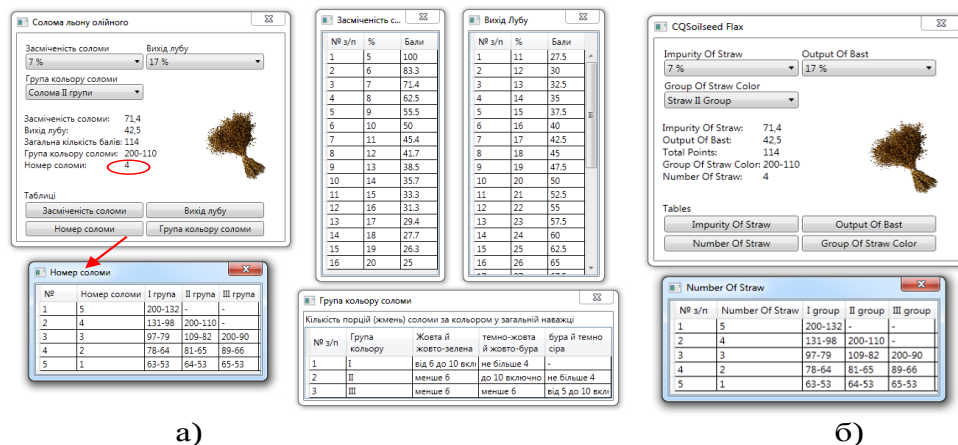


Рис. 13 – Інтерфейс комп'ютерних програм CQSoilseed Flax для визначення номера соломи льону олійного згідно з розробленими технічними умовами: а) в україномовній версії; б) в англійській версії

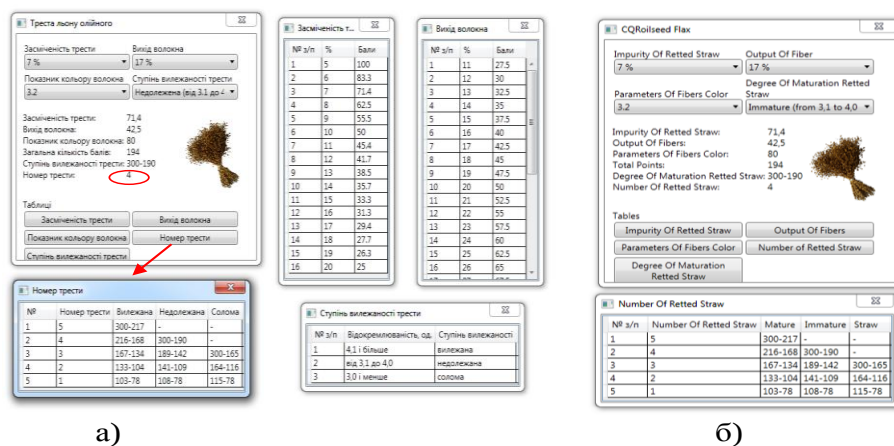


Рис. 14 – Інтерфейс комп'ютерних програм CQRoilseed Flax для визначення номера трести льону олійного згідно з розробленими технічними умовами: а) в україномовній версії; б) в англійській версії

Даний програмний продукт виконує розрахунок номера соломи та трести льону олійного за розробленими алгоритмами, які наведено в дисертаційній роботі. Для усіх вхідних даних наявні таблиці, в яких представлено необхідні характеристики та їх значення, одержані під час вимірювань інструментальним методом. Вхідні дані задаються через випадний список, що полегшує роботу з програмою.

У підрозділі 5.2 економічно обґрунтовано доцільність та перспективи впровадження на підприємствах України вітчизняних технологій переробки соломи льону олійного з метою одержання інноваційної продукції. Як відомо, впровадження будь-яких заходів із підвищення якості продукції повинно передбачати їх економічне обґрунтування. Тому в системі управління якістю важливою складовою є визначення економічної ефективності підвищення якості.

У результаті економічного аналізу було визначено, що в Україні є достатня кількість сировини для забезпечення безперервної річної роботи підприємств з переробки соломи льону олійного. За офіційними даними, у 2018 р. під посіви цієї культури в нашій країні було відведено 32,1 тис. га (рис. 1). При середній врожайності соломи 1,5 т/га в Україні у 2018 р. було одержано 48,15 тис. т соломи льону олійного. Оскільки річна потужність спроектованого міні-льонозаводу становить 1118,40 т, то він має можливість безперебійно працювати за рахунок використання вітчизняної сировини. Результати економічних розрахунків наведено в табл. 9.

Таблиця 9 – Економічна ефективність переробки трести льону олійного

№ з/п	Економічні показники	При виході волокна зі стебел 11 %	При виході волокна зі стебел 26 %
1.	Дохід від реалізації продукції, грн.:	4 866 272,40	9 214 611,60
	а) технічного волокна;	3 373 208, 40	7 973 187, 60
	б) костриці	1 493 064,00	1 241 424,00
2.	Прибуток від реалізації продукції, грн.	1 772 079,76	6 120 418, 00
3.	Рентабельність, %	57	198
4.	Окупність, рік	1,74	0,51
5.	Середня ринкова ціна імпортного волокна льону-довгунцю технічного застосування, грн./т	35 750,00	
6.	Потенційна ринкова ціна технічного волокна льону олійного для реалізації на внутрішньому ринку, грн./т	27 420,00	
7.	Економія від закупівлі вітчизняного технічного волокна льону олійного, грн./ т	8 330,00	

Аналіз даних табл. 9 свідчить про економічну ефективність переробки трести льону олійного з метою одержання сировини (технічного волокна й костриці), придатної для виготовлення інноваційної продукції: композиційних матеріалів різного функціонального призначення, целюлозно-паперових виробів і таких джерел палива, як брикети, пелети, костробрикети, що мають незаперечні переваги перед аналогами. Тому спалювання соломи даної культури на полі є економічно не доцільним.

Встановлено, що навіть за умови мінімального виходу волокна зі стебел 11 %, чистий річний прибуток від реалізації технічного волокна та костриці дорівнюватиме 1 772 079 грн, рентабельність переробки трести – 57 %, а окупність витрат на організацію промислового комплексу – 1,74 року. За умови виходу волокна з трести 26 % чистий річний прибуток від реалізації продукції із трести льону олійного (технічного волокна та костриці) становитиме 6 120 418 грн, рентабельність переробки трести – 198 %, а окупність витрат – 0,51 року.

Крім того, під час розрахунків витрат і потенційних прибутків від організації промислового комплексу з переробки стебел льону олійного було визначено економічну ефективність стандартизації соломи, що становить 369 072 грн/рік, та трести, що дорівнює 863 348 грн/рік. Отже, впровадження розробленої нормативно-технічної документації на ці види сировини сприятиме збільшенню прибутків виробників насіння від вирощування льону олійного. Розрахункова ринкова ціна вітчизняного технічного волокна льону олійного на 23,3 % менша, ніж імпортного, що економічно вигідно для українських споживачів такого типу волокна. Так, у разі виходу волокна з трести 11 % на спроектованому міні-льонозаводі отримують 123,02 т волокна за рік і економія від його споживання в такій кількості становитиме 1 024 756 грн, а у разі виходу волокна з трести 26 % – 2 422 197 грн.

ВИСНОВКИ

1. Створено наукові основи інноваційної методики, що дозволили вирішити наукову проблему з контролю якості стебел льону олійного та продукції на їх основі. Розроблено та теоретично обґрунтовано наукову концепцію комплексної системи оцінювання соломи та трести льону олійного.

2. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено методологію проведення стандартизації лубоволокнистої сировини. Розроблено нормативно-технічну документацію на солому, тресту та волокно льону олійного для промислового застосування, встановлено основні показники, що свідчать про рівень якості даної сировини, економічно обґрунтовано доцільність виробничої переробки та реалізації сертифікованої продукції на підприємства України.

3. Проведено теоретичні дослідження та аналіз світового досвіду вивчення анатомічних і морфологічних ознак, хімічного складу та технологічних властивостей стебел льону олійного, у результаті якого було визначено основні показники якості, що характеризують їх як промислову лубоволокнисту сировину: вологість, засміченість, вихід лубу зі стебел, група кольору соломи, загальна й технічна довжина та діаметр стебел – для соломи; вологість, засміченість, вихід волокна, відокремлюваність, група кольору волокна, загальна й технічна довжина та діаметр стебел – для трести.

4. У результаті експериментальних та теоретичних досліджень фізико-механічних властивостей соломи та трести льону олійного було визначено діапазон варіювання показників їх якості від мінімального до максимального значення. Вперше встановлено, що технологічну цінність соломи та трести льону олійного найбільшою мірою характеризують головні показники зі значеннями:

вологість – технологічна 6,0-8,0 %, нормована 19,0 %, фактична в рулонах не більше 20,0 % та в тюках не більше 25,0 %; засміченість – 5,0-20,0 %; група кольору соломи – I, II, III (група кольору волокна з трести або показник кольору волокна – I, II, III, IV або 1,0-4,0); вихід лубу (вихід волокна) – 11,0-40,0 %; відокремлюваність (ступінь вилежаності трести) – 4,1 од. і більше (вилежана), від 3,1 од. до 4,0 од. (недолежана), 3,0 од. і менше (солома). Другорядне значення для соломи та трести мають загальна довжина – до 90 см, технічна довжина – 15,0-78,0 см, діаметр – 1,0-4,1 мм і технічна частина в загальній довжині – 60,0-90,0 %.

5. Вперше на методологічних засадах кваліметрії розроблено комплексну систему контролю якості соломи та трести льону олійного, що базується на експертному оцінюванні й ранжуванні технологічних характеристик стебел цієї культури та визначенні коефіцієнтів вагомості показників якості соломи й трести льону олійного. За шкалою порядку встановлено найбільш значущі технологічні характеристики соломи та трести, які рекомендовано застосовувати для розрахунку їх номера: вихід лубу зі стебел, засміченість і група кольору – для соломи; вологість, засміченість, вихід волокна, відокремлюваність та група кольору волокна – для трести.

6. Створено та науково обґрунтовано методологію визначення загального рівня якості соломи та трести льону олійного як промислової сировини за її номером на основі обчислення суми балів відносних значень найбільш вагомих показників якості. На підставі кластеризації показників соломи та трести льону олійного вперше запропоновано визначати їх якість за п'ятьма номерами: 5, 4, 3, 2, 1, що дозволяє прогнозувати доцільність первинної переробки даної сировини та функціональне призначення отриманої продукції. Для п'яти номерів соломи встановлено граничні суми балів за трьома групами кольору: солома I групи 5 номера має кількість балів від 200 до 132, 4 – 131-98, 3 – 97-79, 2 – 78-64, 1 – 63-53; солома II групи 5 номера не має, 4 – 200-110, 3 – 109-82, 2 – 81-65, 1 – 64-53; солома III групи 5 і 4 номера не має, 3 – 200-90, 2 – 89-66, 1 – 65-53. Для п'яти номерів трести встановлено граничні суми балів за трьома групами ступеня вилежаності трести (відокремлюваності): треста вилежана (4,1 і більше) 5 номера має кількість балів від 300 до 217, 4 – 216-168, 3 – 167-134, 2 – 133-104, 1 – 103-78; треста недолежана (від 3,1 до 4,0) 5 номера не має, 4 – 300-190, 3 – 189-142, 2 – 141-109, 1 – 108-78; солома (3,0 і менше) 5 і 4 номера не має, 3 – 300-165, 2 – 164-116, 1 – 115-78.

7. За результатами теоретичних та експериментальних товарознавчих досліджень якісних характеристик стебел льону олійного було виявлено споживні властивості отриманої з них продукції та здійснено їх розподіл на групи. Запропоновано ієрархічну систему класифікації стебел льону олійного, згідно з якою сукупність продукції, одержаної на їх основі, рекомендовано розподілити за класифікаційною ознакою «тип продукції». Відповідно до даної класифікації вперше запропоновано розрізняти волокна льону олійного за способом отримання та функціональним призначенням і надати цим типам продукції такі найменування: комплексне волокно (луб), технічне волокно (луб), котонін із льону олійного, целюлоза з котоніну.

8. У результаті детального аналізу чинних вітчизняних і зарубіжних стандартів на лубоволокнисту сировину визначено загальні принципи побудови

нормативних документів для оцінки якості соломи та трести льону олійного як промислової сировини. Згідно з розробленою методикою створено й затверджено в ДП «Херсонстандартметрологія» нормативно-технічну документацію для оцінювання якості соломи, трести та волокон даної культури: ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016 «Солома льону олійного. Технічні умови», ТУ У 01.1-05480298-001:2017 «Треста льону олійного. Технічні умови» та ТУ У 01.1-05480298-002:2018 «Волокно льону олійного. Технічні умови». Рекомендовано використовувати дану нормативну документацію у виробничій та науковій сферах під час оцінювання якості стебел льону олійного і продукції на їх основі. Результати наукової роботи апробовано у виробничих умовах та впроваджено в навчальний процес в Україні та за кордоном.

9. Вперше запропоновано новий спосіб визначення номера соломи та трести льону олійного за їх вагомими якісними характеристиками, що базується на сучасних методах математичного оброблення даних за допомогою комп'ютерних програм CQSoilseed Flax та CQRoilseed Flax, написаних на високорівневій мові програмування C# з використанням середовища розробки Microsoft Visual Studio 2010.

10. Економічно обґрунтовано доцільність використання розробленої документації на підприємствах України з метою реалізації сертифікованої продукції та ефективність впровадження вітчизняних технологій переробки стебел льону олійного. Встановлено, що навіть за умови мінімального виходу волокна з трести 11 %, чистий річний прибуток від реалізації продукції (технічного волокна та костриці) дорівнюватиме 1 772 079 грн, рентабельність переробки трести – 57 %, а окупність витрат – 1,74 року. За умови виходу волокна зі стебел 26 % чистий річний прибуток від реалізації продукції із трести льону олійного (технічного волокна та костриці) становитиме 6 120 418 грн, рентабельність переробки трести – 198 %, а окупність витрат – 0,51 року.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для організації виробничого комплексу з переробки соломи та трести льону олійного з метою одержання волокна різного функціонального призначення та його реалізації на вітчизняному й світовому ринках як сертифікованого продукту необхідно:

- під час закупівлі соломи та трести льону олійного підприємствами переробного комплексу здійснювати оцінку їх якості за розробленими технічними умовами та дотримуватися всіх методичних вказівок;

- прогнозувати технологічні режими й параметри обробки даної сировини та показники якості потенційної готової продукції відповідно до номера соломи або трести;

- під час реалізації та закупівлі волокна льону олійного виробниками або споживачами відповідно, оцінювати його за типами, які свідчать про функціональне призначення волокна, використовуючи розроблені технічні умови та дотримуючись усіх методичних вказівок;

застосовувати розроблену нормативно-технічну документацію, що дозволить вітчизняним виробникам реалізовувати продукцію, яка матиме сертифікат якості.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія:

1. Чурсіна Л.А. Інноваційні технології одержання нетканих та целюлозовмісних матеріалів з льону олійного: [монографія] / Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, Т.М. Головенко, І.О. Меньяло-Басиста; рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ХНТУ (протокол № 7 від 03.06.2014 р.). – Херсон: ХНТУ, 2014. – 304 с. *Л.А. Чурсиній належать основні ідеї монографії, Г.А. Тіхосовій – формулювання висновків та узагальнення отриманих результатів, Т.М. Головенко – удосконалення технології обробки стебел льону олійного для одержання нетканих матеріалів, І.О. Меньяло-Басистій – удосконалення технології обробки стебел льону олійного для одержання целюлозовмісних матеріалів.*

Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір:

2. А. с. № 84077 України. Комп'ютерна програма для оцінки якості соломи та трести льону олійного «CQSRoilseed Flax» / О.В. Іванчук, Т.М. Головенко, В.М. Козел; заявник і патентовласник О.В. Іванчук, Т.М. Головенко, В.М. Козел. – заявка № 85097 від 06.11.18; зареєстр. 02.01.2019. *Дисертанту належить розроблення систем контролю якості соломи та трести льону олійного.*

Статті у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз:

3. Головенко Т.М. Загальна характеристика показників льону олійного з метою виготовлення інноваційних товарів / Т.М. Головенко, Г.А. Бойко, О.О. Іваненко, О.В. Шовкомуд // Молодий вчений: зб. наук. праць. – 2016. – № 5 (32). – С. 218-222. *Т.М. Головенко належать основні ідеї статті, Г.А. Бойко – проведення експериментальних досліджень і розрахунків, О.О. Іваненко та О.В. Шовкомуду – аналіз та узагальнення отриманих результатів.*

4. Golovenko T. Current methods standardization of oilseed flax straw in Ukraine for its industrial application / T. Golovenko, A. Tihosova, L. Chyrsina, L. Bartkiv, O. Shovkomud // Engineering Computations: scientific journal. – Emerald Group Publishing Ltd., 2017. – № 8 (2). – Vol. 34. – P. 2534-2541. *Т. Головенко належать теоретичні дослідження з визначення основних методик оцінки якості соломи льону олійного, Л. Бартків та О. Шовкомуду – проведення експериментальних досліджень і математично-статистична обробка даних, Л. Чурсиній і Г. Тіхосовій – узагальнення отриманих результатів.*

5. Golovenko T. The necessary of development of the standardization system for the new products from oilseed flax straw / T. Golovenko, A. Tihosova, L. Bartkiv, A. Kniazev, T. Yanyuk // National Science Review: scientific journal. – Chinese Academy of sciences, Oxford University Press, 2017. – Issue 3 (1). – Vol. 4. – P. 335-342. *Г. Тіхосовій і Т. Головенко належать основні ідеї статті та постановка завдання, Л. Бартків – аналіз теоретичних досліджень, О. Князєву та Т. Янюк – проведення експериментальних досліджень і узагальнення отриманих результатів.*

6. Golovenko T. Feasibility study on the development of regulatory documentation for bast fiber products / T. Golovenko, A. Tihosova, N. Fediakina, S. Putintseva, A. Shovkomud // National Science Review: scientific journal. – Chinese Academy of sciences, Oxford University Press, 2017. – Issue 3 (2). – Vol. 9. – P. 586-591. *Г. Тіхосовій належить постановка завдання, Т. Головенко – основні ідеї статті, Н. Федякіній і С. Путінцевій – аналіз даних експериментальних досліджень, О. Шовкомуду – узагальнення отриманих результатів.*

7. Golovenko T. Need harmonization of standards for innovative products on bast crops obtained in Ukraine / T. Golovenko, A. Tihosova // National Science Review:

scientific journal. – Chinese Academy of sciences, Oxford University Press, 2017. – Issue 4 (2). – Vol. 4. – P. 1362-1368. *Дисертанту належить проведення теоретичних досліджень та аналіз отриманих результатів.*

8. Головенко Т.Н. Промышленное использование соломы льна масличного, как в мире, так и в Украине / Т.Н. Головенко, Г.А. Бойко, А.С. Дягилев, А.В. Шовкомуд // Молодий вчений: зб. наук. праць. – 2017. – № 1 (41). – С. 37-40. *Т.М. Головенко належать основні ідеї статті, Г.А. Бойко – проведення експериментальних досліджень і розрахунків, А.С. Дягілеву та О.В. Шовкомуду – аналіз та узагальнення отриманих результатів.*

9. Дягилев А.С. Сравнительный анализ свойств волокон льна масличного и коротких волокон льна-долгунца / А.С. Дягилев, Т.Н. Головенко, Л.А. Чурсина, А.Г. Коган, А.В. Шовкомуд / Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности: период. науч. журнал Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. – 2017. – № 2. – С. 54-58. *–Дисертанту належить проведення експериментальних досліджень.*

10. Головенко Т.Н. Анализ состояния легкой промышленности Украины / Т.Н. Головенко, А.А. Тихосова, О.Ф. Богданова, А.В. Шовкомуд / Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности: науч. период. журнал Ивановской государственной политехнической академии. – 2018. – № 5. – С. 251-254. *Т.М. Головенко належать теоретичні дослідження стану легкої промисловості України, Г.А. Тіхосовій та О.Ф. Богдановій – основні ідеї статті, О.В. Шовкомуду – аналіз та узагальнення отриманих результатів.*

Статті у фахових виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз:

11. Маломуж Т.В. Математичне моделювання технологічних процесів одержання нетканих матеріалів з льону олійного / Т.В. Маломуж, Т.І. Тернова, Т.М. Головенко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 4. – С. 230-233. *Т.В. Маломуж належать основні ідеї статті, Т.І. Терновій – одержання та аналіз математичних моделей, Т.М. Головенко – проведення експериментальних досліджень і розрахунків.*

12. Тіхосова Г.А. Економічна доцільність виробництва нетканих матеріалів з льону олійного на вітчизняних підприємствах / Г.А. Тіхосова, Т.М. Головенко, О.А. Соколов // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2014. – № 4 (1). – С. 196-198. *Г.А. Тіхосовій належать основні ідеї статті, Т.М. Головенко – проведення та аналіз економічних розрахунків, О.А. Соколову – узагальнення отриманих результатів.*

13. Богданова О.Ф. Использование льняной костры для целлюлозно-бумажного производства / О.Ф. Богданова, Т.М. Головенко // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2014. – № 6. – С. 80-83. *Дисертанту належать проведення експериментальних досліджень та узагальнення їх результатів.*

14. Ковтун О.М. Економічні переваги промислового використання стебел льону олійного в Україні / О.М. Ковтун, Т.М. Головенко, Л.Г. Бартків, О.В. Шовкомуд // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2017. – № 5. – С. 18-23. *О.М. Ковтун належить проведення економічних розрахунків, Т.М. Головенко – основні ідеї статті, Л.Г. Бартків та О.В. Шовкомуду – аналіз та узагальнення отриманих результатів.*

15. Чурсіна Л.А. Економічна оцінка переробки стебел льону олійного в Україні / Л. Чурсіна, Т. Головенко, Л. Бартків // Товари і ринки. Економічні науки. – 2017. – № 2 (24). – Т. 2. – С. 79-95. *Дисертанту належить проведення економічних розрахунків та узагальнення їх результатів.*

У наукових фахових виданнях:

16. Головенко Т.М. Сучасні проблеми ринку нетканих матеріалів в Україні та пошук вітчизняної сировини для їх виробництва / Т.М. Головенко, Л.А. Чурсіна, Н.В. Тулученко // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2014. – № 2 (49). – С. 56-62. *Т.М. Головенко належать теоретичні дослідження стану ринку нетканих матеріалів України, Л.А. Чурсиній – основні ідеї статті, Н.В. Тулученко – аналіз та узагальнення отриманих результатів.*

17. Головенко Т.М. Сучасні проблеми стандартизації нетканих матеріалів з волокон льону олійного / Т.М. Головенко, Г.А. Тіхосова, Л.Г. Бартків // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2014. – № 2 (87). – С. 8-12. *Дисертанту належить теоретичне обґрунтування створення стандартів на неткані матеріали з льону олійного та узагальнення отриманих результатів.*

18. Богданова О.Ф. Переработка льняной соломы механо-химическим способом для получения качественной целлюлозы / О.Ф. Богданова, Т.М. Головенко, О.В. Князев // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2015. – Вип. 15. – Т. 1. – С. 48-56. *О.Ф. Богдановій належать основні ідеї статті, Т.М. Головенко – проведення експериментальних досліджень і розрахунків, О.В. Князеву – аналіз та узагальнення отриманих результатів.*

19. Бойко Г.А. Потенційні можливості виходу на ринки товарів з волокон льону олійного / Г.А. Бойко, Т.М. Головенко, Л.М. Поліщук // Товарознавчий вісник: зб. наук. пр. Луцького національного технічного університету. – Вип. 9. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2016. – С. 33-39. *Дисертанту належать проведення теоретичних досліджень, узагальнення їх результатів і аналіз нормативної документації.*

20. Головенко Т.М. Особливості товарознавчої оцінки якості соломи льону олійного / Т.М. Головенко, Л.Г. Бартків, Г.А. Тіхосова // Товарознавчий вісник: зб. наук. пр. Луцького національного технічного університету. – Вип. 10. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2017. – С. 52-63. *Дисертанту належать проведення експериментальних досліджень та аналіз нормативної документації.*

21. Головенко Т.М. Розроблення системи класифікації стебел льону олійного з метою їх промислового застосування / Т.М. Головенко, Л.Г. Бартків, Г.А. Тіхосова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2017. – № 3 (106). – С. 91-99. *Дисертанту належить проведення теоретичних досліджень.*

22. Головенко Т.М. Наукові основи розроблення системи якості соломи, трести й волокон з олійного льону / Т.М. Головенко, Л.Г. Бартків, Г.А. Тіхосова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2018. – № 5 (112). – С. 58-72. *Дисертанту належать проведення теоретичних досліджень та узагальнення отриманих результатів.*

23. Головенко Т.М. Збагачення виробництв України сертифікованою лубоволокнистою сировиною з льону олійного / Т.М. Головенко, О.Л. Ткачук, О.М. Ковтун, О.О. Горач, О.В. Шовкомуд // Наукові нотатки Луцького національного технічного університету. Технічні науки. – 2018. – Вип. 64. – С. 28-32. *Т.М. Головенко належить постановка завдання, О.М. Ковтун та О.О. Горач – проведення теоретичних досліджень, О.В. Шовкомуду – аналіз та узагальнення отриманих результатів.*

Статті в інших наукових виданнях (міжнародні публікації):

24. Golovenko T. Scientific substantiation of output parameters for assessing the quality of oilseed flax straw / T. Golovenko, L. Bartkiv, A. Tihosova // The scientific heritage. – Budapest (Hungary). – 2017. – № 9 (9). – P. 79-86. *Дисертанту належить проведення експериментальних досліджень з визначення показників якості соломи льону олійного.*

Тези доповідей, матеріали наукових конференцій:

25. Головенко Т.М. Щодо питань оцінки якості нетканих матеріалів з льону олійного / Т.М. Головенко, Л.Г. Бартків: матеріали міжнародної науково-практичної конференції [«Якість, стандартизація, сертифікація та метрологія: сучасний стан і перспективи розвитку»], (м. Херсон, 10-12 вересня 2014 р.). – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2014. – С. 91-93. *Дисертанту належать проведення експериментальних досліджень та обробка їх результатів.*

26. Бойко Г.А. Оцінка рівня якості змішаної пряжі з волокон льону олійного комплексним методом / Г.А. Бойко, Т.М. Головенко: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції [«Якість та безпечність товарів»], (м. Луцьк, 1 квітня 2016 р.). – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2016. – С. 8-9. *Дисертанту належать проведення теоретичних досліджень та узагальнення отриманих результатів.*

27. Головенко Т.Н. Развитие лубоволокнистого сырьевого комплекса Украины для производства инновационных товаров / Т.Н. Головенко, А.А. Тихосова, А.В. Шовкомуд: материалы международной научно-практической конференции [«Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур»], (г. Тверь, 19-20 мая 2016 г.). – Тверь: ФГБНУ ВНИИМЛ, 2016. – С. 216-219. *Дисертанту належать проведення теоретичних досліджень та аналіз нормативної документації на сировину та продукцію зі стебел льону олійного.*

28. Головенко Т.М. Развитие вітчизняної текстильної галузі за рахунок конкурентоспроможної сировини / Т.М. Головенко, Г.А. Бойко, О.В. Шовкомуд: матеріали міжнародної науково-практичної конференції [«Інноваційні технології одержання виробів різного функціонального призначення, їх стандартизація та сертифікація»], (м. Херсон, 7-9 вересня 2016 р.). – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2016. – С. 13-24. *Дисертанту належать основні ідеї статті та проведення теоретичних досліджень.*

29. Головенко Т.М. Актуальність створення нормативних документів на інноваційну продукцію з луб'яних культур / Т.М. Головенко, Г.А. Тихосова, О.В. Князев: матеріали п'ятої міжнародної науково-практичної конференції [«Інновації у льонарстві та коноплярстві – 2016»], (м. Глухів, 25-27 жовтня 2016 р.). – Суми: Видавничий будинок «Еллада», 2017. – С. 79-87. *Дисертанту належать проведення теоретичних досліджень та аналіз нормативної документації на сировину та продукцію зі стебел льону олійного.*

30. Головенко Т.М. Актуальність визначення товарознавчої оцінки волокон льону олійного / Т.М. Головенко, Г.А. Тихосова, Л.А. Чурсіна, Л.Г. Бартків: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів [«Якість та безпечність товарів»], (м. Луцьк, 24 березня 2017 р.). – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2017. – С. 22-24. *Л.А. Чурсиній і Г.А. Тихосовій належать основні ідеї статті, Т.М. Головенко – теоретичні дослідження методик оцінки якості натуральних волокон, Л.Г. Бартків – аналіз отриманих результатів.*

31. Дягилев А.С. Сравнительный анализ прочностных характеристик волокон льна масличного и коротких волокон льна-долгунца / А.С. Дягилев, Л.А. Чурсина, А.Г. Коган, В.В. Исаченко, Т.Н. Головенко, А.В. Шовкомуд: материалы 50-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной году науки, (г. Витебск, апрель 2017 г.). – Витебск: ВГТУ, 2017. – С. 291-293. *Т.М. Головенко та О.В. Шовкомуду належать експериментальні дослідження та узагальнення їх результатів, А.С. Дягилеву та*

В.В. Ісаченко – порівняльний аналіз характеристик двох груп льону, О.Г. Когану та Л.А. Чурсиній – основні ідеї статті.

32. Головенко Т.М. Розвиток наукових основ товарознавчого оцінювання стебел та волокна льону олійного / Т.М. Головенко, Л.Г. Бартків, О.В. Шовкомуд: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих учених [«Реформування системи технічного регулювання відповідно до вимог законодавства ЄС та торгівлі України»], (м. Херсон, 23-25 травня 2017 р.). – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2017. – С. 55-58. *Дисертанту належать проведення експериментальних досліджень та обробка їх результатів.*

33. Головенко Т.М. Перспективи створення технічної документації з оцінювання якості стебел льону олійного / Т.М. Головенко, Л.Г. Бартків, О.В. Шовкомуд: матеріали міжнародної науково-практичної конференції [«Проблеми та перспективи розвитку технічного регулювання у сферах виробництва, послуг і торгівлі згідно з вимогами ЄС»], (м. Херсон, 6-8 вересня 2017 р.). – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2017. – С. 66-69. *Дисертанту належать проведення експериментальних досліджень та обґрунтування отриманих результатів.*

34. Golovenko T. Scientific advances in Ukraine and world experience of creating innovative products made from oilseed flax straw / T. Golovenko, A. Shovkomud, L. Chursina: materials International symposium ISB-INMA TEH [«Agricultural and mechanical Engineering»], (Bucharest, 6-8 October 2017). – Bucharest: Politehnica University of Bucharest, 2017. – С. 179-184. *Дисертанту належать проведення теоретичних досліджень та аналіз отриманих результатів.*

35. Dyagilev A. Comparative analysis of flax fiber properties / A. Dyagilev, T. Golovenko, A. Kogan, V. Isachenko: materials of the International scientific and practical conference [«Education and science in the 21st century»], (Vitebsk, 31 October 2017). – Vitebsk: VSYU, 2017. – Р. 28-29. *Т.М. Головенко належать експериментальні дослідження характеристик двох груп льону, О.Г. Когану – основні ідеї статті, А.С. Дягілеву та В.В. Ісаченко – узагальнення результатів експериментальних досліджень.*

36. Головенко Т.М. Проблеми стандартизації і сертифікації сировини та готової продукції з луб'яних культур / Т.М. Головенко, О.О. Горач: матеріали міжнародної науково-практичної конференції [«Інфраструктура якості: перспективи та тенденції розвитку»], (м. Київ, 15 листопада 2017 р.). – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – С. 13. *Дисертанту належить проведення теоретичних досліджень.*

37. Бойко Г.А. Вплив технологій збирання на якісні показники луб'яних культур / Г.А. Бойко, Т.М. Головенко: materials of International research and practice conference [«Modern methods, innovations, and experience of practical application in the field of technical sciences»], (Rodom, 27-28 December 2017). – Rodom: Lubelski Park Naukowo Technologiczny S.A., 2017. – С. 174-178. *Дисертанту належать основні ідеї статті та оброблення результатів дослідження.*

38. Головенко Т.М. Значення стандартизації інноваційної луб'яної сировини / Т.М. Головенко, Г.А. Бойко, О.В. Шовкомуд: матеріали IX міжнародної конференції [«Молоді вчені 2018 – від теорії до практики»], (м. Дніпро, 16 лютого 2018 р.). – Дніпро: НМетАУ, 2018. – С. 303-306. *Дисертанту належать проведення теоретичних досліджень та аналіз нормативної документації.*

39. Головенко Т.М. Етапи формування сучасної системи контролю якості соломи льону олійного / Т.М. Головенко, Г.А. Тіхосова, С.М. Ващук: матеріали

всеукраїнської науково-практичної конференції студентів і молодих учених [«Дослідження якості вітчизняних товарів і послуг та їх відповідності національним нормативним документам»], (м. Херсон, 15-17 травня 2018 р.). – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2018. – С. 21-23. *Дисертанту належать проведення теоретичних досліджень та аналіз методів оцінювання якості промислової продукції.*

40. Головенко Т.М. Світовий та вітчизняний досвід оцінки якості стебел соломи льону олійного / Т.М. Головенко, Л.А. Чурсіна, Н.М. Федосова: матеріали міжнародної науково-практичної конференції [«Шляхи вдосконалення системи технічного регулювання в Україні та світі»], (м. Херсон, 12-14 вересня 2018 р.). – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2018. – С. 56-59. *Дисертанту належить проведення теоретичних досліджень.*

41. Головенко Т.М. Удосконалення національного нормативного забезпечення оцінки якості луб'яної сировини / Т.М. Головенко, Л.А. Чурсіна, Л.Г. Бартків: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції [«Інфраструктура якості: перспективи та тенденції розвитку»], (м. Київ, 11 жовтня 2018 р.). – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. – С. 17-18. *Дисертанту належать теоретичні дослідження стану стандартизації стебел льону олійного.*

42. Головенко Т.М. Технічні умови з оцінки якості нової лубоволокнистої сировини / Т.М. Головенко, О.М. Ковтун, О.О. Горач, К. Жанік: матеріали міжнародної науково-технічної конференції [«Інженерія та технології: наука, освіта, виробництво»], (м. Луцьк, 15-16 листопада 2018 р.). – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2018. – С. 50-51. *Т.М. Головенко належать основні ідеї статті, О.М. Ковтун та О.О. Горач – теоретичні дослідження стану стандартизації стебел льону олійного, К. Жанік – узагальнення та формулювання висновків.*

АНОТАЦІЯ

Головенко Т.М. Розвиток наукових основ створення комплексних систем контролю якості стебел та волокна льону олійного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур. – Херсонський національний технічний університет, Херсон, 2019.

Дисертаційна робота присвячена розвитку наукових основ створення комплексних систем контролю якості стебел та волокна льону олійного. На базі порівняльних досліджень стану стандартизації соломи, трести й волокон цієї культури в Україні та світі теоретично обґрунтовано необхідність створення нової концепції оцінки їх якості та розробки нормативно-технічної документації.

У результаті теоретичних та експериментальних досліджень анатомічних і морфологічних ознак, хімічного складу та фізико-механічних властивостей соломи, трести й волокон льону олійного було визначено діапазон варіювання показників їх якості від мінімального до максимального значення. Отримані дані в подальшому використали для розробки нормативної документації.

Із застосуванням основних методів кваліметрії встановлено найвагоміші технологічні характеристики соломи (вихід лубу зі стебел, засміченість, група

кольору) та трести (вихід волокна, засміченість, група кольору волокна, відокремлюваність), які рекомендовано застосовувати для розрахунку комплексного показника якості – номера соломи та трести льону олійного.

Створено й науково обґрунтовано методологію визначення загального рівня якості соломи та трести льону олійного як промислової сировини за їх номером на основі обчислення суми балів відносних значень найбільш вагомих показників якості. На підставі кластерного аналізу здійснено розподіл показників якості соломи та трести льону олійного за класами сортності на номери. Для п'яти номерів соломи встановлено граничні суми балів за трьома групами кольору, а для п'яти номерів трести – за трьома групами відокремлюваності. Використання запропонованої комплексної методології визначення номера соломи та трести льону олійного дозволяє прогнозувати доцільність переробки даної сировини й функціональне призначення отриманої продукції. З метою прискорення процесу оцінювання соломи та трести льону олійного було розроблено комп'ютерні програми, які полегшують обробку числових даних, одержаних інструментальними методами вимірювання показників якості сировини, що надходить на промислове підприємство.

Здійснено товарознавче оцінювання стебел льону олійного та розроблено ієрархічну систему їх класифікації. Одержану зі стебел даної культури солому, тресту та волокно запропоновано розподілити за класифікаційною ознакою «тип продукції». Вперше запропоновано розрізняти волокно (луб) льону олійного за способом виготовлення та функціональним призначенням і надати цим типам продукції такі найменування: комплексне волокно (луб), технічне волокна (луб), катонін із льону олійного, целюлоза з катоніну.

Економічно обґрунтовано доцільність використання розробленої документації на підприємствах України з метою реалізації сертифікованої продукції та ефективність впровадження вітчизняних технологій переробки соломи льону олійного.

У результаті виконання дисертаційної роботи було розроблено та затверджено в ДП «Херсонстандартметрологія» технічні умови: ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016 «Солома льону олійного. Технічні умови», ТУ У 01.1-05480298-001:2017 «Треста льону олійного. Технічні умови» та ТУ У 01.1-05480298-002:2018 «Волокно льону олійного. Технічні умови».

Ключові слова: льон олійний, стебла, солома, треста, волокно, технологічна оцінка, система контролю якості, кваліметрія, методика, технічні умови.

ABSTRACT

Holovenko T.M. Development of Scientific Foundations for the Development of Complex Quality Control Systems for Oilseed Flax Stems and Fibers. - Qualifying scientific paper as manuscript.

The thesis for obtaining the scientific degree of Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.18.02 - technology of grain, legumes, cereal products and combined feed, oilseed and bast crops. - Kherson National Technical University, Kherson, 2019.

The thesis is devoted to the development of scientific foundations for the development of complex quality control systems for oilseed flax stems and fibers. On

the basis of comparative studies of the standardization condition of straw, retted straw and fibers of this crop in Ukraine and in the world the necessity of creating a new concept for evaluating their quality and developing normative and technical documentation is theoretically grounded.

As a result of theoretical and experimental studies of anatomical and morphological characteristics, chemical composition and physical and mechanical properties of straw, retted straw and oilseed flax fiber, the range of variation of the indexes of their quality from the minimum to the maximum value was determined. The obtained data was subsequently used to develop normative documentation.

Using the basic methods of qualimetry, the most important technological characteristics of straw (bast yield from stems, impurity, color group) and retted straw (fiber yield, impurity, fiber color group, separability) were established, which are recommended for the calculation of the complex quality index - the numbers of oilseed flax straw and retted straw.

A methodology for determining the overall level of oilseed flax straw and retted straw as an industrial raw material based on their number has been created and scientifically substantiated based on the calculation of the sum of the points of the relative values of the most significant quality indices. On the basis of cluster analysis, the distribution of quality indices of oilseed flax straw and retted straw by grade classes to numbers was made. For the five numbers of straw, the limit sums of grades are set by three groups of colors, and for the five numbers of retted straw - by three groups of separability. The use of the proposed comprehensive methodology for determining the number of oilseed flax straw and retted straw allows predicting the expediency of processing this raw material and the functional purpose of obtained products. In order to accelerate the process of oilseed flax straw and retted straw evaluation, software was developed that facilitate the processing of numerical data obtained by the instrumental methods of measuring the quality indices of raw materials entering an industrial enterprise.

The trade analysis of oilseed flax stems was carried out and a hierarchical system of their classification was developed. The straw, retted straw and fiber obtained from the stems of this crop are proposed to be classified according to the classification feature "product type". For the first time, it was proposed to distinguish fibers (bast) of oilseed flax by manufacturing method and functional purpose and to give these types of products the following names: complex fiber (bast), technical fiber (bast), cottonin from oilseed flax, and cellulose from cottinin. The feasibility of using the developed documentation at Ukrainian enterprises for the purpose of sale of certified products and the efficiency of introduction domestic technologies of oilseed flax straw processing is substantiated.

As a result of completing the thesis, the specifications of TU U 01.1-2303511525 - 001: 2016 "Oilseed Flax Straw. Specifications", TU U 01.1-05480298-001: 2017 "Oilseed Flax Retted Straw. Specifications" and TU U 01.1-05480298-002: 2018 "Oilseed Flax Fiber. Specifications" were developed and approved in the State Enterprise "Khersonstandardmetrology".

Key words: oilseed flax, stems, straw, retted straw, fiber, technological evaluation, quality control system, qualimetry, technique, specifications.

Відповідальна за випуск Субботіна Н.Є.

Підписано до друку 28.08.2019 р.

Формат 60х90/16. Папір офсетний.

Умовно-друкарських аркушів 1,08.

Наклад 120 прим. Зам. № 26.

Друк – ІВВ Луцького НТУ.

43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75.