

Т.М. ГОЛОВЕНКО, О.О. НАЛОБІНА,
О.В. ПАХОЛЮК, О.В. ШОВКОМУД
Ю.В. БЕРЕЗОВСЬКИЙ



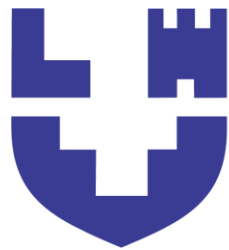
Новітні комплексні системи оцінювання якості та обробки льоновмісних матеріалів

Монографія



2024

Міністерство освіти і науки України

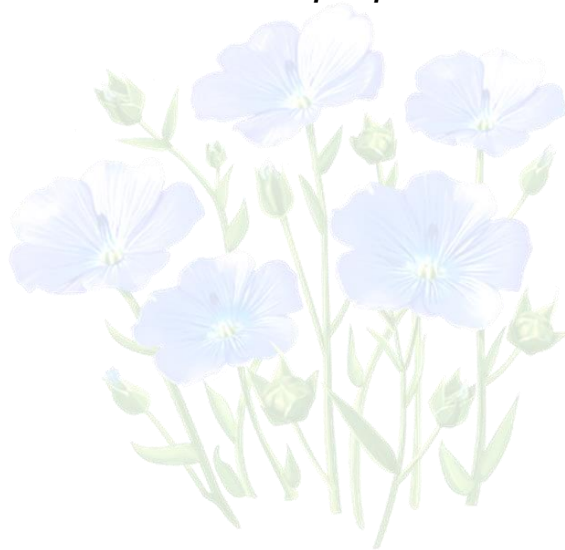


**ЛУЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**Т.М. ГОЛОВЕНКО, О.О. НАЛОБІНА,
О.В. ПАХОЛЮК, О.В. ШОВКОМУД,
Ю.В. БЕРЕЗОВСЬКИЙ**

**Новітні комплексні системи
оцінювання якості та обробки
льоновмісних матеріалів**

Монографія



Луцьк
Луцький національний технічний університет
2024

УДК 677.11.001.73+168
Г-61

*Рекомендовано Вченою радою
Луцького національного технічного університету
як навчальний посібник для здобувачів закладів вищої освіти
(протокол № 8 від 29 лютого 2024 р.)*

Рецензенти:

- Кузьміна Т.О.** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету;
- Ляліна Н.П.** – доктор технічних наук, професор кафедри товарознавства та комерційної діяльності Київського національного університету будівництва та архітектури;
- Дударев І.М.** – доктор технічних наук, професор кафедри технологій і обладнання переробних виробництв Луцького національного технічного університету.

Матеріали подані в авторській редакції

Головенко Т.М. Новітні комплексні системи оцінювання якості та обробки льоновомісних матеріалів: монографія / Т.М. Головенко, О.О. Налобіна, О.В. Пахолюк, О.В. Шовкомуд, Ю.В. Березовський – Луцьк: ЛНТУ, 2024. – 476 с.

Рециклінг луб'яної біомаси з льону олійного на підприємствах України для виготовлення текстильних, целюлозно-паперових та композиційних виробів різного функціонального призначення може бути одним із сучасних напрямків економічного розвитку країни та відродження сировинного сектору легкої промисловості. Нині українські підприємства, виготовляючи льоновомісну продукцію, використовують імпортну сировину, тому відновлення сировинного текстильного ресурсу в Україні відіграє стратегічну роль у формуванні українського ринку конкурентоспроможної екопродукції. Ґрунтовний аналіз загальних методик оцінки якості волокновомісної сировини з льону олійного свідчить про повну відсутність нормативної бази, що регламентувала б походження та рівень якості не тільки в Україні, а й у світі в цілому, а також потребує удосконалення процесів обробки льоновомісних матеріалів з врахуванням сучасних потреб споживачів та технологічного прогресу.

У виданні представлені новітні комплексні системи оцінювання якості волокнистої сировини з льону олійного, а практичною цінністю роботи є створені нормативні документи та комп'ютерні програми для автоматизованого обчислення її рівня якості. Матеріал, викладений в монографії є актуальним для студентів, аспірантів, науковців, технологів та інженерів, які займаються питаннями первинної переробки лляної сировини та оцінюванням її якості.

УДК 677.11.001.73+168

Г-61

- © Т. М. Головенко, 2024
© О.О. Налобіна, 2024
© О.В. Пахолюк, 2024
© О.В. Шовкомуд, 2024
© Ю.В. Березовський, 2024

ПЕРЕДМОВА

У сучасному світі успішна діяльність будь-якого підприємства та його ринкова стабільність обумовлюється рівнем конкурентоспроможності виготовлених товарів. Підвищення конкурентоспроможності продукції свідчить про поліпшення її якості та задоволення вимог споживачів з прийнятною ціновою політикою. Виробництво конкурентоспроможних товарів поліпшеної якості потребує диверсифікації підприємств, тобто впровадження новітніх технологій виготовлення або наявності сучасного обладнання з необхідними виробничими потужностями. Так, будь-які зміни на підприємстві повинні супроводжуватись систематичним контролем якості продукції на всіх етапах технологічного циклу згідно певних методик оцінки відповідності, що мають бути задекларовані на державному рівні. Отже, стандартизація та сертифікація є невід'ємною частиною того чи іншого виробництва, яке є успішним та конкурентоспроможним за вимогою часу.

Нині більшість українських підприємств легкої промисловості працюють на імпортованій сировині або використовують застаріле обладнання зі значними енерговитратами, що призводить до збільшення собівартості готових виробів. До того ж, український ринок наповнений 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, може призводити до збитковості або банкрутства таких виробництв. Аналітична оцінка сучасного стану підприємств легкої промисловості України свідчить, 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. Продукція льонарства приносить значну користь людству, тому до даної культури збільшується інтерес у світі. В економічно розвинених країнах світу вже понад 17 років волокна зі стебел льону олійного, повноцінно займають нішу «луб'яної сировини нового покоління» для виробництва широкого асортименту продукції різного функціонального призначення.

Переробка стебел льону олійного на підприємствах України для виготовлення льономісних матеріалів широкого вжитку може бути одним із сучасних напрямків економічного розвитку країни та відродження сировинного сектору легкої промисловості. Льон олійний, завдяки його наявності в нашій державі в достатньому обсязі, є основним українським 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 державного ринку конкурентоспроможної інноваційної екопродукції шляхом використання натуральної та якісної сировини. Науковцями Херсонського національного технічного університету 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 нормативної 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 українському та світовому ринках неможливі без стандартизації, сертифікації, розробки систем контролю якості та застосування їх методів і засобів.

Враховуючи зазначене вище, актуальним завданням в Україні є створення нормативної документації для оцінки якості льновмісних матеріалів на основі льону олійного з урахуванням усіх сучасних вимог споживачів. Нормативні документи повинні базуватися на реальних досягненнях науки і техніки, враховувати український та світовий досвід провідних вчених, висококваліфікованих спеціалістів, а також наявні в Україні ресурси та технічний рівень виробництва.

Наукове видання пропонує принципово новий комплексний підхід до здійснення оцінки відповідності та контролю якості соломи, трести й волокон льону олійного, що стали фундаментальною основою для розробки нормативної документації. Так у результаті теоретичних та експериментальних досліджень анатомічних і морфологічних ознак, хімічного складу та фізико-механічних властивостей соломи, трести й волокон льону олійного визначено діапазон варіювання показників їх якості від мінімального до максимального значення. 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. Здійснено товарознавче оцінювання стебел льону олійного та розроблено ієрархічну систему їх класифікації. Одержану зі стебел даної культури солону, 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 волокно (луб), котонін із льону олійного, целюлоза з котоніну. Економічно обґрунтовано доцільність використання розробленої документації на підприємствах України з метою реалізації сертифікованої продукції та ефективність впровадження українських технологій переробки соломи льону олійного.

Практичною цінністю монографії є розроблення нормативних документів: 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». Це дає можливість створювати нові ринки доступної сертифікованої сировини в Україні; аграріям та агрохолдингам збільшувати прибутки від вирощування льону олійного шляхом реалізації соломи та трести на переробні об'єкти та правильно визначати їх вартість; раціонально й економічно доцільно планувати виробництво льономісної сировини зі стебел льону олійного; споживати сировину певної якості та визначати функціональне призначення потенційної продукції; знижувати собівартість і підвищувати якість готових виробів. З метою прискорення процесу оцінювання соломи та трести льону олійного розроблено комп'ютерні програми CQSoilseed Flax, CQRoilseed Flax, CQSRoilseed Flax для математичної обробки числових даних, одержаних у результаті інструментальної оцінки соломи та трести льону олійного за розробленою методологією, що значно полегшують обробку числових даних та прискорюють процес визначення номера досліджуваної сировини.

Результати досліджень викладені у монографії сприятимуть створенню промислового комплексу з виготовлення конкурентоспроможних інноваційних виробів із української доступної луб'яної сировини. Стандартизована продукція, яка відповідатиме високим вимогам споживачів, може бути успішно реалізована та знайти свою когорту споживачів як на українському, так і на міжнародному ринках.

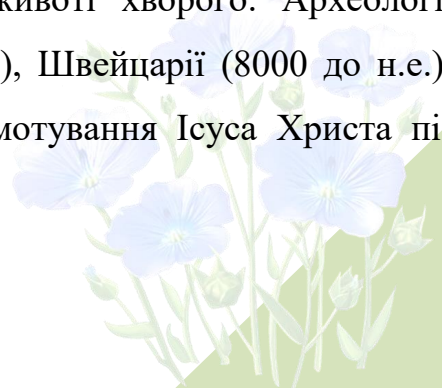
РОЗДІЛ 1: АНАЛІЗ СУЧАСНОГО АСОРТИМЕНТУ ПРОДУКЦІЇ З ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ТА СТАН СТАНДАРТИЗАЦІЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ЇЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

1.1 Проблеми легкої промисловості України та перспективи розвитку її сировинного комплексу за рахунок використання льону олійного

Поняття «якісна продукція» у свідомості споживача пов'язано з максимальним вмістом натуральної сировини в готових виробах. Найбільш широко застосовуваною натуральною сировиною для виробництва текстильної продукції у світі були й залишаються луб'яні волокна, які отримують переважно з льону-довгунцю та конопель [1].

Льон є найпоширенішою технічною культурою у світі і його популярність можна порівняти хіба що з пшеницею. Дану рослину почали використовувати більш ніж 10000 років тому, про що говорить наявність лляного одягу у римлян, єгиптян, військовослужбовців, а в лляні тканини муміфікували єгипетських фараонів. Селяни користувалися домотканим лляним одягом. Протягом багатьох тисячоліть з льону виготовляли тонкий батист, мереживо і водночас технічні вироби: мішковину, вітрила, грубий одяг ковдри, кручені вироби. Льон і на даний час залишається цінною технічною культурою, оскільки має значні переваги природних властивостей порівняно з іншими натуральними волокнами, забезпечуючи ергономічність та створюючи комфортні умови споживачу під час експлуатації лляних виробів.

Льон має довгу історію вирощування та використання. Найбільш рання згадка про льон пов'язана з діяльністю Гіппократа – «батька медицини», який застосовував льон для полегшення болю в животі хворого. Археологічні знахідки льону здійснені в Єгипті (5000 до н.е.), Швейцарії (8000 до н.е.) та Грузії (34 000 до н.е.), а у Біблії описано обмотування Ісуса Христа після розп'яття саме лляною Плащаницею [2].



Льонарство та лляна промисловість України мають великий потенціал, багатий досвід і матеріальну базу. У 60-80-их роках минулого століття посівні площі льону-довгунцю щорічно займали 220-230 тис. га в Україні, а у світі – близько 1,5 млн. га. Урожайність волокна в нашій державі дорівнювала 5-6 ц/га, а його виробництво становило 100-130 тис. т.

Галузь льонарства в Україні була добре розвинута, причому мала повністю завершений цикл – від вирощування до одержання готових виробів. У період з 1951 до 1984 рр. тільки на Житомирщині було побудовано льонокомбінат та 11 потужних льонозаводів із загальним річним обсягом переробки льонотрести 93 тис. т. На початку 1980-х років в Україні вже працювало 54 льонозаводи, які повністю забезпечували текстильну галузь держави українською лубоволокнистою сировиною для виготовлення широкого асортименту текстильних товарів і багатофункціональної продукції технічного та побутового призначення.

До 1992 року Україна нарівні з Бельгією, Францією та Нідерландами була одним із світових лідерів у виробництві льоноволокна. Так у 1990-1992 рр. середньорічні площі посівів цієї цінної технічної культури становили 162,7 тис. га, а валовий збір волокна – 106,5 тис. т [3].

На сьогодні, за оцінками експертів, ринок текстилю входить у 20 найбільш розвинених ринків України. Галузь має потужний виробничий потенціал, здатний виготовляти широкий спектр товарів промислового призначення. Легка промисловість України об'єднує 23 види економічної діяльності згідно з КВЕД [4], які згруповано в чотири основні розділи:

- текстильне виробництво (ткацьке виробництво, виробництво трикотажного полотна, килимів, канатів, мотузок, нетканих матеріалів, інших текстильних виробів, крім одягу, тощо);
- виробництво одягу (виробництво одягу зі шкіри, виробництво робочого, спіднього, верхнього одягу й аксесуарів, виготовлення виробів із хутра, виробництво трикотажного та в'язаного одягу, панчішно-шкарпеткових виробів тощо);

- виробництво шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів (виробництво взуття, дублення й оздоблення шкіри, вичинювання та фарбування хутра, виробництво дорожніх виробів, сумок тощо);
- виробництво іграшок та фурнітури.

Провідна роль у завоюванні зовнішніх ринків збуту вже декілька років належить ТОВ «Текстиль-контакт», ПАТ «Україна» (м. Житомир), ПАТ «Черкаський шовковий комбінат», ВАТ «Тернопільське об'єднання «Текстерно», ВАТ «Рівнелъон», ТОВ «Любава-Грація» (Черкаси), ПАТ «Трикотажна фірма «Роза» (м. Київ), ПАТ «Софія» (м. Бровари) та ін. [5].

При цьому, на жаль, текстильна промисловість країни знаходиться в кризовому стані й майже 80 % вищезазначеної продукції виготовляється за рахунок імпортованої сировини. У такому ж самому становищі знаходиться й целюлозно-паперовий комплекс нашої держави [5, 6].

За роки незалежності України виробництво товарів легкої промисловості, через розрив господарських зв'язків і відсутність власних сировинних ресурсів, скоротилося в 10 разів. Україна займала 76-у позицію серед 144 країн світу за Індексом глобальної конкурентоспроможності 2017-2018 рр. Частка виробництва українських товарів легкої промисловості зменшилася з 20 % до 0,8 % [7, 8]. Чисельні реорганізації або ліквідації галузевого міністерства створили ситуацію відсутності реальної державної підтримки українського виробника. За таких умов зростає роль галузевих громадських організацій, асоціацій, спілок роботодавців, кластерів у підтримці українських підприємств та захисті їх інтересів. Це обумовлено низькою проблем, характерних для легкої промисловості. Тому актуальним на сьогодні є питання аналітичної оцінки сучасного стану легкої промисловості з метою виявлення цих проблем і знаходження шляхів їх усунення.

Приблизно 70 % підприємств текстильної промисловості України припинили своє існування протягом останніх 10 років від незалежності держави.. Слід також зазначити, що 29 % з тих підприємств, які залишилися на українському ринку, орієнтованих на потреби та замовлення іноземних

споживачів. Чисельність працюючих зменшилася з 750 тис. осіб у 1990 році до 49 тис. осіб на початок 2022 року [4].

Станом на 01.03.2018 р. легка промисловість України нараховувала понад 2424 підприємства [5], з яких тільки 31,3% були економічно активними, 53,4% – банкрутами, а 15,3% – економічно неактивними. Практично всі підприємства даної галузі приватизовані, з них у державній власності знаходиться менше 1%.

Слід зазначити, що українська легка промисловість не може покаржитися на відсутність замовлень з Європи. За найскромнішими оцінками, не менше сотні українських підприємств галузі виконують регулярні замовлення з країн ЄС [7]. Як відзначають фахівці, якість нашого одягу, який шиють із натуральних тканин, дотримуючись державних стандартів, не поступається західним виробам прет-а-порте [8]. Безсумнівним є той факт, що зараз стало дуже вигідно експортувати українську продукцію в Євросоюз, оскільки багато текстильних фабрик у період їх банкрутства були викуплені іноземними інвесторами. Це дозволяє одержувати високі новим зарубіжним власникам, що постачають імпорту сировину на своє підприємство та мають дешеву українську робочу силу для виконання великих європейських замовлень. Так, з 2001 року по теперішній час Німеччина є основним торговельним партнером України. Її частка в українському експорті продукції з текстилю становить 50 %, а частки США та Франції – 14 % і 9 % відповідно (рис. 1.1).

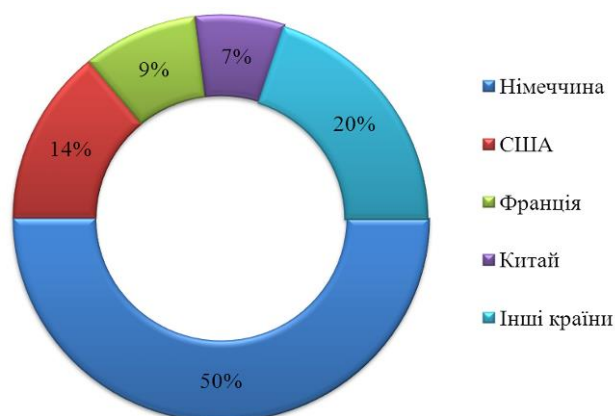


Рис. 1.1 – Частка експортної продукції для зарубіжних країн у текстильній промисловості України

Такі фабрики отримують повну фінансову та сировинну підтримку від генеральних міжнародних директорів. При цьому українські виконавчі керівники мають обмежені права для вирішення проблем і поліпшення ситуації на виробництві в цілому, а інші питання індустрії залишаються поза межами їх компетенції та можливостей.

Іноземні компанії-постачальники сировини для галузі вже працюють на українському ринку з налагодженою системою дистрибуції своєї продукції. Основними з них є Ena Ukrainian-German JV, Ulmia company (Німеччина), Czech-Ukrainian JV Gamayun (Чехія), Mirolio Company (Італія), Holland&Cherry (Англія). Найбільші українські компанії Textil-Lux і Eolis, які виготовляють тканини, використовуючи імпортовану сировину з Чехії, Словаччини, Італії [9].

На базі ВАТ «Луцький шовковий комбінат «Волтекс»» створено підприємство ПрАТ Edelvika. Американським фірмам MGL-Corporation та Polytech Corporation належить 24 % і 25 % пакету його акцій відповідно, а 26 % – Україні. Основна продукція – текстильні, жакардові тканини і готові вироби (столовий текстиль (скатертини, серветки, рушники, столові набори), жіночий, чоловічий та дитячий одяг у національному стилі). Підприємство працює на давальницькій сировині: льняна, бавовняна, конопляна пряжі і акрил. Ляну та бавовняну пряжу імпортують частково з Польщі (фірма Imlitex Textile) та Італії (фірма Safilin) з Індонезії, Індії, Пакистану. Акрил для кольорових декоративних тканин постачають із Румунії, Прибалтики, Індії. Понад 60 % готової продукції орієнтована на міжнародний ринок. Загалом виробники, рекламуючи свій готовий товар, зауважують на використанні імпоротної сировини для їх виготовлення, що свідчить про високу якість продукції для споживача [10, 11].

У той самий час українські фірми, які не збанкрутували протягом перехідного періоду, через відсутність української сировини змушені встановлювати прямі зв'язки з її західними експортерами. Так, бавовна імпортується з Узбекистану, США, Китаю, Пакистану та Індії, Італії, Польщі льон – Туреччини, Киргизстану, Індонезії, Індії, Пакистану, а вовна – з Азіатських країн, Литви та Англії [5].

Крім сировинної залежності від іноземних постачальників, на українських підприємствах спостерігається значне зношування виробничих фондів. Використання застарілого обладнання, яке потребує великих енерговитрат, спричиняє збільшення собівартості продукції. Це, у свою чергу, призводить до ослаблення конкурентних позицій підприємств та їх продукції на ринку, і, як наслідок, до збитковості та навіть банкрутства.

Значну частку українського ринку займають товари групи «одяг та інші вироби, що використовувались» (позиція в Українській класифікації товарів зовнішньоекономічної діяльності – «6309») [4] або «секонд-хенд». Найбільшими країнами-імпортерами його є Великобританія – 45-55 %, Німеччина – 13-20 %, Нідерланди – 8-13 %, Польща, Швейцарія та ін.

Розвитку української текстильної промисловості заважає також дешева продукція, імпортована з Туреччини та Китаю, яка користується великим попитом у населення. Причиною низької купівельної спроможності українських громадян є складне економічне становище нашої країни. Китайська Народна Республіка (КНР) здійснює найбільш агресивну політику щодо експорту власних товарів легкої промисловості. Стратегія економічної політики Китаю полягає в захопленні світового ринку, в тому числі й українського. Китайська продукція надзвичайно конкурентоспроможна за ціною порівняно з товарами інших виробників [12]. Низька ціна китайських товарів обумовлена наявністю дуже дешевої робочої сили.

Конкурентоспроможність китайської продукції за ціною також досягається завдяки ефекту масштабу виробництва, обсяги якого надзвичайно великі. Китайські виробники виготовляють продукцію десятками чи навіть сотнями тисяч одиниць, а українські виробники, в кращому випадку, лише тисячами. До того ж, підприємці з КНР здатні швидко реагувати на потреби світового ринку.

Враховуючи вищевикладене, на сьогоднішній день українські виробники не можуть конкурувати за ціною продукції з китайськими виробниками. Крім того, сировину та комплектуючі українські виробники також купують у Китаї, а це не має ніякого економічного сенсу. Набагато вигідніше буде привезти готові вироби, виготовлені дешевою робочою силою.

Частка продукції підприємств Туреччини на ринку легкої промисловості України становить 32 %, Китаю – 15 %, країн Балтії, Чехії, Польщі – 15 %, СНД – 9 %, а українських товарів – 13 % (рис. 1.2).

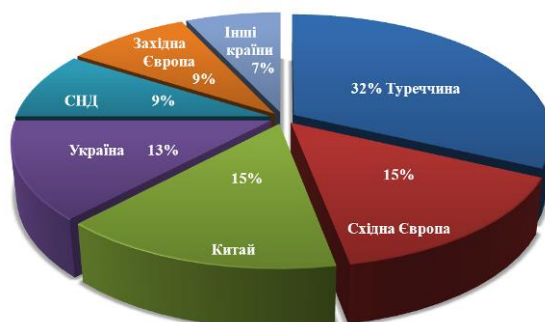


Рис. 1.2 – Країни-виробники продукції легкої промисловості на ринку України

Ситуація, що склалася з товарами легкої промисловості, свідчить про відсутність рівних умов конкуренції на внутрішньому ринку нашої держави через наявність контрабандної та контрафактної продукції. За офіційними даними, у 2018 році імпорт продукції легкої промисловості становив 5 %. Однак понад 80 % продукції галузі потрапляють до України нелегально, а це є свідченням того, що ринок товарів легкої промисловості вкрай «тінізований» [13, 14]. Статистика показує, що річний оборот ринку текстильних товарів становить 500 млн. дол. США (за неофіційними даними він дорівнює в 10 млрд. дол. США) [11]. Структура внутрішнього ринку легкої промисловості України подана на рис. 1.3.

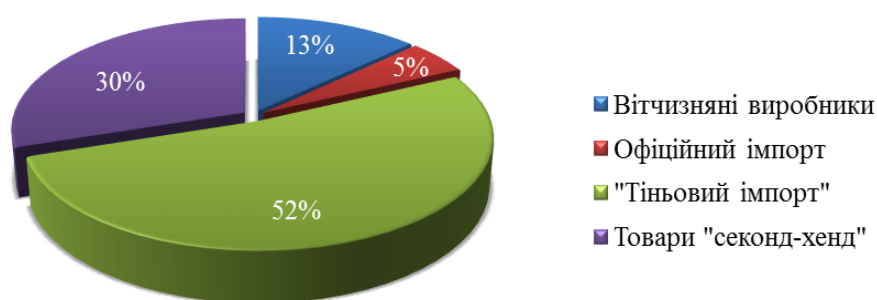


Рис. 1.3 – Структура внутрішнього ринку легкої промисловості України

Аналіз чинників, які впливають на конкурентоспроможність українських товарів легкої промисловості, свідчить, що підприємства працюють за умов світових цін на сировину, матеріали та устаткування, які формують 65-80 % собівартості продукції [15, 16]. Водночас витрати на оплату праці становлять лише 10-20 % від загальної собівартості продукції. Тому українські товари не витримують цінової конкуренції з контрабандними та контрафактними товарами [13]. Як наслідок, за таких умов продаж українських виробів легкої промисловості на внутрішньому ринку незначний. Більше 50 % продукції галузі виробляється підприємствами на умовах переробки давальницької сировини [17] і постачається до країн ЄС (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Експорт/імпорт волокон льону-довгунцю в Україні за 2022 рік

№ з/п	Найменування країн	Експорт		Імпорт	
		кількість, кг	вартість, тис. дол. США	кількість, кг	вартість, тис. дол. США
Волокно лляне оброблене, але не прядене					
1	Бельгія	7000,0	22,5	229800,0	471,0
3	Єгипет	12000,0	34,5	-	-
4	Китай	-	-	400507,0	492,9
5	Литва	-	-	99980,0	153,2
6	Молдова	-	-	300,0	0,9
7	Польща	-	-	41950,0	64,5
8	Румунія	-	-	2000,0	0,9
9	Туркменістан	-	-	170,0	0,4

Детальний аналіз даних Державного комітету статистики України [18] свідчить про те, що виробництво льоноволокна порівняно з 80-ми ХХ ст. роками зменшилося майже в 10 разів, що негативно позначилося на економічному стані тих галузей промисловості України, які використовували лубоволокнисту сировину (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Обсяги виробництва волокон льону-довгунцю та конопель на території України за період 1970-2021 рр.

№ з/п	Роки виробництва	Кількість волокон, тис. т	
		льон-довгунець	коноплі
1	1970-1980	100,0-130,0	відсутні дані
2	1990	20739,0	відсутні дані
3	1992	106,5	відсутні дані
4	1993-2000	47,0	відсутні дані
5	2005	3,4	відсутні дані
6	2007	1,3	відсутні дані
7	2010	0,4	0,0
8	2011	0,8	0,2
9	2012	1,8	0,2
10	2013	1,0	0,3
11	2014	0,9	0,7
12	2015	1,2	0,5
13	2016	1,0	0,4
14	2017	1,1	0,2
15	2018	0,4	0,1
16	2019	0,9	0,2
17	2020	0,5	0,6
18	2021	1,2	0,5

Виробництво лляних тканин зосереджене було до 2017 року на ВАТ «Рівнелльон» (м. Рівне), ЗАТ «Житомирська лляна мануфактура» (м. Житомир), а також Коростенській та Марчихіно-Будській фабриках (Житомирська обл.), а до нині ПрАТ Edelvika. Однак, унаслідок значного зменшення посівних площ льону-довгунцю й закриття більшості льонопереробних заводів, ці підприємства недостатньо забезпечені власним льоноволокном, тому працюють переважно на імпортованій сировині.

Стан льонарства в Україні значно погіршився, починаючи з 1993 року. Так, посівні площі даної культури в 1998-2000 рр. скоротилися до 40 тис. га. Для господарств різної форми власності ця традиційна прибуткова галузь стала нерентабельною та неконкурентоспроможною [19, 20]. Так, за останні 20 років через відсутність сировини збанкрутіли Баранівський, Овруцький, Олевський і

Коростенський, Старосамбірський льонозаводи загальною потужністю річної переробки 36 тис. т трести. Обладнання їх демонтоване, котельні, автопарки розпродані й відновленню не підлягають. У стадії санації після банкрутства знаходяться Радомишльський та Чоповицький льонозаводи загальною потужністю 15 тис. т трести. У 2007 році працювали лише Ємільчинський, Новоград-Волинський, Коростишівський льонозаводи та завод агрофірми «Брусилів».

За даними Державного комітету статистики України [18], у 2021 р. було зафіксовано лише 0,9 тис. га посівних площ льону-довгунцю та 4,0 тис. га конопель. Динаміка зміни посівних площ, відведених під технічні культури в Україні, наведена на рис. 1.4.

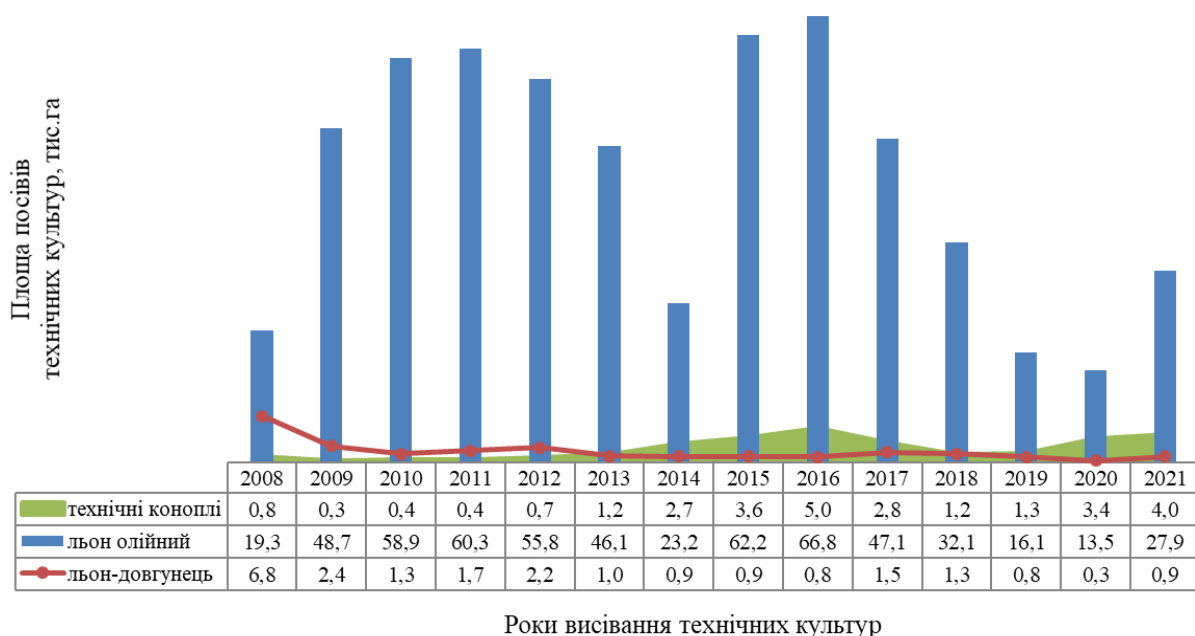


Рис. 1.4 – Динаміка зміни посівних площ, відведених під технічні культури в Україні, за період 2008-2021 рр.

Аналіз даних, представлених на рис. 1.4, свідчить про те, що традиційні технічні культури – льон-довгунець та коноплі – мають незначні посівні площі порівняно з льоном олійним. Дана культура займає 3 місце в переліку рентабельних посівних культур після соняшнику та ріпаку. Завдяки біологічним властивостям та екологічній адаптованості льон олійний можна вирощувати в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Якщо раніше його посіви зосереджувалися переважно в південних і східних областях, то нині вони

поширюються в центральні регіони – у Лісостепову зону та навіть Полісся. Статистичні дані [18, 22] свідчать про те, що основними регіонами вирощування льону олійного у 2021 році Одеська, Миколаївська, Херсонська, та Запорізька області.

Головною перевагою вирощування льону олійного є його посухостійкість, яка пояснюється особливостями розвитку кореневої системи, її безперервним ростом у глибину майже до кінця вегетації. Завдяки цьому рослини засвоюють вологу із глибших шарів ґрунту після цвітіння та краще витримують посуху порівняно з іншими яровими культурами. Крім того, льон олійний має короткий вегетаційний період – 70-115 днів, що дає змогу збирати його в кінці липня і є одним із найкращих попередників для озимих зернових культур. Також льон олійний стійкий до несприятливих погодних і кліматичних умов, зокрема, сходи стійкі до весняних заморозків, а сама культура – до обсіпання насіння та вилягання.

За дотримання технології вирощування врожайність льону олійного може досягати від 12 до 25 ц/га. Так, у 2017 році на Державному підприємстві Дослідне господарство «Асканійське» Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН України (далі ДПДГ «Асканійське» НААН України) врожайність льону олійного сорту Віра становила 19,4 ц/га. Середні показники врожайності та обсягів виробництва льону олійного у вигляді діаграм представлені на рис. 1.5 (а)-1.5 (б) [18, 19].

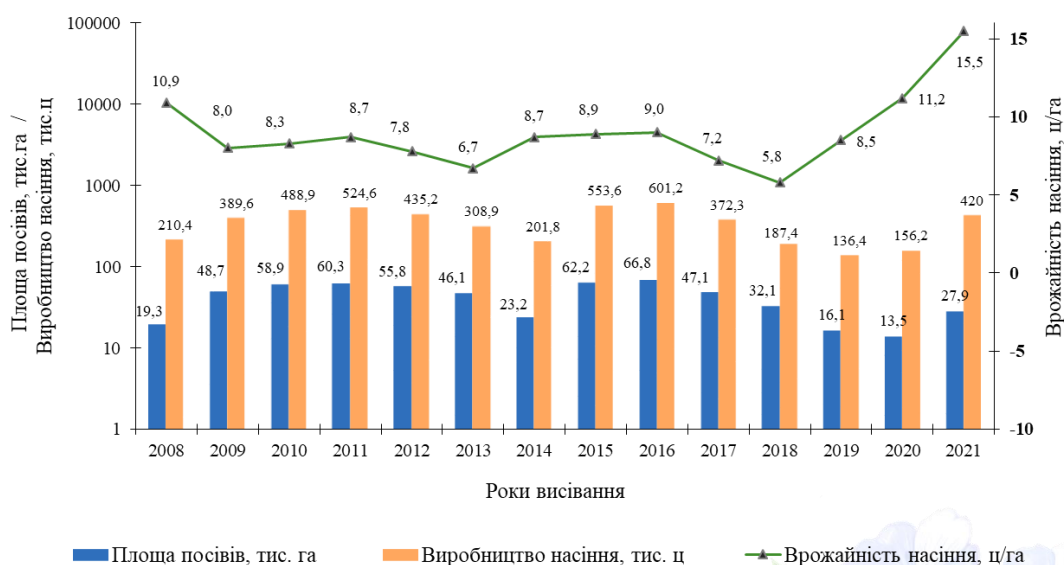
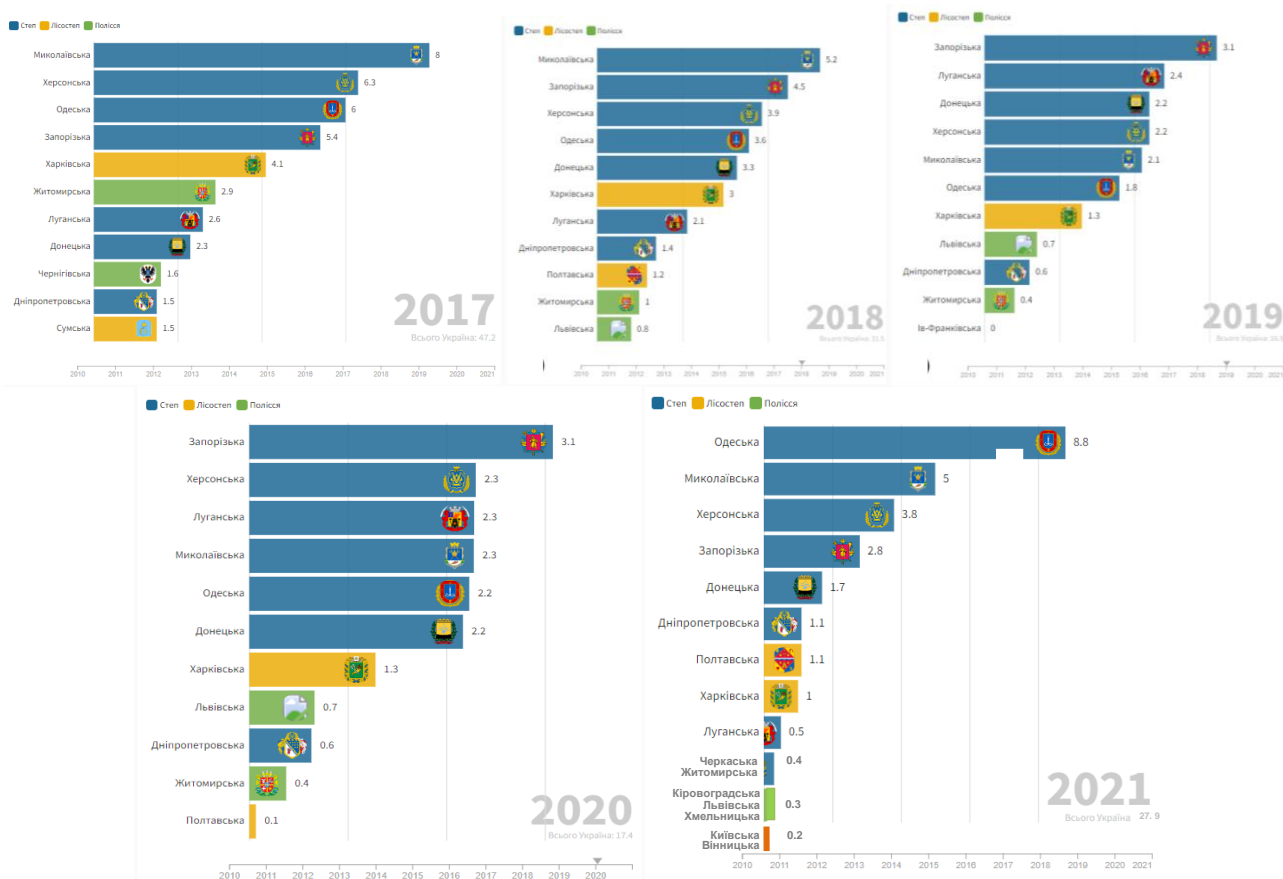


Рис. 1.5 (а) – Динаміка зміни посівних площ, відведених під льон олійний в Україні, обсяги виробництва та врожайність насіння за період 2008-2021 рр.



Джерело: *Онлайн-асистент фермера [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kurkul.com/spetsproekty/1413-viroshchuvannya-lonu--chi-mojлива-alternativa-sonyashniku>.*

Рис. 1.5 (б) – Динаміка зміни посівних площ в розрізі областей України, відведених під льон олійний за період 2017-2021 рр.

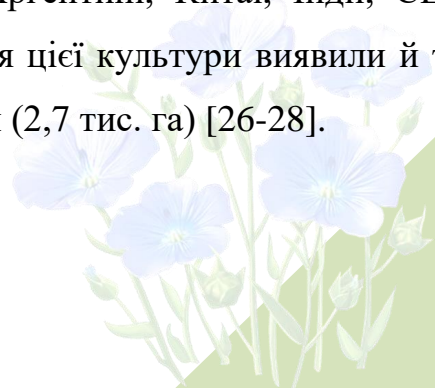
Аналіз даних, наведених на рис. 1.5 (а), свідчить про те, що за останнє десятиліття найвищий рівень урожайності, а саме 15,5 ц/га, було досягнуто у 2021 році, тоді як у 2018 році був найнижчий рівень – 3,8 ц/га. За останнє десятиліття в Україні в середньому висівали 25-35 тис. га льону олійного. Максимальні площі були у 2015-2016 рр., а мінімальні — у 2019-2020 рр. Щодо 2022 р., то на жаль інформація про площі та врожай поки відсутня, але аналіз свідчить (рис. 1.5 (б)), що лідерами з вирощування насіння олійного льону були південні області. Суттєво змінилися за вищезазначений період і площі вирощування даної культури, скорочення яких пов'язано з економічним станом країни в цілому та наявністю в Україні мита на експорт насіння льону олійного

в розмірі 10 %. В прогнозах на період 2022-2024 також йдеться про скорочення площ під впливом повномасштабного вторгнення росії в Україну [21].

Найбільшими виробниками льону олійного в Україні є: аграрна компанія Zorya (с. Стремигород, Коростенський район, Житомирська область), підприємство виробничо-комерційної фірми «Сяйво» та ТОВ «Баришівська зернова компанія» (Чернігівська область), ДПДГ «Асканійське» НААН України (с. Тавричанка, Каховський район, Херсонська область), Інститут олійних культур НААН України (с. Сонячне, Запорізький район, Запорізька область), ЗАТ Linen of Desna та Дослідна станція луб'яних культур Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України (м. Глухів, Сумська область) [23].

Українські селекціонери приділяють багато уваги розвитку насінництва льону олійного. Даної культури олійного, які вирощуються на території держави. Станом на початок 2014 р. у Реєстрі сортів рослин України було зареєстровано 11 сортів льону олійного, з яких 1 іноземної, а 10 української селекції. Це такі сорти, як Айсберг, Дебют, Південна ніч, Орфей, Золотистий, Ківіка, Водограй (селекція Інституту олійних культур НААН України), Світлозір та Віра (селекція ДПДГ «Асканійське» НААН України), Лірина (селекція німецької компанії Deutsche saatveredelung AG (DSV), м. Ліпшштадт) і найпоширеніший елітний сорт Еврика (селекція ННЦ Інституту землеробства НААН України) [24, 25].

У зв'язку з розвитком двостороннього використання льону олійного в провідних зарубіжних країнах створюються нові сорти цієї культури з метою підвищення врожайності як насіння, так і стеблової маси. Світове виробництво льону олійного у 2017-2020 рр. досягло найвищого показника за останні 10 років – 2,75 млн. т. Однак навіть ця пропозиція все одно не задовольняє наявний світовий попит, що становить до 3,3 млн. т. За оцінками аналітиків Oil World, у 2019 році найбільші площі посівів льону олійного були зосереджені в Канаді (близько 2,2 млн. га), Аргентині, Китаї, Індії, США. Останнім часом великий інтерес до вирощування цієї культури виявили й такі країни, як Фінляндія, Польща, Франція та Бельгія (2,7 тис. га) [26-28].



Під час аналізу літературних джерел було виявлено сорти льону олійного, які вирощують вищезазначені виробники цієї культури в Україні [24, 26]. Отримані результати узагальнено та наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Сорти льону олійного, культивовані на території України

№ з/п	Найменування компаній	Сорти льону олійного
1	АК Zorya	Лірина, Еврика
2	Підприємство ВКФ «Сяйво»	Лірина, Айсберг, Дебют
3	ТОВ «Баришівська зернова компанія»	Лірина, Еврика
4	ДПДГ «Асканійське» НААН України	Айсберг, Дебют, Ківіка, Золотистий, Віра, Орфей, Ручеек, ВНІМК, Південна ніч, Лірина
5	Інститут олійних культур НААН України	Айсберг, Дебют, Ківіка, Ручеек, Водограй, Орфей, Еврика, Золотистий, Південна ніч
6	ЗАТ «Linen of Desna»	Еврика
7	Дослідна станція луб'яних культур ІСГ Північного Сходу НААН України	Еврика

Аналіз даних табл. 1.3 свідчить, що підвищеним попитом в аграрному секторі користуються такі сорти льону олійного: Айсберг, Дебют, Еврика та Лірина. Вони характеризуються високим вмістом олії (47-50 %), потенційною врожайністю до 20 ц/га, а також є лідерами за показниками вилягання, осипання та стійкості до хвороб. Сорти Лірина та Еврика є найбільш конкурентоспроможними, тому набули популярності не тільки в українських, а й у закордонних аграріів [26-28]. Перелік сортів льону олійного, які культивують у провідних зарубіжних країнах, наведено в табл. 1.4.

Основними конкурентами українських льонарів на світовому ринку є Канада та Казахстан. Виробники насіння льону з цих країн є більш конкурентоспроможними. У даних країнах існують програми державної підтримки вирощування льону (виплачуються дотації) та відсутнє вивізне мито. Крім того, вони мають власні енергетичні ресурси, тому ціни на пальне,

міндобрива та паливно-мастильні матеріали нижчі за українські, що також зменшує собівартість вирощеної продукції.

Таблиця 1.4 – Сорти льону олійного, культивовані у зарубіжних країнах

№ з/п	Найменування країн	Сорти льону олійного
1	Канада, США	Viking, Electra, Diane, Hermes, Jitka, Arriane, Evelin, Pona, Valour, Escalina, Laura, Elise, Flanders, Caesar, Alba, Opaline
2	Фінляндія	Лірина
3	Польща	Лірина, Еврика

Льон олійний належить до експортних культур. Стабільний попит на світовому ринку та високі прибутки від продажу насіння даної культури є головними чинниками збільшення її посівних площ в Україні. Ефективність виробництва продукції зумовлюється різницею між ціною її реалізації та собівартістю. Так, за останні роки на внутрішньому ринку ціна насіння льону коливалась в діапазоні 10-27 тис. грн/т. Згідно з даними УкрАгроКонсалт, в сезоні 2022 р. найвища закупівельна вартість льону була на рівні 21-22 тис. грн., а в 2023 р. за льон олійний пропонують 15-16 тис. грн. При цьому окремий сегмент аграрного ринку займає органічний льон, ціна реалізації якого становить 68-70 тис. грн/т.

Сумарний попит на насіння льону в країнах ЄС (Бельгії, Польщі, Литві, Німеччині, Італії), США та Канаді становить близько 40 тис. т. щорічно [20]. Країни ЄС, які є найбільшими імпортерами насіння льону, приділяють велику увагу екологічності продукції. Згідно зі статистичними даними спеціалізованого закладу ООН Food and Agriculture Organization global production» (FAO), у 2012 році Бельгія була найбільшим імпортером насіння льону олійного та закупила близько однієї третини від загального обсягу імпортованої продукції. При цьому щорічно збільшувалася частка імпорту: в Китаї та Нідерландах – на 10 %, а в США та Німеччині – на 12 % [29]. Результати досліджень подано в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Провідні світові експортери та імпортери насіння льону олійного у 2009-2013 рр.

Назва країни	Роки					Зростання відсоткової частки за 2009-2013 рр.	Відсоток від загального експорту / імпорту
	2009	2010	2011	2012	2013		
Експорт насіння льону олійного, т							
Канада	256,668	320,764	238,292	270,235	373,411	10	41
Бельгія	103,369	76,271	90,070	100,431	121,795	4	13
Казахстан	7,666	14,988	50,005	177,567	79,467	79	9
Великобританія	19,247	30,565	37,440	34,697	30,082	12	3
Імпорт насіння льону олійного, т							
Бельгія	230,391	281,516	274,067	283,220	303,088	7	34
Китай	81,423	96,401	58,154	91,858	118,756	10	13
США	76,225	87,170	136,813	122,802	118,386	12	13
Німеччина	77,445	58,632	96,368	108,719	98,867	6	11
Нідерланди	22,084	34,750	35,873	32,377	32,577	10	4

Згідно зі статистичними даними FAO у 2013 р. Україна входила до десятки провідних країн світу з культивування льону олійного (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Посівні площі, врожайність і виробництво льону олійного у провідних країнах світу за 2013 рік

Назва країни	Площа посівів, тис. га		Врожайність насіння, т/га		Виробництво насіння, тис. т	
	роки		роки		роки	
	2013	2009-2013	2013	2009-2013	2013	2009-2013
Канада	412,000	404,360	1,73	1,42	712,000	584,480

Казахстан	384,300	269,440	0,77	0,66	295,020	173,648
Індія	338,000	371,542	0,43	0,42	147,000	153,780
Китай	330,000	332,686	1,00	1,03	330,000	341,918
Ефіопія	105,722	112,927	0,99	0,97	104,948	111,165
США	56,960	111,836	1,50	1,29	85,242	144,214
Україна	46,100	53,960	0,66	0,79	30,426	42,628
Велико- британія	34,000	34,000	1,50	1,71	51,000	58,000

Як видно з табл. 1.6, у 2009-2013 рр. найбільші посівні площі льону олійного були зосереджені в Канаді, Казахстані, Індії та Китаї, а світове виробництво насіння перевищило 2,2 млн. т.

Світовий експорт лляного насіння та його ринкова ціна швидко зростають. За даними FAO, у 2013 році середня вартість насіння для експорту дорівнювала 698 дол./т. Основними експортними ринками Канади були Китай, США та Бельгія. Найбільшими ринками експорту в США були штати Міннесота, Північна Дакота й Вашингтон, а імпорту – Північна Дакота, Міннесота та Орегон. Канада у 2013 році імпортувала до 20 тис. т лляного насіння, у першу чергу, зі Сполучених Штатів, а також з Казахстану. Середня вартість експорту становила 705 дол./т, а вартість імпорту в середньому дорівнювала 584 дол./т. Так, у період 2009-2013 рр. і дотепер Канада залишається найбільшим виробником насіння льону олійного – 32 % від загального обсягу світового виробництва, а Китай, Росія та Казахстан займають друге місце серед країн-виробників – від 13 % до 15 % [27]. Найбільшими імпортерами українського льону у 2022 році були Польща, Німеччина, Єгипет, а найбільшими світовими експортерами льону у 2022 році – Канада та Казахстан.



Таблиця 1.7 – Експорт-імпорт українського льону олійного у період з 2012-2022 рр.

Роки	Обсяг імпорту, т	Вартість, тис.дол.	Середня ціна імпорту, 1 т/ дол.	Обсяг експорту, т	Вартість, тис.дол.	Середня ціна експорту, 1 т/ дол.
2012	184	162	880,43	22684	44956	1981,84
2013	84	45	535,71	7087	10935	1542,97
2014	75	83	1106,67	10221	22106	2162,80
2015	127	142	1118,11	12389	29462	2378,08
2016	133	134	1007,52	15300	44089	2881,63
2017	134	72	537,31	19394	56919	2934,88
2018	569	1522	2674,87	5878	12909	2196,16
2019	227	486	2140,97	5887	11269	1914,22
2020	1915	974	508,6	9357	5267	562,9
2021	899	580	645,2	25627	17258	673,43
2022	47	73	1553,2	19046	13233	694,8

Щодо напрямків експорту, то нашим потенційним клієнтом являються європейські країни, які стали лідерами за імпортом насіння льону у 2022 р. Тому ринок цей ринок для України актуальний не тільки з точки зору кон'юнктури, але й логістично, бо не залежить від роботи морських коридорів.

Такий глобальний світовий інтерес до даної культури пов'язаний із отриманням великої кількості насіння, в якому міститься до 48 % олії. Її використовують у медицині, миловарінні, косметології, харчовій, лакофарбовій, шкіряно-взуттєвій галузях промисловості тощо.

Основними продуктами переробки насіння є лляна олія, макуха та шрот. Останнім часом у багатьох країнах зростає інтерес до використання лляної олії для виготовлення продуктів харчування у зв'язку з її лікувальними властивостями, зумовленими високим вмістом ліноленової кислоти. Лляна олія

сприяє виведенню з організму холестерину, покращенню обміну білків і жирів, нормалізації артеріального тиску, зменшенню вірогідності утворення тромбів і пухлин. Вона значно знижує ризик серцево-судинних і ракових захворювань та зменшує алергічні реакції. Дієтологи називають насіння льону олійного «новим вегетаріанським джерелом» Омеги-3 і білку, частка якого становить 80 %. Препарати, виготовлені на основі лляної олії, успішно лікують опіки й запалення шкіри.

З насіння льону виробляють високоякісну швидковисихаючу технічну олію, яку широко використовують для виготовлення натуральної оліфи, лаків, емалей, високоякісних фарб, лінолеуму, антикорозійних покриттів, мила, замазок, клейонок тощо.

Після виділення з насіння олії залишається макуха або (за екстрагування) шрот – цінний концентрований корм для худоби. У макусі міститься 30,8 % білка та 6,8 % олії, у шроті – 33,6 % білка та 2,5 % олії. Ляна макуха вважається одним із кращих кормів для всіх сільськогосподарських тварин. Після обливання теплою водою вона розбухає й утворює слиз, який складається з пектинових речовин, що робить макуху цінним дієтичним продуктом.

Ціле лляне насіння у багатьох країнах світу використовують як популярну харчову добавку до різних сортів хліба та сумішей, а також для посипання кондитерських виробів. Білки, екстраговані з лляного насіння, містять частинки його оболонки, тому мають желатиноутворюючу дію й можуть застосовуватися в кулінарії. Настоянка лляного насіння в гарячій воді використовується при опіках, гастритах, диспепсії та ентероколітах.

Крім високого врожаю насіння, з льону олійного можна одержувати не менш цінне целюлозовмісне волокно. Вихід волокна із стебел цієї культури в середньому становить 11-40 %.

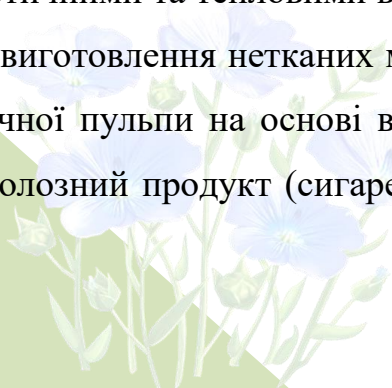
До 90-х років ХХ ст. солома льону олійного не використовувалася в промисловості та вважалася побічним продуктом після збирання насіння. За відсутності ринку соломи та переробних підприємств її спалювали на полях. На сьогодні в умовах науково-технічного прогресу, економічної та екологічної кризи в

усьому світі змінилося ставлення до цієї рослини. Зараз у промисловості застосовують весь її потенціал, тобто перероблюється і насіння, і солома. «Раціональне використання природних ресурсів з метою збереження екології» – це всесвітній девіз поведінки сучасної людини в навколишньому середовищі [28-34].

Зараз у багатьох країнах світу льон олійний визнаний культурою двостороннього використання, тобто він вирощується з метою реалізації насіння та соломи, і є стратегічною сировиною в текстильній, трикотажній, целюлозно-паперовій, харчовій, хімічній промисловості, енергетиці, медицині, автомобілебудуванні, будівництві [30]. Тому льонарство, яке наприкінці ХХ ст. було несправедливо забуто, на початку ХХІ ст. здобуває другу молодість і починає розвиватися в інноваційних напрямках.

Відомо, що економічно розвинені країни світу (Канада, Бельгія, Франція, Німеччина, Польща) мають досвід використання соломи льону олійного для створення широкого асортименту екологічно чистої продукції. Льон олійний є дуже універсальною рослиною, що може застосовуватися в різних галузях промисловості та сільського господарства. Так, волокно льону олійного придатне для виготовлення екологічно чистих утеплювачів замість скловолокна, санітарно-гігієнічних виробів, геотекстилю, нетканих і композиційних матеріалів, а деревна частина (костриця) використовується як паливо [28-32]. На рис. 1.6 наведено основні напрями його всебічного використання.

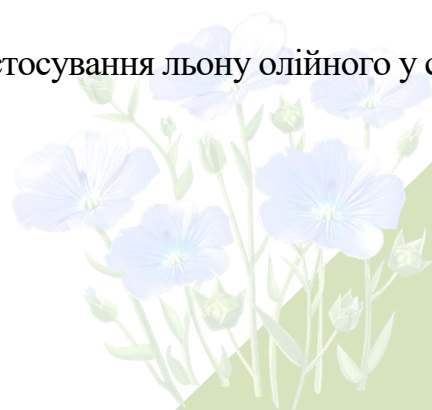
Важливою світовою тенденцією є розвиток технічного напрямку використання волокон льону олійного – 53 % від загального обсягу продукції, виготовленої зі стебел цієї культури, становлять технічні матеріали. Так, виробництво продукції на основі целюлози складає 15 %, а продукції з костриці – 32 %. Така популярність технічного напрямку спричинена гігроскопічними, акустичними та тепловими властивостями волокон даної рослини, які необхідні для виготовлення нетканих матеріалів різного функціонального призначення. З хімічної пульпи на основі волокон льону олійного виготовляють спеціальний целюлозний продукт (сигаретний та банкнотний папір, папір для виробництва



Біблії), який має високі показники опору на розривання та здатність зберігати властивості продукції у вологому середовищі [28, 31]. Сучасний асортимент продукції зі стебел льону олійного та сфери її застосування представлено на рис. 1.7.



Рис. 1.6 – Основні напрямки комплексного застосування льону олійного у світі



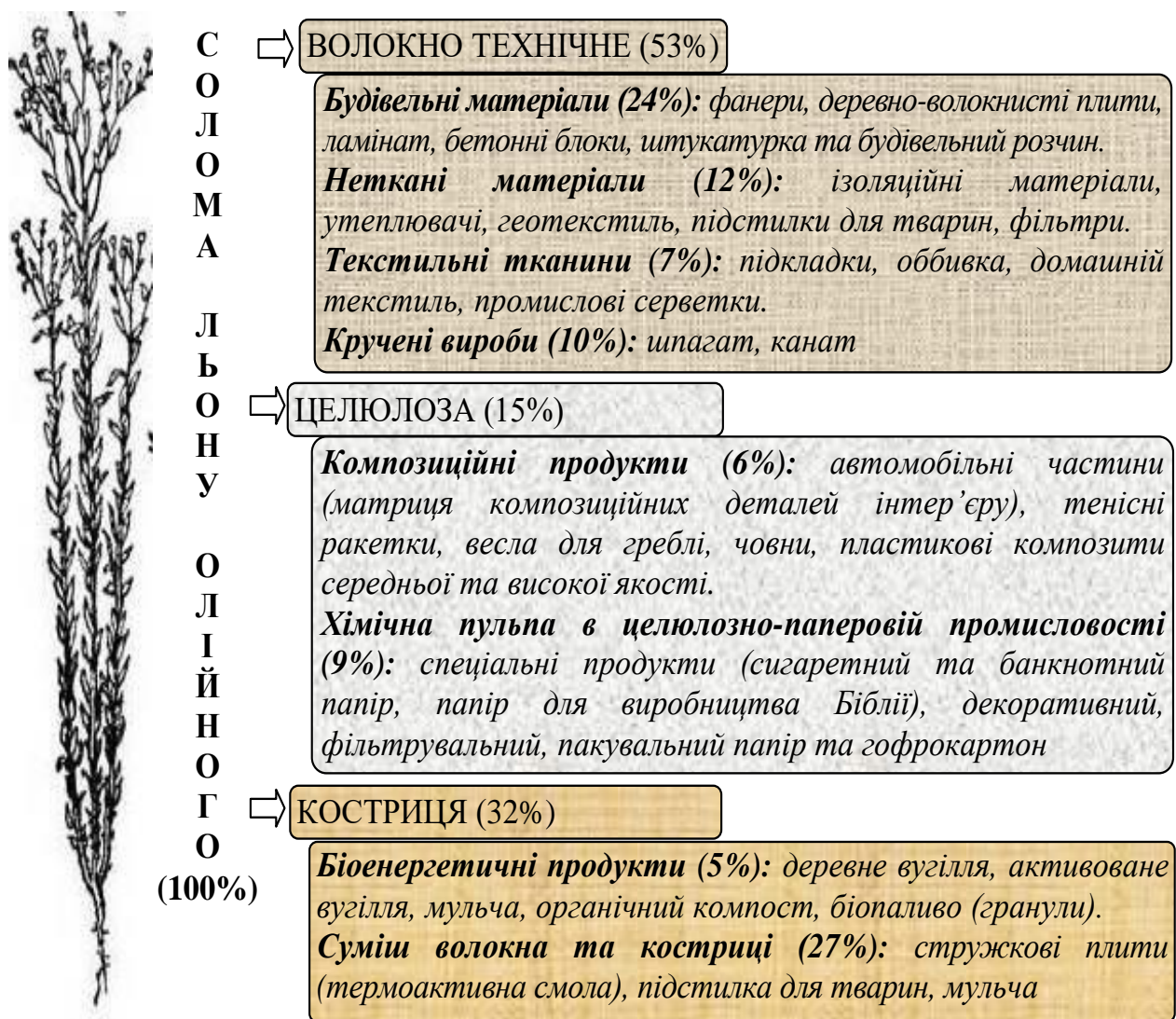


Рис. 1.7 – Сучасні напрямки промислового застосування соломи льону олійного у світі

Найбільшими світовими виробниками льону олійного є Канада та США, які експортують сировину й вироби з льону олійного до країн ЄС та Азії [28]. Результати досліджень наведені в табл. 1.8 і 1.9.

Таблиця 1.8 – Експорт продукції зі стебел льону олійного з Канади у 2013 році

Вид продукції	Маса, т	Вартість, дол.	Ціна за 1 т, дол./т	Популярні напрямки експорту	Провінції - експортери
Солома або треста	848	1 205 409	1 422	Ірландія 59% Південна Корея 20% Тайвань 4%	Саскачеван 65% Альберта 20%

М'ятий або тіпаний сирець	не експортовано				
Волокно грубого чесання	не експортовано				
Пачоси (відходи тіпання, чесання, прядіння)	13 128	10 690 052	814	США 100%	Манітоба 100%
Рівниця або пряжа однокручена	2	19 712	9 856	США 100%	Квебек 100%
Пряжа (багатокручена або змішана)	0,2	1 547	7 735	США 100%	Онтаріо 100%
530911 – Тканини вибілені або невибілені (< 85%)	0,3	5 696	18 987	Великобританія 52%, Південна Корея 48%	Онтаріо 100%
530919 – Тканини друковані або пофарбовані (<85%)	0,3	6 005	20 017	Великобританія 100%	Онтаріо 100%
530921 – Тканини вибілені або невибілені (< 85%)	не експортовано				
530929 – Тканини вибілені або невибілені (< 85%)	0,1	1 033	10 330	Пенсільванія 100%	Квебек 100%
Столова білизна	не експортовано				
Текстильні та побутові вироби	не експортовано				

Таблиця 1.9 – Експорт продукції зі стебел льону олійного із США у 2013 році

Вид продукції	Маса, т	Вартість, дол.	Ціна за 1 т, дол./т	Популярні напрямки експорту
Солома або треста	253	757000	2992	Мексика 43% Канада 28% Домініканська Республіка 17%
М'ятий або тіпаний сирець	39	63000	1615	Пакистан 44% Канада 28% Барбадос 8%
Волокно грубого чесання	59	190000	3220	Ізраїль 42% Пакистан 27%
Пачоси (відходи тіпання, чесання, прядіння)	99	182000	1838	Франція 77% Марокко 23%

Аналіз даних табл. 1.8 і 1.9 свідчить, що залежно від технології переробки стебел льону олійного одержане волокно застосовують у різних сферах легкої промисловості – як для виготовлення технічних, так і для виробництва текстильних матеріалів.

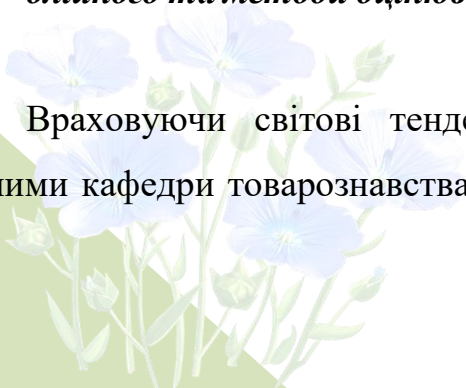
Враховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що сучасний стан легкої промисловості України, на відміну від провідних країн світу, можна охарактеризувати як незадовільний і нестабільний. Кризове становище в галузі триває з 1990-х років. Внутрішній ринок заповнили іноземні та контрабандні товари, товари групи «секонд-хенд», які витісняють українську продукцію з українського ринку. Підприємства не можуть ефективно працювати через недостатню кількість української сировини.

На сьогодні одним із важливих завдань української легкої промисловості є підвищення якості виготовленої продукції, її надійності, довговічності та покращення естетичних властивостей, тобто зовнішнього вигляду виробів. Тому промислові підприємства повинні постійно удосконалювати виробництво товарів народного споживання – розширювати асортимент і покращувати їх якість. Відомо, що якісний та конкурентоспроможний товар має бути виготовлений з якісної сировини. В умовах нестачі сировини підприємства України стали імпортозалежними, а це, як наслідок, призводить до зниження якості та конкурентоспроможності готової продукції [34].

Таким чином, раціональне використання стебел льону олійного дасть можливість підтримати українського виробника, забезпечивши його українськими сировинними ресурсами для виготовлення широкого асортименту конкурентоспроможної продукції.

1.2 Український досвід створення інноваційної продукції зі стебел льону олійного та методи оцінювання якості сировини для її виготовлення

Враховуючи світові тенденції використання стебел льону олійного, вченими кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського



національного технічного університету здійснено комплексні наукові дослідження, де теоретично та експериментально обґрунтовано наукові основи первинної обробки стебел льону олійного, розроблено інноваційні технології переробки соломи даної культури, спроектовано відповідне технологічне обладнання ресурсозберігаючих технологій переробки стебел льону олійного [35, 36]. Виробничі випробування запропонованих технологій, у результаті яких отримали волокно різного функціонального призначення, проводили на ВАТ «Льнокомбінат «Старосамбірський»» (Львівська обл.). Розроблена технологічна лінія механічної обробки стебел льону олійного на основі модернізованого куделеприготувального агрегату представлена на рис. 1.8.

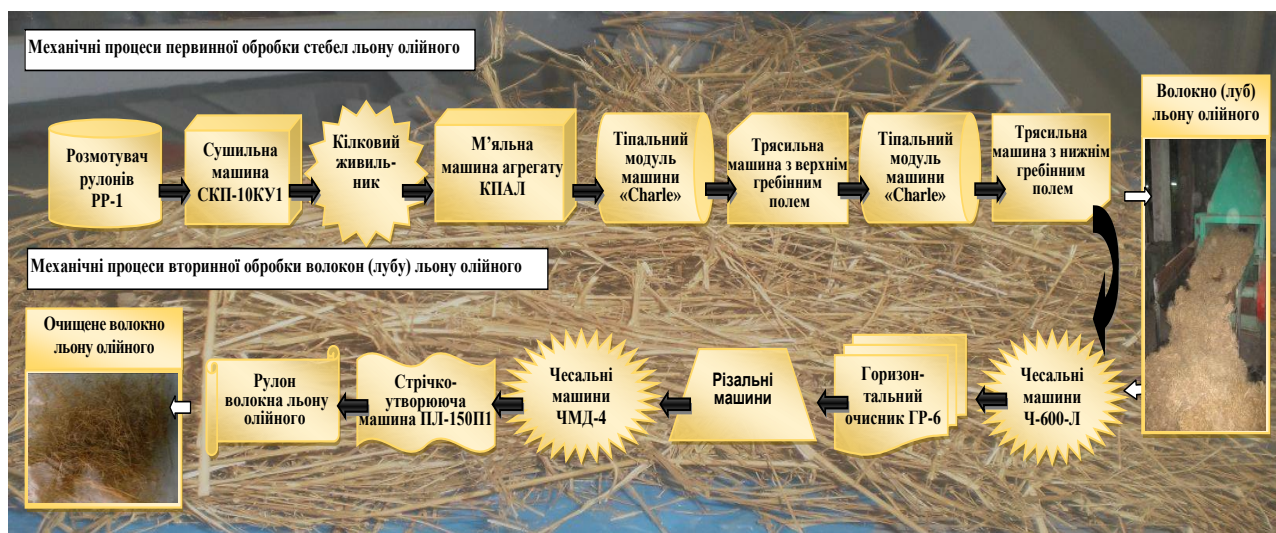


Рис. 1.8 – Технологічна лінія механічної обробки стебел льону олійного на основі модернізованого куделеприготувального агрегату

За результатами проведених досліджень у лабораторних та виробничих умовах було отримано зразки інноваційної продукції з льону олійного, а саме: целюлозовмісні напівфабрикати, фільтрувальний папір, композиційні вироби, неткані матеріали трьох типів – льоноватин, меблеве та неткане полотно, змішану пряжу [35-43]. Фотографічне зображення одержаних виробів подано на рис. 1.9.



Рис. 1.9 – Зразки інноваційної продукції, виготовлені на основі волокон льону олійного у виробничих та лабораторних умовах

Дана продукція має велике народногосподарське значення, екологічно безпечна, відповідає сучасним потребам українського споживача, може конкурувати з імпортованою продукцією, а, перш за все, для її виготовлення в нашій країні є власна сировина. Про це свідчить аналіз динаміки посівних площ, яка представлена на рис. 1.4. Так, у 2018 році льон олійний обробляли на площі 32,1 тис. га, а це більш ніж 48 тис. т соломи, враховуючи, що середня врожайність соломи дорівнює 1,5 т/га, у 2019 р. – 16,8 тис. га, у 2020 р. – 17,4 тис. га, в 2021 р. – 27,9 тис. га.

Під час досліджень, проведених у лабораторіях переробки луб'яних культур ХНТУ, було визначено, що в середньому вміст волокон у стеблах становить від 11 % до 40 %. Таким чином, тільки у вищезазначеному році майже 19,26 тис. т волокна, яке на 75 % складається з целюлози, було знищено [32, 41]. У зв'язку з відсутністю переробного комплексу солома зовсім не використовується, а спалюється на полях, що завдає непоправної шкоди ґрунту, екології регіонів та країни в цілому. У той же час підприємства легкої промисловості в Україні є імпортозалежними від сировини.

Однак переорієнтація українських аграріїв з вирощування льону-довгунцю на льон олійний і високий науковий потенціал дають українським вченим поштовх для здійснення експериментальних досліджень і створення новітніх технологій переробки цієї культури. Використання власної сировини з льону олійного для виготовлення інноваційної продукції – це перший крок українських підприємств до сталого розвитку та економічного відновлення легкої промисловості України в цілому.

Вищезазначені льоносіючі господарства України – АК «Zorya», ПМКФ «Сяйво», ДПДГ «Асканійське» НААН України, що займаються вирощуванням льону олійного [23], зацікавлені у створенні міні-льонозаводів для первинної переробки соломи. Поява ринків збуту соломи та організація переробного комплексу сприятиме одержанню додаткового прибутку від вирощування льону олійного, а головне, автоматично усуне проблему утилізації соломи. До того ж, виробництво волокон льону олійного є важливим аспектом підтримки українських підприємств, що забезпечить їх дешевою та щорічно відновлюваною українською сировиною.

Згідно зі статистичними даними державних установ [5, 6, 14, 18, 44, 45], у 2015 році в Україні нараховувалося 58 підприємств із виробництва технічного текстилю, понад 100 підприємств целюлозно-паперової промисловості та 2424 малих і великих підприємств легкої промисловості з виготовлення побутового текстилю широкого асортименту. Саме ці підприємства можуть бути потенційними споживачами лубу й волокна льону олійного.

Наприклад, Малинська фабрика банкнотного паперу (Житомирська обл.) виготовляє папір для української гривні з імпортованого із Середньої Азії бавовнику, який частково можна замінити льоном. Як відомо, в Іспанії є досвід виробництва банкнотного та цінних видів паперу з високоякісної целюлози на основі льону олійного. Зважаючи на це, у 2016 році новим перспективним напрямком роботи даної фабрики стало виготовлення першої партії державної гривні на основі композиції льону-довгунцю та імпоротної бавовни. За свідченнями спеціалістів, це дало змогу підвищити якість банкнотного паперу та здешевити

виробництво грошей [45, 46]. Тому, створивши ринок соломи льону олійного і її промислову переробку, можна забезпечити дане підприємство українською стратегічно важливою сировиною для виготовлення української гривні.

Однак зараз існує суттєва перепона для виробничого впровадження вищезазначених наукових досягнень та організації промислового комплексу з переробки соломи льону олійного. Це пов'язано з відсутністю державних стандартів і загальних методик для оцінки якості як сировини, так і готової продукції з льону олійного. Такий висновок було зроблено на основі критичного аналізу наукових праць українських учених Чурсіної Л.А., Тіхосової Г.А., Путінцевої С.В., Горач О.О., Бойко Г.А., Головенко Т.М., Бобирь С.В., Меньяло-Басистої І.О. [32-42], якими було створено інноваційну продукцію (рис. 1.9).

Результати проведених досліджень свідчать, що стеблова маса льону олійного за технічними характеристиками подібна до низькосортної трести льону-довгунцю [32, 35, 47-49]. Тому визначення фізико-механічних показників соломи, трести та волокон льону олійного проводили згідно зі створеними ще за радянських часів міждержавними стандартами (ГОСТ) на льон-довгунець і бавовну, українськими стандартами ДСТУ на льон-довгунець та технічними умовами на котонізоване волокно, розробленими спеціалістами ВАТ «Херсонський БК» та ВАТ «Льонокомбінат «Старосамбірський»». Аналогічну схему оцінки якості застосовували й до інноваційної продукції, виготовленої за новітніми ресурсозберігаючими технологіями з волокон льону олійного [32-42].

Робота Горач О.О. [51] була присвячена розробці способу приготування трести із соломи льону олійного. Оцінка якості соломи та одержаної трести здійснювалась інструментальним методом згідно з міждержавними нормативними документами ГОСТ 28285-89 «Солома льняна. Вимоги при заготівлі» (далі - ГОСТ 28285-89), ГОСТ 24383-89 «Треста льняна. Вимоги при заготівлі» (далі - ГОСТ 24383-89) та державним стандартом України ДСТУ 4149:2003 «Треста лляна. Технічні умови» [52] за такими фізико-механічними показниками: вологість, вихід лубу (волокна) зі стебел, довжина жмені, діаметр, колір стебел, ступінь вилежаності трести

(відокремлюваність волокна від деревини) та засміченість трести. При цьому придатність і номер трести та соломи, методика визначення яких наведена у вищевказаних нормативних документах, авторами не визначалися через значні відмінності якісних характеристик двох груп льону – льону-довгунцю та льону олійного [47-50]. З метою розробки технології одержання трести без втрат якості волокна досліджували такі його характеристики, як міцність (розривне навантаження) і гнучкість, згідно з ДСТУ 4015-2001 «Льон тіпаний. Технічні умови» та ДСТУ 5015:2008 «Волокно лляне коротке. Технічні умови» [53, 54]. Вміст целюлози, лігніну, пектинових речовин у лубі, суровому й відбіленому волокні льону олійного та льону-довгунцю визначали методами аналітичного кількісного хімічного аналізу. Для визначення вмісту целюлози використовували прискорений метод, який базується на перетворенні целюлози шляхом гідролізу в глюкозу, та метод Вільштеттера – Шудля; для визначення вмісту лігніну застосовували гідролітично-ваговий метод; вміст пектинових речовин визначали йодометричним методом [42, 54].

Контроль якості волокна, яке було одержано у результаті виробничих випробувань ресурсозберігаючих технологій переробки стебел льону олійного, розроблених вченою Тіхосовою Г.А. [36], виконували за методиками, викладеними в ДСТУ 5015:2008 «Волокно лляне коротке. Технічні умови», ТУ 17 У 00306710.079 – 2000 «Котонін з короткого льняного волокна. Технічні умови» та ТУ.У. 05495816.005 – 2000 «Котонізоване льоноволокно. Технічні умови» [51, 53, 54]. Згідно з вищенаведеними нормативними документами визначали такі фізико-механічні показники волокна: розривне навантаження, вміст костриці та сміттєвих домішок, лінійну щільність, середню масодовжину волокон та їх нерівномірність. У роботі було запропоновано оцінювати волокно льону олійного за «критеріальними показниками придатності»: вміст костриці та сміттєвих домішок, лінійна щільність і середня масодовжина волокон, які зумовлюють сфери його подальшого застосування. Після критичного аналізу державних стандартів на різноманітні льоновмісні, бавовновмісні, вовновмісні матеріали й виробу та порівняння їх показників із «критеріальними показниками

придатності» волокна льону олійного встановлено, що його доцільно використовувати для виготовлення нетканих і текстильних матеріалів, санітарно-гігієнічних, целюлозовмісних і кручених виробів.

У результаті наукових досліджень Головенко Т.М. в лабораторних умовах кафедри ТСС ХНТУ було одержано зразки нетканих матеріалів таких типів: неткане полотно, меблеве полотно, льоноватин [35, 55-69]. Рекомендовано використовувати «критеріальні показники якості волокон льону олійного»: розривне навантаження та вміст костриці, які передбачають виробництво певного типу нетканого матеріалу за функціональним призначенням. Оцінку якості волокна за цими показниками виконували згідно з ГОСТ 9394-76 53 «Волокно льняне коротке. Технічні умови» та ДСТУ 5015:2008 [54]. Для того, щоб здійснити об'єктивну оцінку якості нетканих матеріалів на практиці, було застосовано: для нетканого полотна – ГОСТ 19813-74 «Полотна голкопробивні з лубяних волокон. Технічні умови», ГОСТ 15902.2-2003 (ISO 9073-2:1995) «Полотна неткані. Методи визначення структурних характеристик»; для меблевого полотна – ГОСТ 17923-72 «Полотна прошивні з лубяних волокон. Технічні умови»; для льоноватину – ГОСТ 26604-85 «Полотна неткані (підоснова) антисептичні з волокон всіх видів для теплозвукоізоляційного ліноліуму. Технічні умови». У результаті аналізу чинних стандартів для оцінки інноваційної продукції було рекомендовано використовувати такі «критеріальні показники якості нетканих матеріалів із льону олійного»: поверхнева щільність; розривне навантаження смужки полотна розміром 50 x 100 мм за довжиною та шириною; вміст костриці.

Органічний геотекстиль із волокон льону олійного було одержано Бобирь С.В. у лабораторних умовах голкопробивним способом [39]. Оцінку якості отриманих зразків за поверхневою щільністю, розривним навантаженням та вмістом костриці здійснювали згідно з ДСТУ EN 13249:2005 (EN 13249:2000, IDT) «Геотекстиль та віднесені до геотекстилю вироби. Необхідні характеристики для застосування в дорожньому будівництві (за винятком залізничних колій та асфальтових покриттів)», ДСТУ EN 13253:2006 (EN 13253:2000, IDT)

«Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Необхідні характеристики для використання в роботах з контролювання ерозії (захист узбережжя, берегові покриви)», ГОСТ 15902.2-2003 (ISO 9073-2:1995) «Полотна неткані. Методи визначення структурних характеристик», ГОСТ 19813-74 «Полотна голкопробивні з лубяних волокон. Технічні умови» та ГОСТ 10681-75 «Матеріали текстильні. Кліматичні умови для кондиціонування і дослідження проб і методів їх визначення».

Завдяки співпраці ТОВ «Богуслав текстиль» (Київська обл.) та науковиці Бойко Г.А. було одержано зразки інноваційної змішаної пряжі для трикотажних виробів на основі волокон льону олійного з різним відсотковим співвідношенням бавовни, вовни та лавсану. Оцінку якості отриманої пряжі проводили за такими показниками, як розривне навантаження, розривне подовження, фактична вологість, лінійна щільність, крутка пряжі, номер ниток та їх рівномірність згідно з чинними міждержавними стандартами для пряжі й ниток на основі бавовни та льону-довгунцю: ГОСТ 6611.2-73, ГОСТ 6611.0-73, ГОСТ 6611.3-2003, ГОСТ 6611.4-73. Для визначення фізико-механічних і гігроскопічних параметрів, розривного навантаження та вологопоглинання змішаної пряжі трьох видів: льон олійний – бавовна, льон олійний – вовна, льон олійний – лавсан використовували ГОСТ 17511-83 «Пряжа гребінна чистошерстяна і напівшерстяна для трикотажного виробництва. Технічні умови» [40, 65,70].

У результаті дослідницької роботи Меньяло-Басистої І.О. було одержано целюлозні напівфабрикати з волокон льону олійного, придатні для використання в целюлозно-паперовій промисловості та виготовлення композиційних матеріалів. Оцінку целюлозних напівфабрикатів здійснювали за такими якісними характеристиками: масова частка альфа-целюлози, змочуваність, масова частка золи, масова частка залишку, який не розчинився в сірчаній кислоті, масова частка волокнистого пилу, маса заліза, масової частки води в повітряно-сухій целюлозі, масова частка пентозанів, динамічна в'язкість, масова частка смол і жирів. Вміст целюлози визначали методом Вільштеттера –

Шудля, вміст лігніну – гідролітично-ваговим методом Вільштеттера – Шудля, вміст пектинових речовин – йодометричним методом [41-43, 60].

У виробничих умовах ДП «Пластмас» ТОВ «ГД Пластмас-Прилуки» (Чернігівська обл.) із целюлозних напівфабрикатів на основі волокон льону олійного було виготовлено зразки композиційного матеріалу. Якість отриманого продукту [35, 43] оцінювали за такими показниками, як ударна в'язкість зразка для типу № 1 згідно з ГОСТ 4647-80 «Пластмаси. Метод визначення ударної в'язкості по Шарпі» та вигинаюча напруга при розтягуванні зразка розміром 80 x 10 x 4 мм згідно з ГОСТ 4648-71 «Пластмаси. Метод випробування на статичний згиб».

В результаті наукової праці Путінцевої С.В. у виробничих умовах ТОВ «Цюрупинська паперова компанія» (Херсонська обл.) із високоякісної целюлози на основі волокон льону олійного було отримано фільтрувальний папір лабораторний (композиція: деревна целюлоза (50 %) / целюлоза з волокон льону олійного (50 %)). Для повної оцінки якості нового фільтрувального паперу на основі целюлози з волокон льону олійного було досліджено його функціональні, естетичні властивості та надійність споживання. Функціональні властивості паперу визначали за такими показниками: маса 1 м² (згідно з ДСТУ 2297-93 (ГОСТ 13199-94) «Напівфабрикати волокнисті, папір та картон. Метод визначення маси продукції площею 1 м²»); фільтрувальна здатність (згідно з ГОСТ 7584-89 (СТ СЭВ 5193-85, СТ СЭВ 6223-88) «Папір лабораторний фільтрувальний. Методи визначення фільтруючої і роздільної здатності»); повітропроникність (згідно з ГОСТ 13525.14-77 «Папір і картон. Метод визначення повітропроникненості»). Естетичні властивості паперу визначали за такими показниками: білість (згідно з ДСТУ 2570-94 (ГОСТ 30113-94) «Папір та картон. Метод визначення білості»); засміченість (згідно з ГОСТ 13525.4-68 «Папір та картон. Метод визначення засміченості»). Надійність споживання паперу визначали за такими показниками: опір на розривання (згідно з ГОСТ 13525.1-79 «Напівфабрикати волокнисті, папір і картон. Методи визначення міцності на розрив і видовження при розтягуванні»); опір на зламування (ГОСТ 13525.2-80 «Напівфабрикати волокнисті, папір і

картон. Методи визначення міцності на злам під час багаторазових перегибах»)). Дані характеристики інноваційного фільтрувального паперу порівнювали з вимогами міждержавних стандартів та норм – ГОСТ 12026-76 «Папір фільтрувальний лабораторний. Технічні умови» і ГОСТ 20358-78 «Папір для фільтрування повітря. Технічні умови», а комплексний показник якості визначали за ТУ У 21.1-32104275-001:2009 «Папір фільтрувальний технічного призначення». Результатом даної наукової роботи [37] була розробка та затвердження в ДП «Херсонстандартметрологія» технічних умов ТУ У 17.1-2510012269-001:2015 «Папір фільтрувальний лабораторний» на папір із використанням у композиції целюлози з волокон льону олійного. До даного нормативного документа внесено необхідні зміни за такими показниками якості як склад за волокном (%) і засміченість.

Таким чином, глибокий аналіз наукових робіт, виконаних до 2016 р., свідчить про повну відсутність в Україні нормативної бази з визначення показників якості як інноваційної продукції з льону олійного, так і сировини для її виготовлення. На той час існував лише один нормативний документ для визначення якості паперу з використанням у композиції целюлози з волокон льону олійного, а саме ТУ У 17.1-2510012269-001:2015 «Папір фільтрувальний лабораторний». При цьому на сировину, тобто солому, тресту та волокно, з якої передбачається виготовлення даної продукції, державних стандартів або технічних умов не було розроблено.

Узагальнюючи вищевикладене, можна зробити висновок, що контроль якості соломи, трести, лубу та волокон льону олійного, які використовувалися для виготовлення тієї чи іншої інноваційної продукції [36-41], науковці здійснювали за певними технологічними характеристиками згідно з різними методиками, викладеними в існуючій нормативній документації. Солому оцінювали за такими характеристиками, як вихід лубу, вологість, засміченість, група кольору соломи, згідно з ГОСТ 28285-89. Показники якості трести – ступінь вилежаності (відокремлюваність), вихід волокна, колір волокна в тресті, вологість та засміченість – визначали згідно з ГОСТ 24383-89 та ДСТУ 4149:2003

[52]. Вміст костриці та сміттєвих домішок у волокні й розривне навантаження скрученої стрічки визначали згідно з ГОСТ 9394-76 і ДСТУ 5015:2008 [54], гнучкість – згідно з ДСТУ 4015-2001 [53], довжину волокон і масо довжину – згідно з ТУ 17 У 00306710.079-2000 та ТУ.У. 05495816.005-2000 [56, 57], лінійна щільність – згідно з ГОСТ 10878-70, розривне навантаження одиначного волокна та відносне видовження одиначних волокон на момент розриву – згідно ДСТУ ISO 5079:2004 [71]. Вищенаведена нормативна документація призначена для визначення якості сировини з льону-довгунцю (соломи, трести, короткого й котонізованого волокна) та бавовни, але вона не стосується льономісних матеріалів зі стебел льону олійного.

Відомо, що на сьогодні організація промислового комплексу з переробки стебел льону олійного, виробництво інноваційної продукції та її реалізація на українському 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. 1.10).



Рис. 1.10 – Актуальність систем контролю якості стебел льону олійного на всіх етапах їх переробки

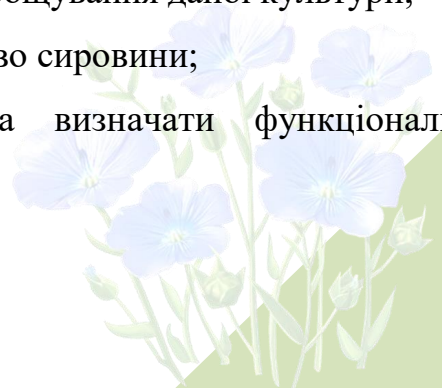
У зв'язку з відсутністю в Україні законодавчої бази для оцінки якості сировини та інноваційної продукції з льону олійного, її виготовлення можливе лише пробними зразками в лабораторних або виробничих умовах. Підприємець повинен мати чіткий перелік фізико-механічних показників для кількісної та якісної оцінки сировини, щоб передбачити функціональне призначення готової продукції та ступінь її відповідності запитам тих або інших груп населення.

З метою масштабного виробництва інноваційної продукції та її виходу за рамки лабораторних досліджень як на український, так і на світовий ринки необхідно розробити й затвердити державні стандарти для оцінки якості сировини: соломи, трести та волокон, а також готових виробів. Ці документи повинні базуватися на реальних досягненнях науки та техніки, враховуючи досвід провідних українських і зарубіжних вчених і висококваліфікованих спеціалістів, а також наявні ресурси та технічний рівень українського виробництва.

Тому актуальним питанням сьогодення в Україні є створення державних стандартів для оцінки якості продукції зі стебел льону олійного на всіх етапах її виробництва – від переробки соломи до виготовлення готових виробів. Однак поставлені завдання необхідно виконувати поетапно, тобто перш за все треба розробити нормативну документацію на сировину, а саме: солону, тресту та волокно льону олійного, а потім – на готову продукцію.

Розробка нормативної документації для оцінки якості соломи, трести та волокон льону олійного сприятиме відродженню текстильної, трикотажної, целюлозно-паперової та інших галузей промисловості й наповненню українського ринку екологічно чистою льоновмісною продукцією, яка буде виготовлена з української сертифікованої сировини. Наявність стандартів на солону, тресту та волокно льону олійного дозволить:

- сільгоспвиробникам правильно визначати їх вартість під час реалізації на промислові об'єкти, збільшуючи прибутки від вирощування даної культури;
- економічно доцільно планувати виробництво сировини;
- споживати сировину певної якості та визначати функціональне призначення потенційної продукції;



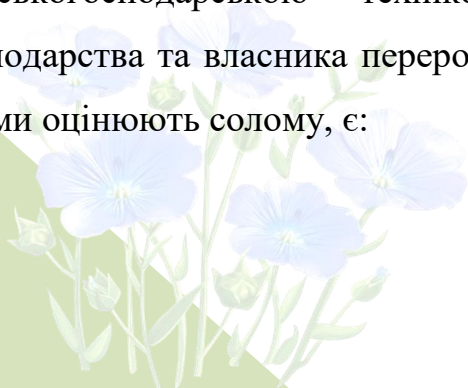
– знижувати собівартість і підвищувати якість готової продукції.

Для досягнення головної мети даної наукової роботи необхідно здійснити пошук міжнародних і національних стандартів зарубіжних країн на сировину зі стебел льону олійного, а також детально дослідити сучасні світові методи оцінки якості стебел та волокон цієї культури як промислової сировини різного функціонального призначення залежно від сфери їх застосування.

Такі знання необхідні, перш за все, для того, щоб створені українські нормативні документи з визначення якості соломи, трести та волокон льону олійного мали міжнародне визнання. Використовуючи розроблені документи, потенційний український виробник продукції зі стебел льону олійного зможе точно визначати рівень її якості, спрогнозувати галузь застосування та реалізовувати продукцію під власним найменуванням як на українському, так і на світовому ринках.

1.3 Теоретичні дослідження світового асортименту продукції зі стебел льону олійного та розвиток стандартизації сировини для її виготовлення

Питання розробки стандартів на соломі, тресті, волокну льону олійного та готові вироби на їх основі стоїть на порядку денному не тільки в Україні, а й у економічно розвинених країнах світу: Канаді, США, Фінляндії, Німеччині, Швеції, Польщі, Італії, Франції. У цих країнах на підприємствах набув поширення органолептичний метод оцінки соломи та трести льону олійного [27-31, 72-99]. Експертизу сировини здійснюють висококваліфіковані спеціалісти, які пройшли акредитацію та мають ліцензію на проведення таких робіт. Дані експерти оцінюють якість соломи льону олійного в полі перед скошуванням сільськогосподарською технікою на вимогу представників сіючого господарства та власника переробного комплексу. Головними показниками, за якими оцінюють соломі, є:



- колір соломи: під час проведення оцінки якості соломи експерти повідомляють фермеру період скошування, щоб одночасно передбачити повну зрілість насіння та запобігти перестигання стебел льону олійного, яке може призвести до здерев'яніння волокон;
- вихід лубу зі стебел (масова частка лубу в стеблах);
- технічна частина в загальній довжині стебла (продуктивна частина);
- засміченість соломи: наявність злакових та дводольних бур'янів на загальній площі посіву.

Головними показниками, за якими оцінюють тресту, є:

- вихід волокна з трести (масова частка волокна в тресті);
- колір волокна в тресті;
- ступінь вилежаності (відокремлюваність): під час проведення оцінки якості трести експерти повідомляють фермеру період збирання валків, щоб запобігти зниження якості волокна в процесі приготування трести;
- технічна частина в загальній довжині стебла (продуктивна частина);
- засміченість трести: наявність злакових та дводольних бур'янів на загальній площі посіву.

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 або трести, в якій чітко встановлені ціна сировини та строки реалізації на переробний комплекс.

Під час надходження соломи або трести льону олійного на льонозавод інженери-технологи додатково визначають вологість стебел і наявність у загальній партії сировини зіпсованих (гнилих) стебел, уражених грибковими захворюваннями (іржа, фузаріоз по іржі, поліспороз, антракноз, бактеріоз тощо) та ґрунтових залишків [28, 72-99].

На сьогодні Канада є світовим лідером із використання стебел льону олійного. У цій країні створено 6 фірм з їх первинної обробки: FlaxStalk/SWM (Манітоба), Violin (Саскачеван), Stemergy (Онтаріо), Crailar Flax Fibre

(Британська Колумбія), Stemia та Vegreville Decortication (Альберта) [28]. Дані підприємства щорічно переробляють 543268 тис. т стебел (соломи, трести) льону олійного й виготовляють 22400 тис. т волокна низької якості або лубу та 24600 тис. т волокна високої якості. Вони оцінюють якість стебел (соломи або трести) за вищезазначеними головними показниками, застосовуючи органолептичний метод. При цьому, у разі потреби, також враховують:

- ступінь розгалуження стебла (кількість стебел від одного кореня);
- середній діаметр стебел для визначення інтенсивності їх механічної обробки;
- загальну довжину стебел [72].

Крім того, 5 канадських фірм займаються переробкою волокон льону олійного для виготовлення товарів різного функціонального призначення: Genics, Synermulch (Альберта) [76, 77], FlaxStalk (Манітоба) [78], Flax Farm (Онтаріо) [79], Violin (Саскачеван) [80]. Стебла льону олійного багаті на лігнін та мають високу енергетичну цінність, тому є ідеальною вихідною сировиною для виробництва енергоносіїв другого покоління, що можуть бути використані під час виготовлення транспортного палива. Цей напрям застосування стебел льону олійного представляють 2 фірми з виготовлення біоенергетичних продуктів: Flax Power (Манітоба) [81], Titan Clean Energy (Саскачеван) [82].

Нафтові, хімічні, харчові та целюлозно-паперові компанії все частіше знаходять вигідні напрямки використання біосировини у своїх виробничих процесах. Так, компанія СІС розробила композиційний матеріал, який буде використовуватися для виробництва капота в наступному поколінні тракторів Buhler. Основні вимоги до якості волокон та їх функціональне призначення наведено в табл. 1.10.

Враховуючи стрімке зростання обсягів вирощування та переробки даної культури, перед Канадою постала необхідність створення нормативних документів для визначення якості соломи, трести та продукції з льону олійного. Тому в провінціях Саскачеван, Манітоба та Північна Дакота створено організації, пріоритетними напрямками роботи яких є підтримка вирощування

льону олійного з метою двостороннього використання й розробка технічної документації для проведення стандартизації продукції зі стебел даної культури.

Таблиця 1.10 – Основні показники якості волокон льону олійного та їх функціональне призначення

№ з/п	Функціональне призначення	Довжина волокон, см	Колір волокон	Вміст костриці, %	Вологість, %
1	Технічний та побутовий текстиль (волокно другого ступеня очищення)	не менше 25 см (волокна паралельні)	- блідо-жовтий (після	не більше 2 %	не більше 12 %
2	Папір широкого асортименту та шпагат (волокно першого ступеня очищення)	8-15 см	переробки соломи); - світло-сірий	не більше 15 %	
3	Експорт та виробництво високосортного паперу (волокно першого ступеня очищення або волокнисті відходи)	менше 8 см	(після переробки трести)	не більше 30 %	

Вагомий внесок у науково-дослідні роботи з визначення якості соломи та волокон льону олійного було зроблено організаціями Saskatchewan Flax Development Commission (SaskFlax), Manitoba Flax Growers Association's (MFGA), Flax Council, Flax Canada 2015.

Saskatchewan Flax Development Commission (SaskFlax) – це комісія, забезпечує проведення заходів із сприяння розвитку ринків стебел льону олійного з метою збільшення прибутків від його вирощування. Дана комісія співпрацює із сільськогосподарськими організаціями та різними промисловими підприємствами, що використовують лляну сировину для виготовлення своїх виробів, з метою забезпечення якості льонопродукції та її розповсюдження по всьому світу. Важливим завданням SaskFlax, є визначення основних якісних характеристик, які необхідно надати волокнам льону олійного під час їх одержання, що в подальшому дозволить розробити стандарти на цю продукцію [28].

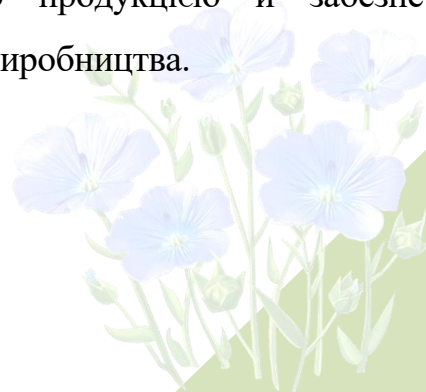
Manitoba Flax Growers Association's (MFGA) – це асоціація виробників льону заходів з метою зменшення витрат на вирощування та переробку стебел даної культури. Для того, щоб солома льону олійного мала промислову цінність, тобто для забезпечення високого виходу волокна зі стебел, необхідно правильно проводити всі агротехнічні заходи, починаючи від висівання культури до її відправлення на переробний комплекс. Фахівці MFGA рекомендують: контролювати глибину висаджування насіння, щільність та ширину ряду, періоду вегетації (вчасно збирати врожай); не допускати засміченості поля бур'янами; збирати врожай комбайнами, які скошують стебла на висоті не більше ніж 5-10 см від землі; під час збирання валків соломи (трести) не допускати накопичення каміння та ґрунтових залишків; тюкувати солону та тресту (зручний вид упаковки для промисловців) та зв'язувати їх шпагатами з натуральної сировини [74].

Flax Council – це національна організація, яка пропагує вирощування канадського льону олійного для двостороннього використання, тобто для харчового (насіння) та промислового (солома, треста) застосування на внутрішньому й міжнародному ринках. Рада стимулює розвиток промисловості з переробки стебел (соломи чи трести) й поширення знань про фізико-механічні та фізико-хімічні властивості отриманих волокон [75]. Оскільки більше ніж 90 % світового прядильно-ткацького обладнання призначено для використання бавовняного волокна, то дослідники розробили економічно ефективну технологію одержання котонізованих волокон льону олійного для виготовлення змішаної пряжі з бавовною та використання її в текстильній промисловості. Ця методика базується на використанні спеціальних чесальних машин із застосуванням ферментів, гідролізу, парової обробки, високої напруги або ультразвуку для трясіння у воді. Такі наукові досягнення спонукали до розробки стандартних методик оцінки якості соломи, трести та волокон. У результаті досліджень було встановлено, що головними показниками якості є: для соломи (трести) – засміченість, довжина, вихід лубу (волокна), ступінь вилежаності трести, середній діаметр стебел і кількість розгалужень у суцвітті;

для волокна – вміст костриці та сміттєвих домішок, середня довжина, товщина, розривне навантаження, відносне видовження одиночних волокон на момент розриву та лінійна щільність волокон; для костриці – засміченість, вміст пилю, розмір часток і щільність деревини. Згідно з висновками «Flax Council», наявність стандартів на льон олійний сприятиме швидкій ідентифікації сировини та реальній оцінці її вартості [72, 75].

Flax Canada 2015 – це національна програма, яка розробила стратегічний план наукових досліджень зі створення, комерціалізації, а також брендингу продукції на основі льону олійного за рахунок комплексної переробки рослини [100].

Крім того, було створено єдиний інноваційний центр FibreCity, головним завданням якого є розробка стандартів для оцінки якості соломи, волокон, костриці та продукції з льону олійного. Дана технічна документація повинна регламентувати основні показники якості продукції, методикку та алгоритм їх визначення. Важливим завданням проекту, яким займаються науковці центру, є дослідження впливу агротехнічних заходів, клімату та сорту льону олійного на показники якості стебел і волокон. Такі напрямки наукових досліджень дуже важливі для промисловців, оскільки, на відміну від синтетичних волокон, показники натуральних волокон (biofibres) змінюються під впливом клімату, умов вирощування та залежать від вибору сорту. Це, у свою чергу, зумовлює зміну технології механічної переробки даної сировини та показників якості одержаних волокон. Тому промислове впровадження результатів наукових досліджень дозволить потенційним споживачам соломи льону олійного спрогнозувати характеристики кінцевої продукції, а фермер заздалегідь зможе передбачити сумарний додатковий дохід від вирощування цієї культури за умови реалізації соломи. Розвиток системи класифікації волокон за функціональним призначенням залежно від сорту льону олійного та створення стандартів на них сприятиме розвитку широкомасштабної торгівлі готовою продукцією й забезпечить безперервний рух сировини по всьому ланцюгу її виробництва.



Враховуючи вищевикладене, канадські фірми-переробники соломи й волокон льону олійного підтримують інноваційний центр FibreCity та всі ініціативи з розробки стандартів.

У США на сьогодні створено промислові комплекси з переробки льону олійного та виготовлення продукції на його основі, які зосереджені в штатах Міннесота, Монтана та Північна Дакота. Так, двома промисловими комплексами штатів Міннесоти й Монтани щорічно переробляється 127750 тис. т соломи (трести) цієї культури. Виробництво різноманітної продукції на основі натуральної біомаси, у тому числі волокон і костриці льону олійного, займаються компанії Enviro Textiles (Колорадо), Georgia Pacific (Джорджія), RheTech (Мічиган), C2Renew (Північна Дакота), Flax Tech (Північна Дакота), SWM (Нью-Джерсі) та e2e Materials Inc (Нью-Йорк) [28, 100].

Незважаючи на вищевикладене, існує декілька стримуючих факторів для промислового використання стебел цієї культури та вільного маркетингу готової продукції під власною маркою, головним з яких є відсутність відповідних стандартів. У США волокно льону олійного реалізують під найменуванням низькосортної сировини з льону-довгунцю. Тому в цій країні дуже актуальним є питання стандартизації продукції з льону олійного.

Згідно з даними Департаменту сільського господарства США та Національної служби статистики сільського господарства, для вирішення цього завдання в Північній Америці розроблено програму «Green Economy». Головною метою її є розвиток різних напрямків використання стебел льону олійного для виготовлення товарів широкого вжитку, а особливо композиційних матеріалів, що дозволить додатково збільшити прибутки від вирощування даної культури.

Дослідження в напрямку розробки стандартів на соломі, волокно та готову продукцію з льону олійного проводяться в США Flax Institute, Університетом штату Північна Дакота (NDSU) та Інженерно-механічним факультетом Державного університету Північної Дакоти. Вченими доведена доцільність виготовлення біокомпозитів на основі дешевих волокон льону

олійного, а використання костриці сприятиме зменшенню залежності від викопного палива сьогодні та в майбутньому, адже ця культура є екологічно чистою та вважається природним поновлюваним і стійким матеріалом [28].

З метою виробництва інноваційних композиційних матеріалів на основі льону олійного науково обґрунтовано технологію одержання якісної сировини, яка базується на методах послідовного високоякісного мочіння трести, ефективної обробки стебел та отримання котонізованого волокна. При цьому визначення рівня якості такого волокна можливе за наявності стандартів, які необхідно розробити. Для поліпшення умов проведення досліджень у Північній Америці було створено дослідно-експериментальний завод Flax Fiber Pilot Plant (Flax-PP). Це єдиний науково-дослідний центр такого типу в США, де проводяться дослідження процесів обробки соломи, трести та волокон льону олійного з метою підвищення їх якості. На даному заводі спроектовано експериментальну технологічну лінію Unified Line. Багатофункціональність лінії та окремий блок котонізації дають можливість обробляти бавовну, льон-довгунець і льон олійний для отримання волокон (або лубу із соломи) різної якості з найменшими їх втратами. На кожному етапі обробки соломи (трести) та волокон льону олійного науковці досліджували їх фізико-механічні й фізико-хімічні характеристики з метою розробки технічної документації та методології визначення показників якості сировини з льону олійного. В практичних умовах вченими та спеціалістами вивчається ефективність застосування ферментів у процесах приготування трести для полегшення подальшої механічної обробки стебел, а також розробляються рекомендації зі зміни властивостей волокон залежно від їх функціонального призначення. Продовженням проекту є розробка стандартів і методології визначення показників якості сировини та продукції з льону олійного через компанію ASTM International [84] – найбільш авторитетну організацію з розробки стандартів у світі. На даний час проводяться роботи з метою: створення лабораторного обладнання для визначення властивостей стебел, таких як засміченість, вихід лубу (волокон) зі стебел, ступінь вилежаності трести; здійснення кількісної оцінки якості

волокон за показниками вмісту костриці та сміттєвих домішок і кольору волокна; випробування готової продукції – композиційних матеріалів [28, 89].

У Північній Америці також активно функціонує некомерційна організація American Flax Fiber («AmeriFlax») [83], яка співпрацює з громадськістю, інформуючи про дослідження споживчого та промислового ринку. Її метою є збільшення зацікавленості у вирощуванні льону олійного та розвиток українських і зарубіжних ринків його «побічних продуктів» після збирання насіння – соломи, трести та волокна. За сприяння організації AmeriFlax створено підкомітет D13.17 on Flax and Linen міжнародного комітету D13 on Textiles, а також підкомісії для розробки стандартів ASTM на продукцію з льону олійного та льону-довгунцю. Враховуючи вимоги сучасних технологій і потреби споживачів потенційної сировини, підкомісією підкомітету D13.17 встановлено головні показники якості волокон льону олійного: розривне навантаження, довжина, лінійна щільність, колір і засміченість, які необхідні для визначення сфери їх застосування та проведення стандартизації.

На основі цих досліджень в рамках підкомітету «D13.17» було затверджено стандарти ASTM D6798 – 02(2013)e2 «Standard Terminology Relating to Flax and Linen» (2002 рік), ASTM D6961 / D6961M – 09(2015)e1 «Standard Test Method for Color Measurement of Flax Fiber» (2003 рік), ASTM D7025 – 09(2015)e1 «Standard Test Method for Assessing Clean Flax Fiber Fineness» (2004 рік) та ASTM D7076 – 10 (2015)e1 «Standard Test Method for Measurement of Shives in Retted Flax» (2005 рік) [85-88]. У вищезазначених стандартах наведено методики визначення таких показників якості волокон: розривного навантаження, довжини, лінійної щільності, кольору волокна, вмісту костриці та сміттєвих домішок. При цьому стебла соломи льону олійного не підлягають обов'язковій стандартизації, а оцінюються лише органолептичним методом. Методики, викладені в цих стандартах, стосуються льону-довгунцю й льону олійного та перезатверджуються кожні 5 років. Це пов'язано з розвитком селекції в напрямку створення нових сортів двох груп льону та науково-технічним прогресом у сфері розробки інноваційних технологічних

промислових ліній і лабораторного обладнання для наукових досліджень та оцінки якості продукції.

До складу комісії підкомітету «D13.17» було зараховано доктора філософії, мікробіолога зі Служби сільськогосподарських досліджень Міністерства сільського господарства США, співробітника науково-дослідного центру Russell (м. Афіни, штат Джорджія) Денні Е. Акіна. Цим вченим разом із групою колег започатковано науковий проект, який ввійшов у напрямки досліджень підкомітету D13.17 [90]. Головною метою проекту є оцінка методів обробки волокон льону олійного, вивчення впливу способів приготування трести на якість отриманих волокон та розробка стандартів на продукцію з даної групи льону. В результаті експериментів встановлено, що найбільш ефективним препаратом для одержання якісної трести є фермент Flaxzyme 0,05 % з додаванням 50 ммоль етилендіамін-тетра-оцтової кислоти (ЕДТА) які хелатоутворюючого агента [101]. Ефективність процесу приготування визначали за показниками якості трести – ступенем вилежаності, виходом і кольором волокна. Досліджували також якісні характеристики волокон – вміст костриці, розривне навантаження, відносне видовження одиночних волокон на момент розриву та еластичність [102]. Структурні модифікації волокон вивчали за допомогою сканованої електронної мікроскопії NIRS [103]. Тресту обробляли на дослідно-експериментальному заводі Flax-PP [104].

Із трести льону олійного, отриманої за даним способом приготування, одержали волокна, придатні для виготовлення пряжі у суміші з бавовною, вовною та хімічними волокнами з метою її застосування в текстильній промисловості, а також – хімічної пульпи для виробництва композиційних матеріалів та високоякісного паперу. Сировину для вищезазначених напрямів промислового використання можна також отримати із соломи. Згідно з результатами наукових досліджень Денні Е. Акіна економічна ефективність переробки соломи та трести льону олійного є однаковою [101, 104]. Так, після декортикації соломи одержують луб із високим вмістом костриці та великою кількістю інкрустуючих речовин. Тому необхідно застосовувати інтенсивні

режими його обробки на технологічній лінії котонізації з використанням процесів різання, після чого отримують штапельоване волокно з низьким вмістом костриці, але зі зменшеною міцністю. Важливим етапом процесу переробки трести є її приготування із застосуванням ферментів, що дає можливість максимально зменшити кількість інкрустуючих речовин у волокні, тим самим зберігаючи їх якість під час механічної обробки. Таким чином, вже на етапі первинної обробки трести одержують волокно з достатньо вивільненою кострицею та високим показником міцності, а після очищення на чесальних машинах досягається його максимальне розволокнення. Під час своїх досліджень Денні Е. Акін використовував міжнародний стандарт для льону ISO 2370 «Матеріали текстильні. Визначення лінійної щільності льоноволокна. Пермеаметричні методи» [91], ASTM D 1445-95 [105] та ASTM D 1448-90 [106].

Результати цих наукових досліджень були використані для створення стандартів D6798, D6961, D7025, D7076 [85-88]. Однак, враховуючи розширення обсягів і напрямків застосування волокон та костриці льону олійного в різних сферах промисловості для виготовлення інноваційної продукції, постала необхідність створення цільових стандартів на дану сировину.

В Єгипті вчені Д.М. Ель-Харірі з Національного дослідного центру (National Research Center, м. Каїр) і М.С. Хасанеїнб та Амна Х.Х. Ель-Свейфі з Науково-дослідного інституту польових культур (Field Crops Research Institute, м. Гіза) проводили спільні наукові роботи з вивчення впливу агротехнічних заходів під час вирощування льону олійного на показники якості лубу. Експериментальні дослідження здійснювали з 14 сортами льону олійного в різних кліматичних умовах трьох посівних районів: губерній Гізи, Ісмаїлії та Кальюбії. Економічну ефективність сівби льону олійного того чи іншого сорту визначали за врожайністю насіння та соломи. Солому оцінювали за загальною та технічною довжиною стебел, їх кольором і технологічними показниками одержаного лубу: виходом лубу зі стебел, довжиною та лінійною щільністю. Результати експериментальних досліджень було математично оброблено та визначено коефіцієнт кореляції [95].

У той же час вчені Х.С.С. Шарма Королівського університету (м. Белфаст) та Г.Дж. Фохи Департаменту сільського господарства в Північній Ірландії досліджували показники якості соломи та волокон льону-довгунцю з метою виготовлення композиційних матеріалів на їх основі. У результаті було запропоновано розділити фізико-механічні властивості соломи й волокон на суб'єктивні та об'єктивні показники якості за їх важливістю, що встановлювалася експертним методом. До суб'єктивних показників були віднесені: стиглість соломи або група кольору, вихід лубу, технічна довжина, діаметр стебел, ступінь вилежаності (вимочування) та відокремлюваність трести, які визначаються органолептичним методом. При цьому ступінь вилежаності (вимочування) є тим показником, який повністю описує якість сировини. До об'єктивних показників були віднесені показники якості волокон: лінійна щільність, розривне навантаження, довжина волокон, що визначалися інструментальним методом; масова частка целюлози, геміцелюлози, золи та лігніну, що визначалися за допомогою термохімічного аналізу; термічна стабільність волокон на віддачу вологи та маси, що оцінювалася на основі термогравіметричного аналізу (TGA) [96].

Науковці А. Дж. Нортон, С. Дж. Бенет та їх колеги з Дослідного центру біокомпозитів Університету Уельса (Великобританія) досліджували якісні характеристики відходів тіпання трести льону-довгунцю з метою їх застосування у виробництві біокомпозитів. Було визначено основні властивості, одержаних технічних волокон, які повинні враховуватися при використанні їх у цьому напрямку, а саме: розривне навантаження, що оцінювали із застосуванням нової методики «Zero Twist»; відносне розривне навантаження одиночного волокна; лінійна щільність, яку визначали методом повітряного потоку [107].

Слід зазначити, що хоча охарактеризовані вище наукові розробки стосуються волокон льону-довгунцю, але їх результати є корисними для проведення досліджень під час виконання даної роботи.

У Фінляндії вченими Сільськогосподарського науково-дослідного центру (МТТ) здійснюються дослідження з використання соломи льону олійного для

виготовлення промислових виробів [108]. Даний центр співпрацює з компанією Elix Oil Oy (найбільший холдинг країни, що займається переробкою насіння льону олійного для виробництва олії та шроту. Також налагоджено контакти з фірмами Linsul Oy (с. Перясейняйоки), Isolina Parikkala Oy та Flaxlin Ltd (с. Паріккала), які спеціалізуються на виготовленні нетканих, звукоізоляційних матеріалів та геотекстилю з лляних волокон. Саме ці компанії згодні бути потенційними споживачами дешевої сировини з льону олійного за умови надання нормативних документів, що регламентували б якість готової продукції, та наявності методів визначення якісних характеристик волокон, згідно з якими встановлюють їх функціональне призначення.

Для вирішення поставлених завдань науковим співробітником МТТ Х. Санкарі були проведені дослідження, результати яких представлені в його академічній роботі [92]. Головним завданням її було визначення фізико-механічних показників соломи та трести льону олійного, які б засвідчували їх промислову цінність, а також оцінювання одержаних волокон і встановлення значимих показників якості, що характеризують сфери їх застосування.

Під час експериментальних досліджень було визначено, що вегетаційний період залежить від сорту рослини та клімату, а щільність рядка впливає на загальну врожайність соломи та насіння, кількість стебел від одного кореня, кількість розгалужень у суцвітті, технічну довжину та вихід лубу зі стебел. При більшій щільності посіву спостерігається більший вихід лубу зі стебел та менша кількість стебел від одного кореня. Ці характеристики зумовлюють промислову цінність соломи льону олійного.

У результаті проведених досліджень було визначено, що основними показниками якості соломи (трести) є: вихід лубу (волокон) зі стебел, довжина та діаметр стебла, колір і засміченість соломи, ступінь вилежаності трести. Волокна оцінювалися за розривним навантаженням (відносним розривним навантаженням) та відносним видовженням одиночних волокон на момент розривання [87, 93]. Для визначення якості волокон використовувався стандарт ISO 5079 1995(E) [94]. Колеги центру підтвердили наукове значення

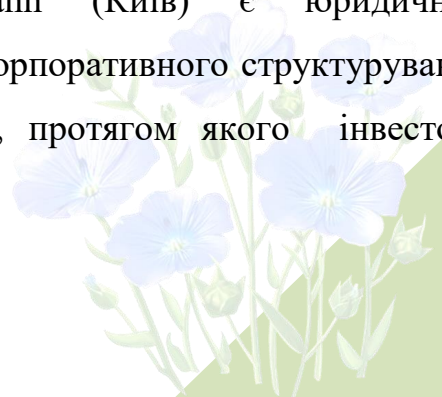
представленої роботи та розпочали більш ґрунтовні дослідження, спрямовані на розробку технічної документації з метою визначення якості волокон льону олійного залежно від сфери їх застосування.

У Китаї на високому науковому рівні детально вивчають структуру волокон різних сортів льону олійного з використанням електронної мікроскопії, та дифракції рентгенівських променів. Метою цих досліджень є виробництво продукції «ноу-хау», а саме створення двокомпонентних волокон шляхом термоскріплення для інноваційних композиційних матеріалів та технічного текстилю спеціального призначення. У результаті порівняльного аналізу властивостей волокон льону олійного й льону-довгунцю виявлено їх схожість за лінійною щільністю та суттєві відмінності за відносним видовженням одиночних волокон на момент розриву, модулем пружності і розривним навантаженням [28, 73, 109-112].

Дуже важливим на сьогодні є той факт, що китайська компанія «YUYUE Home Textile» планує створити в Україні технологічну базу для виробництва льняного волокна, що включає вирощування й переробку льону-довгунцю та льону олійного. Так, у 2016 році для висівання та будівництва заводу для переробки льону було виділено близько 30000 га землі в с. Костянтинівка (Сарненський район, Рівненська область). Крім того, на 2018-2020 рр. було заплановано створити роздрібну мережу з продажу лляного текстилю.

YUYUE Home Textile – одна з найбільших у світі компаній з виробництва та переробки льону, виготовлення волокна й текстильної продукції та їх реалізації. До її складу входять підприємства, що забезпечують поліграфію, а також фарбування та пошиття виробів. На замовлення компанії вчені проводять дослідження та здійснюють наукові розробки. Продукція експортується в 59 країн і регіонів, у тому числі країни Африки, Францію, Швецію.

Українська компанія Spenser&Kauffmann (Київ) є юридичним консультантом YUYUE Home Textile з питань корпоративного структурування бізнесу. Термін реалізації проекту – 5 років, протягом якого інвестори



планують налагодити весь цикл виробництва, від вирощування до переробки льону. Загальний обсяг інвестицій становитиме 20 млн. дол. США.

Реалізація даного інвестиційного проекту в Україні є дуже важливою для відновлення та розвитку легкої промисловості, адже він передбачає виробництво української лляної сировини, розширення асортименту текстильної продукції та створення близько тисячі робочих місць [113].

У 1996 році вченими факультету натуральних волокон Університету Карлстад (Швеція) Б. Смедером та С. Лільдеалем була опублікована спільна наукова праця, присвячена вивченню властивостей волокон льону олійного, визначенню найбільш важливих характеристик, які впливають на вибір тієї чи іншої сфери їх застосування, а також виявленню потенційних напрямків використання цієї сировини у Швеції [114]. Крім того, було проаналізовано критерії якості або бажані властивості сировини, якими керуються промисловці під час виробництва тієї чи іншої продукції.

Загалом широкий інтерес до промислового застосування волокон льону олійного ґрунтується на поєднанні екологічності сировини, доступності та притаманності їй унікальних властивостей, що дає можливість виготовляти вироби різного функціонального призначення. Найбільш важливою властивістю є міцність волокон, що свідчить про їх придатність до виготовлення якісної продукції для багатьох галузей промисловості.

Найбільш цікаві технічні напрямки використання волокон льону олійного були визначені шляхом опитування представників 120 організацій: малих і великих промислових підприємств, науково-дослідних інститутів, галузевих організацій, сіючих компаній, для яких важливо орієнтуватися в основних тенденціях розвитку ринку соломи льону олійного.

Великий вміст целюлози, висока міцність і гігроскопічність та низька вартість волокон льону олійного порівняно з пульпою на основі деревини свідчить про їх придатність до застосування в целюлозно-паперовій промисловості. З них виготовляють картон, гофрокартон, пакувальний та фільтрувальний папір, паперові рушники, фрикційні накладки для сипких

теплоізоляційних композиційних матеріалів під час будівництва. Наявність такої специфічної характеристики лляної целюлози, як висока міцність на розрив, здатність до формування продукту з високим ступенем непрозорості завтовшки від 1 до 6-7 мм дають можливість використати її для виробництва спеціальних видів паперу: сигаретного, банківського, паперу для Біблії [115].

Широке застосування волокон льону олійного як армуючої складової пов'язано з особливостями їх хімічної структури, можливістю зміни їх довжини й діаметра в процесі обробки, а також такими властивостями даної сировини, як міцність волокна та відносне видовження одиночних волокон на момент розриву або жорсткість. На основі волокон цієї культури виготовляють різні композиційні матеріали: полімери, захисні термопласти, бетонні композиційні плити, дошки для писання, будівельний гіпсокартон, пластмасові або гумові деревно-волокнисті плити тощо.

Найбільш важливими характеристиками волокон льону олійного, придатних до технічного використання, є розривне навантаження, відносне видовження одиночних волокон на момент розриву та модуль пружності, хімічний склад, а менш важливими – довжина, лінійна щільність і діаметр. Продукція технічного застосування, яка може бути виготовлена на основі волокон даної культури, – це, насамперед, різноманітні будівельні матеріали (насипний утеплювач, геотекстиль для будівництва автодоріг та ландшафтних проєктів; ізоляційні вироби, акустичні декоративні тканини, дренаж; промислові неткані композити, пресовані деревно-волокнисті плити, вінілові покриття).

У текстильній промисловості найважливіше значення мають такі параметри якості волокон, як довжина, чистота сировини, розривне навантаження, відносне видовження одиночних волокон на момент розриву та еластичність волокна, які притаманні даній сировині. Гігієнічні властивості волокна льону олійного – гігроскопічність, теплопровідність, повітро- та водонепроникність – забезпечують необхідні функціональні та споживні властивості готової продукції. У той же час, виготовлення високоякісних текстильних матеріалів із даної сировини неможливе, оскільки ці волокна дуже

короткі, тому складно досягти їх рівномірного розподілу в пряжі, що, як наслідок, зменшує її лінійну щільність. Якщо для виробництва целюлозної, технічної, композиційної продукції можна використовувати луб, отриманий із соломки льону олійного, то в текстильній промисловості необхідно застосовувати волокно, одержане із трести даної культур. Після котонізації цієї сировини отримують волокно з високим ступенем чистоти (нульовим вмістом костриці), придатне до виготовлення змішаної пряжі для виробництва товарів особистої гігієни (підгузків, санітарних прокладок) і промислових серветок (для видалення різних видів плям, полірування та змазування поверхонь тощо).

У результаті наукових досліджень шведськими вченими вперше було встановлено загальні властивості волокон льону олійного, які свідчать про їх переваги порівняно з іншими видами сировини для виготовлення продукції різного функціонального призначення:

1. Екологічні властивості – це фундаментальні властивості, завдяки яким готова продукція не має шкідливого впливу на здоров'я людини (насипний утеплювач), здатність до біологічного розкладання (геотекстиль), можливість вторинної переробки, щорічна відновлюваність сировини та низька вартість (важливо для виготовлення целюлози, оскільки попит на деревну сировину для її виробництва дуже великий і вона відносно дорожча).

2. Якісні характеристики – це традиційні фізичні, хімічні властивості волокон та вторинні ефекти, які впливають на рівень якості готової продукції.

3. Функціональні характеристики волокна – це властивості волокна, що дають можливість досягти очікуваних або бажаних функцій готової продукції (певної структури, поглинальної здатності, ізоляційних і зміцнювальних властивостей, стійкості до вогню тощо).

4. Вторинні ефекти або очікувані побічні ефекти, які відображають зміну показників якості волокон у процесі їх обробки, що впливає на загальні властивості кінцевого продукту. Ці ефекти найчастіше проявляються під час виробництва змішаної пряжі (нерівномірне змішування різних видів волокон



може призвести до виникнення вузлів або клоччя в пряжі, що суттєво погіршує показники її міцності та лінійної щільності.

5. Основні властивості волокон, що характеризують загальну якість сировини та сферу її застосування, за якими можна передбачити параметри готової продукції (фізико-хімічні, фізико-механічні властивості волокон).

Під час проведення дослідницьких робіт була виявлена відсутність нормативних документів для визначення якості волокон льону олійного. Також зазначено, що в разі широкомасштабної промислової переробки стебел цієї культури необхідно буде розробити технічні умови на всі види промислового застосування волокон льону олійного. При цьому стебла соломи даної культури можна оцінювати лише органолептичним методом у польових умовах за показниками кольору та виходу лубу зі стебел, а тресту – за ступенем вилежаності та виходом волокна зі стебел. Такі рекомендації розроблено, оскільки інструментальний метод оцінювання якості стебел трудомісткий і проведення оцінки займає певний час, а головне, не має суттєвого впливу на загальне визначення доцільності їх промислової переробки [114].

Німецький вчений, професор науково-дослідного університету Вагенінген (Німеччина), доктор Джан ван Дам досліджував якісні характеристики соломи та волокон льону олійного. Отримані ним результати свідчать, що використання даної рослини як промислової волокнистої сировини можливе за умови розробки методів визначення її якості. Без стандартизованих методик складно обрати параметри, за якими будуть визначати галузь застосування волокон льону олійного [116]. Тому необхідно встановити найбільш важливі критерії їх якості для технічного та текстильного напрямків промислового застосування.

У зв'язку з цим, під час подальших досліджень науковець використав експертний метод для визначення найбільш значимих параметрів якості волокон льону олійного. Було проведено анкетне опитування 82 співробітників провідних промислових компаній, вчених науково-дослідних інститутів і університетів. Кожен учасник-експерт розташував всі параметри в порядку від

найбільшої до найменшої їх значимості з урахуванням функціонального призначення сировини. У результаті кожен параметр якості отримав свій показник значущості у відсотковому співвідношенні від загальної кількості експертів. Слід зазначити, що представники промислових компаній з практичної точки зору віддали перевагу таким показникам якості соломи льону олійного, як вихід лубу зі стебел та їх довжина.

Було встановлено, що в разі використання волокон льону олійного в текстильній промисловості найбільш важливими критеріями їх якості є довжина (72 %), відносне видовження одиночних волокон на момент розриву (59 %), вміст костриці та сміттєвих домішок (47 %), розривне навантаження (46 %) і еластичність (42 %), а менш важливими – розщепленість волокон (36 %), щільність елементарних волокон у пучках (34 %), лінійна щільність (30 %) і гігроскопічність (29 %).

Для технічного напрямку застосування лубу (волокон) льону олійного найбільш важливими його характеристиками є розривне навантаження (72 %), відносне видовження одиночних волокон на момент розриву (59 %), розщепленість волокон (47 %), вміст костриці та сміттєвих домішок (46 %), гігроскопічність (42 %), а менш важливими – довжина (36 %), еластичність (34 %), щільність елементарних волокон у пучках (30 %) та лінійна щільність (29 %).

Отримані результати експерименту є дуже важливими та містять цінну інформацію про те, які критерії якості волокон повинні враховуватися для їх використання в досліджуваних галузях промисловості.

У наукових роботах Г. Фергюсона і Х. Реннебаума [117, 118], присвячених дослідженню якості соломи льону олійного, було рекомендовано використовувати для виготовлення товарів технічних призначення луб (переробка соломи), а не волокно (переробка трести). Зазначено, що при цьому спостерігається зменшення витрат на переробку сировину, а якість готових виробів залишається на належному рівні. Встановлено показники якості соломи та лубу, але інформація не оприлюднюється у зв'язку з розробкою

рекомендацій у вигляді технічного документу для оцінювання сировини, придатної до виготовлення товарів технічного застосування.

У Польщі започатковано переробку льону олійного приватними компаніями Madex (м. Мальборк) [97] та Ekotex (с. Коваловець, округу Намислове) [98]. Ці компанії є членами найбільшої державної організації Polska Izba Lnu i Konopi [99], яка підтримує проекти в галузі переробки, стандартизації та виготовлення інноваційної продукції з луб'яних культур, у тому числі й льону олійного, організовує міжнародні конференції та бере участь в аналогічних світових заходах. Фірмою Ekotex і вченими Інституту натуральних волокон та лікарських рослин (м. Познань) д.т.н., проф. Єжи Маньковським і д.т.н. Анджеєм Кубакі здійснюються спільні науково-дослідні роботи з метою створення інноваційної продукції з луб'яних культур.

Сировиною на цих підприємствах є треста льону-довгунцю та конопель, а також солома (треста) льону олійного. Солому (тресту) льону олійного скошують переважно в період жовто-зеленої стиглості, а оцінюють органолептичним методом. Оцінку проводять висококваліфіковані експерти в польових умовах за такими показниками: вихід лубу зі стебел, колір стебел, засміченість бур'янами загальної площі посіву. Вологість визначають інструментальним методом. Саме в цей період насіння має достатній ступінь стиглості, а луб (волокно), виділений зі стебел, не здерев'янів і має найвищі показники еластичності, розривного навантаження, лінійної щільності, довжини, кольору лубу (жовтий) або волокна (світло-сірий), вмісту костриці, які визначають згідно з PN-P-80105:1998P, ISO 5079 1995(E), PN-ISO 2370:1999P, PN-ISO 6989:2000P відповідно [94, 119-123]. Залежно від побажань замовників щодо якості продукції отримане волокно з високим вмістом костриці можуть доочищувати на лінії котонізації.

Як стверджує президент компанії Ekotex Марек Радванський, на даний час як у Польщі, так і в Західній Європі не існує нормативної документації для визначення якості соломи й волокон льону олійного, тому продукцію оцінюють за вищенаведеними методами та документами. Промислову переробку соломи

льону олійного в Польщі розпочали ще у 2000 році. Одержане волокно оцінювали згідно з нормативними документами на льон-довгунець. Відповідно до них лляні волокна поділяють на такі основні категорії: довгі волокна, короткі волокна (відходи тіпання), гребінні пачоси (відходи чесальних машин). Волокна зі стебел льону олійного відносять до однієї категорії – короткі волокна, придатні до виготовлення котоніну для технічного та текстильного застосування. До того ж, в європейських країнах усі підприємства орієнтуються на виконання замовлень клієнтів, які висувають свої вимоги до якості сировини. Виробник готує партію волокна за спеціальним кодом (номером) і дає клієнтові зразок продукції. На цій основі за узгодженістю сторін підписується контракт про виробництво-закупівлю необхідної продукції-сировини.

Компанія Ekotex виготовляє багато видів луб'яних волокон із льону-довгунцю, льону олійного та конопель: котонін, кардне волокно у вигляді стрічки, а також штапельовані волокна завдовжки від 10 мм. Разом із науковцями її співробітники розробили нові напрямки застосування «непотрібних» видів волокон – льону олійного та відходів обробки льону-довгунцю (рис. 1.11).



а)



б)

Рис. 1.11 – Види продукції з лляних волокон компанії «Ekotex» (Польща):
а) – штапельоване волокно; б) – очищений котонін

Більша частина волокна льону обох груп реалізується компанією «Ekotex» для виробництва внутрішніх компонентів у автомобілях – дверних панелей і панелей на стелі, а також виготовлення нетканого матеріалу типу повсть (льоноватин). Дана сировина, згідно з вимогами замовника, повинна мати такі показники якості: довжина котонізованого волокна – 40 мм або 70 мм; чистота

волокон – від 95 % до 98 %, тобто вміст костриці – від 5 % до 2 %. Також фірма виготовляє котонін зі штапельною довжиною волокон 40 мм, який використовують для виробництва змішаної пряжі в композиції з бавовною, вовною, поліестером та віскозою. Котонін завдовжки 60 мм застосовують під час виготовлення лляних матів для меблевої промисловості та в композиції з поліестером або пропиленом – у виробництві термопластичних (терморективних) матів для автомобільної промисловості. Крім того, з відходів, що утворюються в процесі переробки лляної соломи, компанія Ekotex [98] виготовляє кострицю (підстилка для коней, курей, гусей тощо), годівниці для тварин та екологічно чисті паливні пелети з низьким вмістом вуглецю (рис. 1.12).

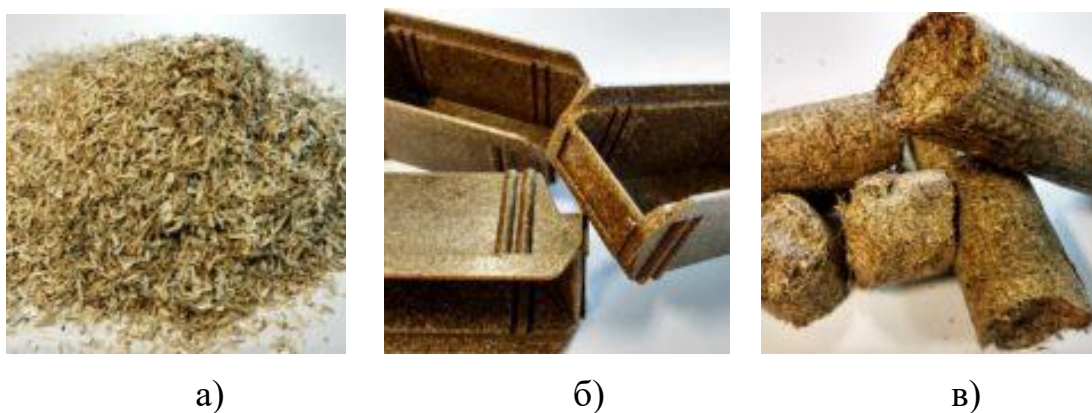


Рис. 1.12 – Види продукції з льону олійного компанії «Ekotex» (Польща):
 а) лляна костриця; б) годівниці; в) пелети паливні

Компанія Madex виготовляє переважно волокно льону-довгунцю № 3, № 4 та деяку кількість волокон льону олійного. Готова продукція, тобто волокна № 3 і № 4, придатна для виробництва технічного текстилю, а з волокон № 2 отримують котонін для виготовлення змішаної пряжі (текстильна промисловість) і целюлозного напівфабрикату (целюлозні та санітарно-гігієнічні вироби) [97]. Вищезазначені волокна реалізуються на промислові об'єкти Польщі та експортуються в Німеччину.

Таким чином, як свідчить критичний аналіз літературних джерел, українського та світового досвіду використання стебел і волокон льону олійного та принципів їх стандартизації, у сучасних умовах виробники та науковці приділяють найбільшу увагу питанням удосконалення технологічних процесів первинної

переробки соломи й трести та розробці нових способів вторинної обробки одержаних коротких волокон з метою розширення сфер їх промислового застосування. Залежно від технології обробки соломи льону олійного отримують волокна з широким діапазоном показників якості для використання в різних галузях промисловості. Стебла льону олійного оцінюють за різноманітними методиками національних і державних стандартів, які призначені для визначення якості соломи та трести льону-довгунцю (країни колишнього СРСР) або органолептичним методом (Європа, Америка). Волокна льону олійного оцінюють за нормативно-технічною документацією, призначеною для визначення якості короткого або котонізованого волокна з льону-довгунцю та бавовни. Результати теоретичних досліджень українських і світових методів оцінювання соломи, трести, волокон льону олійного в науковій і практичній сферах узагальнено та подано в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Методи й нормативні документи, які застосовуються для оцінки якості соломи, трести та волокон льону олійного

№ з/п	Якісні характеристики	Методи або нормативні документи / сировина, що оцінюється за вказаним нормативним документом / країна
СОЛОМА		
1	Вологість	ГОСТ 28285-89 «Солома льняна. Вимоги під час заготівлі» / льон-довгунець / Україна; ГОСТ 28285-89 «Солома льняна. Вимоги під час заготівлі» / льон-довгунець / Україна; органолептичні методи оцінювання сировини кваліфікованими експертами / США, Канада, Європа органолептичні методи оцінювання сировини кваліфікованими експертами / Україна, Європа, США, Канада
2	Вихід лубу зі стебел	
3	Засміченість соломи	
4	Діаметр	
5	Загальна та технічна довжина стебел	
6	Технічна частина в загальній довжині	
7	Група кольору соломи	
8	Розгалуження суцвіття	
ТРЕСТА		
1	Вологість	ГОСТ 24383-89 «Треста лляна. Вимоги при заготівлі» / льон-довгунець / Україна; ДСТУ 4149:2003 «Треста лляна. Технічні умови» /
2	Засміченість трести	
3	Вихід волокна	

4	Діаметр	льон-довгунець / Україна;
5	Ступінь вилежаності (відокремлюваність)	ГОСТ 24383-89 «Треста лляна. Вимоги при заготівлі» / льон-довгунець / Україна;
6	Загальна та технічна довжина стебел	ГОСТ 24383-89 «Треста лляна. Вимоги при заготівлі» / льон-довгунець / Україна;
7	Технічна частина в загальній довжині	органолептичні методи оцінювання сировини кваліфікованими експертами / США, Канада, Європа.
8	Колір волокна	D6961 / D6961M – 09(2015)e1 «Standard Test Method for Color Measurement of Flax Fiber» / льон-довгунець/США, Канада
ВОЛОКНО		
1	Вологість	ГОСТ 25133-82 (СТ СЭВ 2040-79) «Волокна луб'яні. Метод визначення вологості» / льон-довгунець / Україна
2	Гнучкість	ДСТУ 4015-2001 «Льон тіпаний. Технічні умови» / льон-довгунець / Україна
3	Масова частка костриці та сміттєвих домішок	ГОСТ 9394-76 «Волокно коротке лляне. Технічні умови» / льон-довгунець / Україна; ДСТУ 5015:2008 «Волокно лляне коротке. Технічні умови» / льон-довгунець / Україна;
4	Розривне навантаження скрученої стрічки	PN-P-80105:1998P «Surowce włókiennicze – Włókno lniane krótkie – Wymagania» / льон-довгунець / Польща; D7076-10 (2015)e1 «Standard Test Method for Measurement of Shives in Retted Flax» / льон-довгунець / США, Канада; D7025-09(2015)e1 «Standard Test Method for Assessing Clean Flax Fiber Fineness» / льон-довгунець / США, Канада
5	Відносне розривне навантаження волокон	ДСТУ ISO 5079:2004 «Волокна текстильні. Визначення розривального навантаження та видовження під час розриву одиничних волокон» /
6	Відносне видовження одиничних волокон на момент розриву	волокна натурального та хімічного походження / Україна
7	Середня довжина	ТУ. У. 05495816.005-2000 «Котонізоване льоноволокно. Технічні умови» / льон-довгунець / Україна;
8	Штапельна довжина	ТУ 17 У 00306710.079-2000 «Котонин из короткого льняного волокна. Технические условия» / льон-довгунець / Україна;
9	Масова частка волокон прядильних групи	PN-ISO 6989:2000P «Włókna tekstylne – Wyznaczanie długości i rozkładu długości włókien odcinkowych (metoda pomiaru pojedynczych włókien)» / волокно текстильне натуральне / Польща

10	Лінійна щільність (товщина)	ГОСТ 10878-70 «Матеріали текстильні. Лінійна щільність в одиницях текс та основний ряд номінальних лінійних щільностей» /нитки, волокна, пряжа, джгути та прядильні напівфабрикати (стрічка, рівниця) / Україна; PN-ISO 2370:1999P «Tekstylija – Wyznaczenie cienkości włókien lnianych – Metody permeometryczne» / волокно текстильне натуральне / Польща; ISO 6989:1981 «Textile fibres – Determination of length and length distribution of staple fibres (by measurement of single fibres)» / волокно текстильне натуральне / Фінляндія, Італія, Бельгія
11	Еластичність	DIN EN ISO 5079: 1996-02 «Textiles – Fibres – Determination of breaking force and elongation at break of individual fibres (ISO 5079:1979); German version EN ISO 5079:1995» / волокно текстильне натуральне / Німеччина; ISO 5079:1995 «Textile fibres – Determination of breaking force and elongation at break of individual fibers» / волокно текстильне натуральне/Фінляндія, Італія, Бельгія; DIN EN 15930: 2010-12 «Fibres–Elasticity of fibres– Test methods; German version EN 15930:2010»/льон-довгунець/Німеччина

СУРОВЕ, ВИДІЛЕНЕ ВОЛОКНО ТА ЦЕЛЮЛОЗНИЙ НАПІВФАБРИКАТ

1	Вміст целюлози	Метод Вільштеттера – Шудля або прискорений метод, який базується на перетворенні целюлози в глюкозу шляхом гідролізу / целюлоза з натуральних волокон / Україна
2	Вміст пектинових речовин	Йодометричний метод/ целюлоза з натуральних волокон / Україна
3	Вміст лігніну	Гідролітично-ваговий метод / целюлоза з натуральних волокон / Україна
4	Масова частка альфа-целюлози	ГОСТ 595-79 «Целюлоза бавовняна. Технічні умови» / бавовна / Україна
5	Масова частка пентозанів	ГОСТ 10820-75 «Целюлоза. Метод визначення масової частки пентозанів» / целюлоза з натуральних волокон / Україна
6	Масова частка золи	ГОСТ 18461-93 «Целюлоза. Метод визначення вмісту золи» / бавовна / Україна
7	Масова частка смол і жирів	ГОСТ 6841-77 «Целюлоза. Метод визначення смол та жирів» / бавовна / Україна

8	Масова частка залишку, який не розчинився в сірчаній кислоті	ГОСТ 595-79 «Целюлоза бавовняна. Технічні умови» / бавовна / Україна; ГОСТ 30437-96 (ИСО 3688-77) «Целюлоза. Метод визначення білизни (з поправкою)» / бавовна / Україна
9	Масова частка волокнистого пилю	
10	Маса заліза	
11	Змочуваність	
12	Білість	
13	Масова частка води в повітряно-сухій целюлозі	ГОСТ 16932-93 «Целюлоза. Визначення вмісту сухої речовини» / целюлоза з натуральних волокон / Україна

Отже, поглиблений теоретичний аналіз загальних методик і правил оцінювання якості соломи, трести та волокна льону олійного свідчить про повну відсутність цільових нормативних документів для проведення стандартизації даної сировини та інноваційних товарів, виготовлених на її основі, не тільки в Україні, а й у світі в цілому.

Таким чином, у результаті вищезазначених теоретичних досліджень було визначено методи контролю якості стебел і волокон льону олійного згідно із сучасними вимогами й виявлено їх основні характеристики, які використовують науковці та промисловці різних країн світу. Однак, незважаючи на велику кількість і багатофункціональність методів визначення показників якості стебел та волокон цієї культури, які застосовуються в наш час, вони не є всеохоплюючими й не можуть використовуватися для надання повної характеристики соломи, трести та волокна льону олійного як промислової сировини. Без основних методик проведення стандартизації та чіткого алгоритму визначення загального рівня якості стебел і волокон льону олійного складно реалізовувати їх на ринку сировини. Для створення економічно ефективної галузі з переробки стебел даної культури в Україні необхідно розробити комплексну систему й методологію визначення показників якості соломи, трести та волокон льону олійного.

Стандартизована методологія оцінювання фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей дозволить здійснювати контроль якості сировини та продукції з льону олійного на високому рівні, прогнозувати економічну ефективність виготовлення інноваційних виробів і застосовувати різні технологічні лінії для промислової переробки стебел. Успішне вирішення поставлених завдань дасть можливість виробляти інноваційні українські конкурентоспроможні товари широкого функціонального призначення. До того ж, таку стандартизовану продукцію можна законно реалізовувати як на українському, так і на світовому ринках.

Враховуючи вищевикладене, розвиток наукових основ створення комплексних систем контролю якості стебел та волокна льону олійного з метою розробки нормативної документації є актуальним питанням сьогодення в нашій державі.

Забезпечення промисловців стандартами на сировину з льону олійного дозволить оптимізувати процеси виробництва інноваційної продукції, починаючи з переробки соломи й трести, одержання волокон різного функціонального призначення та закінчуючи виготовленням готових виробів. Окрім того, враховуючи багатofункціональність властивостей цієї сировини, доцільно виявити пріоритетні сфери її використання в різних галузях промисловості.

Виробниче впровадження результатів наукових досліджень сприятиме відновленню діяльності існуючих та створенню в Україні нових льонопереробних підприємств; текстильні, целюлозно-паперові та інші виробництва зможуть використовувати українські щорічно відновлювані сировинні ресурси для виготовлення своєї продукції; фермерські господарства збільшать свої прибутки від вирощування льону олійного за рахунок реалізації соломи.



РОЗДІЛ 2: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ СТЕБЕЛ ТА ВОЛОКОН ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Перспективним напрямком розвитку будь-якої промисловості є створення інноваційної продукції на основі використання натуральної та якісної сировини. Переробка стебел льону олійного на підприємствах України та виготовлення товарів народного вжитку на їхній основі – це крок у майбутнє. Проте, на сьогодні, сировина зі стебел льону олійного – солома (треста) та продукція на її основі – луб (волокно), не можуть бути запропоновані на ринку для продажу. Це пов'язано з відсутністю нормативної документації для визначення якості як сировини, так і продукції, що засвідчувала б її походження, рівень якості та функціональне призначення.

Вирішення проблеми відсутності нормативної документації з визначення якості стебел і волокон льону олійного потребує проведення теоретичних досліджень сучасних методів оцінювання промислової продукції з метою визначення принципів та методів контролю якості соломи, трести й волокон льону олійного. Результатом виконання дослідження чинних методів буде встановлення їхньої технологічної цінності, а також узагальнення сучасних світових вимог науковців і виробників до якості об'єктів дослідження як промислової сировини різного функціонального призначення.

2.1 Загальна схема досліджень

Для підтвердження наукової гіпотези та розвитку наукових основ створення комплексних систем контролю якості стебел і волокон льону олійного, що дозволять розробити нормативну документацію, було складено узагальнений алгоритм проведення досліджень (рис. 2.1).

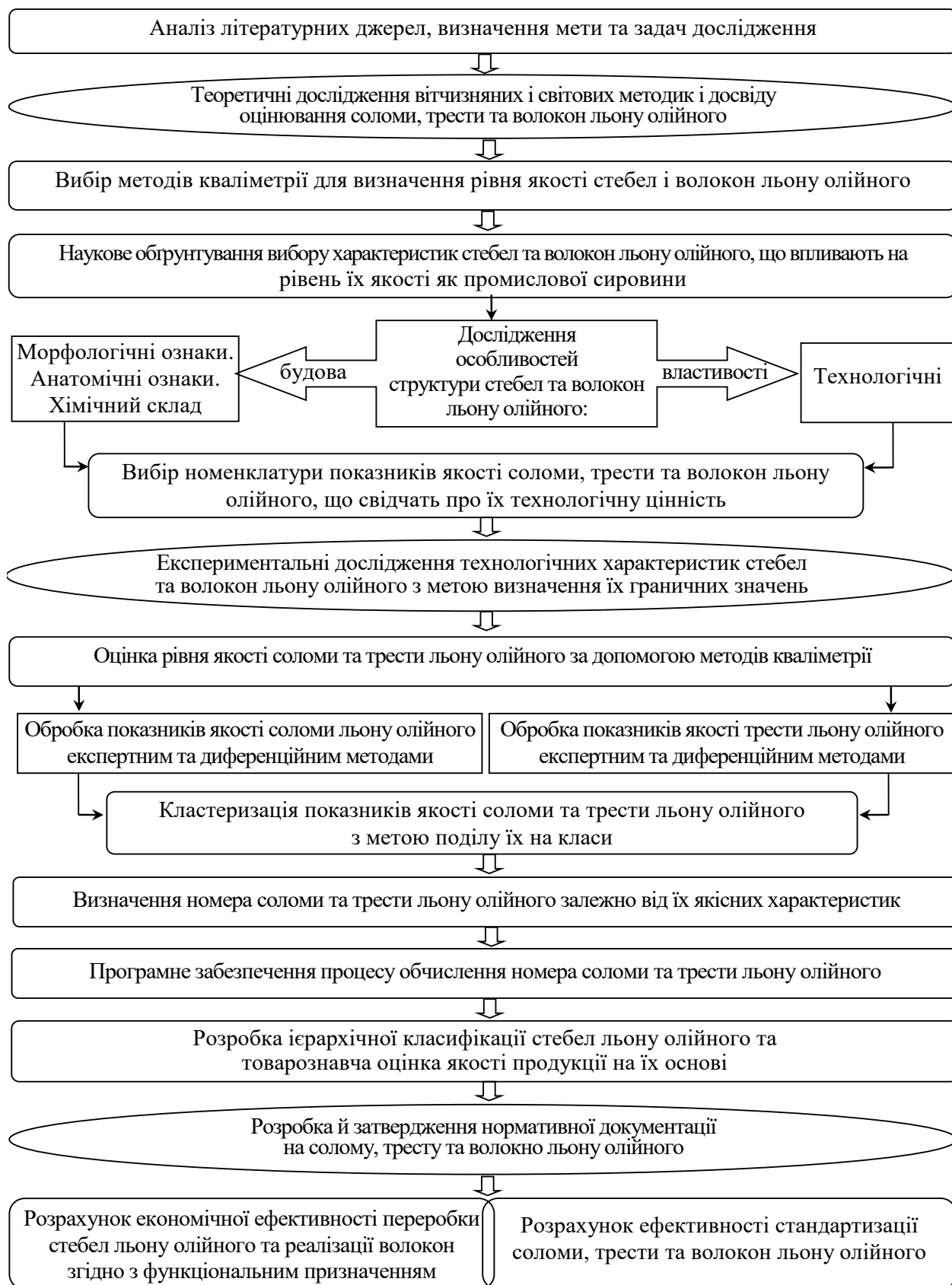


Рис. 2.1 – Узагальнений алгоритм проведення наукових досліджень із метою розробки комплексних систем контролю якості стебел і волокон льону олійного

Згідно з розробленим алгоритмом (рис. 2.1), подальші теоретичні дослідження було спрямовано на: детальний аналіз сучасних методів оцінювання промислової продукції; вибір технологічних характеристик стебел і волокон льону олійного, за якими визначають загальний рівень їхньої якості як текстильної та целюлозовмісної сировини; товарознавчу оцінку стебел льону олійного з метою розробки ієрархічної системи їхньої 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.

У подальшому необхідно провести експериментальні дослідження технологічних характеристик соломи, трести та волокон льону олійного з метою визначення їхніх граничних значень та узагальнення їх із показниками в один діапазон, що виявлені теоретичним шляхом.

Результати таких досліджень будуть фундаментальною базою для створення нормативної документації з визначення якості соломи, трести та волокон льону олійного та її затвердження на державному рівні.

2.2 Особливості системи оцінювання промислової продукції з метою визначення її рівня якості

Наука про оцінку якості об'єктів, що вивчає й реалізує методи та засоби кількісної оцінки якості продукції, називається кваліметрією (лат. *Qualis* – якість, грец. *Μετρέω* – міряю). Термін запропоновано групою радянських вчених у 1968 році. Сьогодні у кваліметрії розроблено багато методів визначення показників якості продукції та її рівня [124-129].

2.2.1. Послідовність проведення оцінки рівня якості промислової продукції. Оцінка рівня якості продукції являє собою сукупність операцій, що включають вибір номенклатури показників якості

оцінюваної продукції, визначення значень цих показників і співставлення їх із базовими. Рівень якості продукції визначають двома способами:

- сукупністю відносних показників якості продукції;
- співвідношенням комплексного показника якості продукції до

відповідного комплексного базового показника [124]. Основні процеси оцінювання рівня якості продукції наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні процеси оцінювання рівня якості продукції

Стадії існування продукції і мета оцінки	Процеси визначення рівня якості продукції
<p>Розробка продукції.</p> <p>Оцінка технічного рівня продукції</p>	<p>Встановлення класу і групи продукції.</p> <p>Визначення умов використання продукції.</p> <p>Встановлення вимог споживачів як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.</p> <p>Вибір і обґрунтування номенклатури показників, що визначають технічний рівень продукції.</p> <p>Порівняння та виявлення кращих українських і зарубіжних стандартів, а також кращих українських і зарубіжних аналогів промислово освоєної продукції і вибір базового зразка.</p> <p>Вибір на основі використання патентної документації кращих технічних рішень і встановлення значень показників, що визначають оптимальний рівень якості продукції.</p> <p>Визначення чисельних значень показників якості продукції, що оцінюється і базового зразка.</p> <p>Вибір методу оцінки технічного рівня продукції.</p> <p>Отримання результату оцінки та ухвалення рішення.</p> <p>Встановлення вимог до якості продукції і нормування показників у нормативній документації.</p> <p>Примітка. Зазначені вище етапи, згідно з ГОСТ 15001-73,</p>

	відображаються в ТЗ на розробку продукції.
Виготовлення продукції.	Встановлення обсягу, періодичності, методів і засобів контролю якості та випробувань продукції.
Оцінка рівня якості виготовлення продукції	Визначення фактичних значень показників якості продукції за результатами контролю та випробувань. Статистична оцінка показників якості. Оцінка рівня якості виготовлення продукції за
Стадії існування продукції і мета оцінки	Процеси визначення рівня якості продукції показниками дефектності Отримання результату оцінки та ухвалення рішення
Експлуатація або споживання продукції.	Встановлення умов експлуатації або споживання продукції. Встановлення способу збору і отримання інформації про якість продукції в експлуатації або споживанні.
Оцінка рівня якості продукції в експлуатації або використанні	Визначення фактичних значень показників якості продукції за результатами експлуатації або споживання продукції. Визначення сумарного корисного ефекту від експлуатації або споживання продукції і розрахунок сумарних витрат на розробку, виробництво і експлуатацію або споживання продукції. Статистична оцінка показників якості продукції за даними експлуатації або споживання. Оцінка рекламаций зарубіжних фірм. Комплексна оцінка рівня якості продукції. Отримання результатів оцінки та ухвалення управлінських рішень

Так, проаналізувавши всі особливості, переваги і недоліки кожного з методів кваліметрії (рис. 2.2 (а)), встановлено, що вони, крім експертного, є доцільними у використанні, за умови, що відомі вартість продукції та значення її показників на внутрішньому ринку протягом тривалого часу. Крім того, в

кваліметрії визначення рівня якості виробів базується на порівнянні показників нової продукції з показниками аналогу. У нашому випадку об'єктами стандартизації є солома, треста та волокно льону олійного, що не мають базових (стандартизованих) значень, не освоєні на внутрішньому ринку споживачами протягом певного періоду часу і можуть виступати в ролі як сировини, так і продукції.

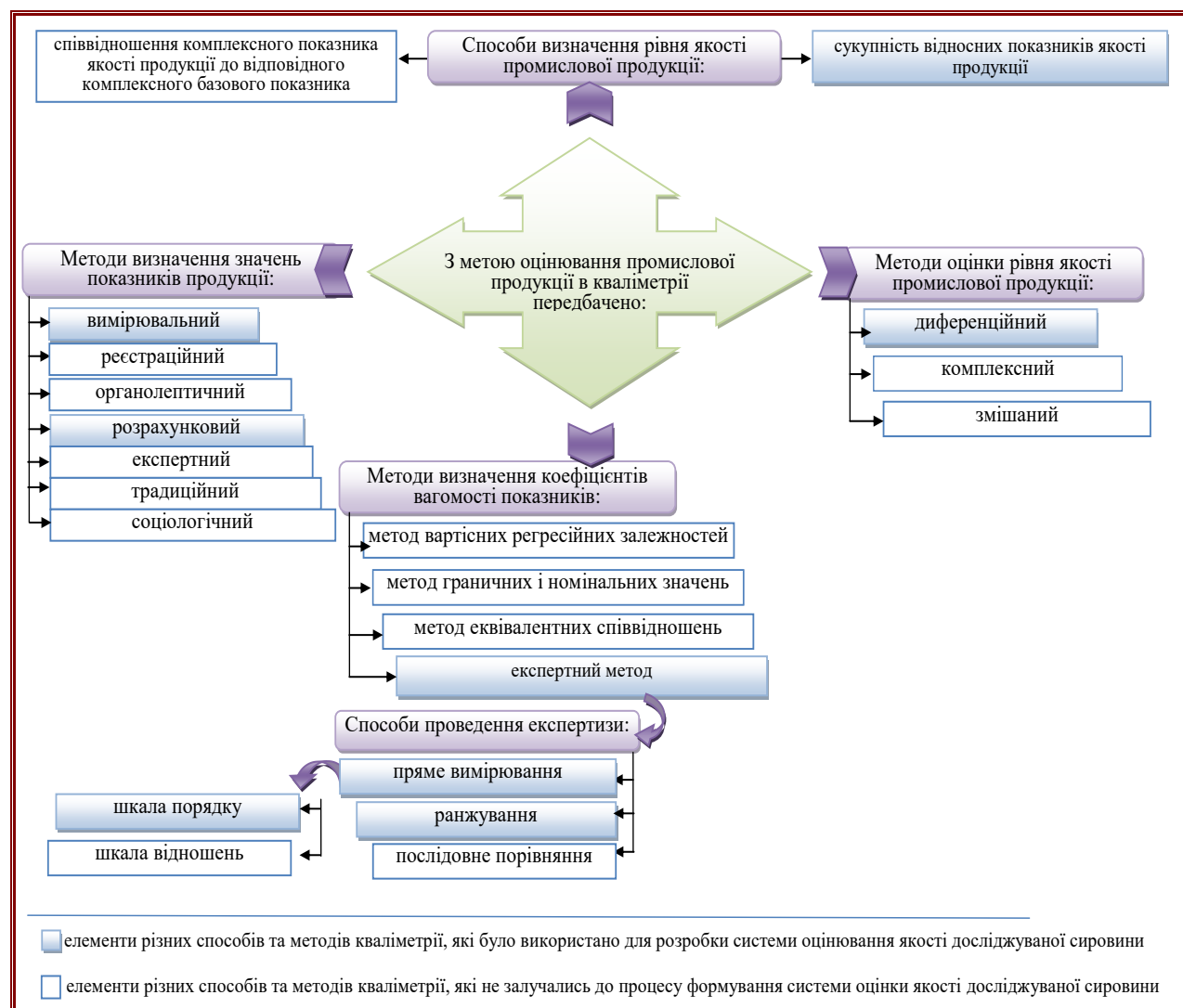


Рис. 2.2 (а) – Відомі методи та способи оцінювання рівня якості промислової продукції

Враховуючи вищезазначене, запропоновано проводити оцінку якості продукції зі стебел льону олійного з використанням окремих елементів різних методів кваліметрії, що дозволило вперше розробити комплексну систему контролю якості соломи та трести льону олійного, що базується на експертному

оцінюванні й ранжуванні технологічних характеристик стебел цієї культури, визначенні коефіцієнтів вагомості показників якості соломи й трести льону олійного і застосуванні диференційного методу.

Загальний алгоритм оцінювання якості, незалежно від виду продукції (послуги, процесу) і масштабів її виробництва, зводиться до послідовного виконання основних трьох етапів: підготовчий, оцінюючий, заключний [125, 127]. Під час здійснення кожного етапу виконуються певні операції, що направлені на досягнення поставлених цілей, тобто оцінювання та визначення рівня якості продукції (рис. 2.2 (б)).



Рис. 2.2 (б) – Основні етапи та послідовність проведення оцінки рівня якості промислової продукції

Для створення комплексу нормативної документації на солому, тресту та волокно льону олійного було детально досліджено сучасні методи оцінки технічного рівня якості промислової продукції [124, 127, 128] і здійснено системний аналіз наукової бази даних про характеристики вищезазначеної

продукції. Це дозволило виділити п'ять основних етапів процесу проведення стандартизації продукції зі стебел льону олійного:

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

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

III етап – встановлення фактичного рівня якості продукції;

IV етап – узагальнення результатів оцінювання якості об'єкта стандартизації у вигляді нормативної документації, що регламентує рівень якості об'єкта стандартизації та його функціональне призначення;

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

2.2.2. Загальні положення вибору номенклатури показників якості промислової продукції. Вибір номенклатури показників якості продукції передбачає встановлення переліку кількісних характеристик властивостей продукції, що входять до складу якості продукції і забезпечують можливість оцінки її рівня якості. Обґрунтування вибору номенклатури показників якості продукції проводиться з урахуванням:

- аналізу основних вимог до показників якості продукції зарубіжних або українських учених і підприємців, які науково досліджували цю продукцію чи промислово освоїли її виробництво;

- виду (групи) продукції та цілей застосування номенклатури показників якості продукції;

- складу, структури, властивостей, що характеризують продукцію;

- числових значень усіх показників якості продукції за результатами її експлуатації, використання чи наукових досліджень, визначених теоретичним

(математично-статистичні або розрахункові дані) чи експериментальним (фактичні дані) шляхом;

- класифікації за призначенням та умовами використання продукції;
- порядку вибору номенклатури показників якості досліджуваної продукції, що передбачає застосування методів кваліметрії.

Порядок вибору номенклатури показників якості продукції з метою оцінки її рівня передбачає визначення: виду (групи) продукції, цілей застосування номенклатури показників якості продукції, числових значень показників якості продукції всієї номенклатури, методу вибору номенклатури показників якості продукції [124, 128]. Показниками якості продукції є кількісна характеристика її властивостей, що визначає їхню якість для заданих умов створення та використання за призначенням [124].

Згідно з міжнародним стандартом ДСТУ 2925-94 [128] під якістю розуміють «Ступінь відповідності властивих характеристик продукції, послуги або процесу вимогам споживачів та інших зацікавлених сторін». Якість продукції можна оцінити кількісно за допомогою одиничних, комплексних і інтегральних показників.

Одиничний показник якості (ОПЯ) продукції може бути виділений на рівні конкретної властивості або кількісного показника, що характеризує одну з цих властивостей і свідчить про загальний рівень якості незалежно від інших його показників.

Комплексний показник якості (КПЯ) продукції характеризує сукупність одиничних показників якості, що утворюють умовну (середньозважену) або реальну оцінку якості продукції.

Інтегральний показник якості (ІПЯ) являє собою один із варіантів оцінки конкурентоспроможності продукції, що характеризує якість продукції в цілому з точки зору її загальної ефективності і виражається відношенням сумарного корисного ефекту від використання продукції за призначенням до ціни її споживання (або сумарних витрат на її створення та застосування

відповідно до призначення). Корисний ефект може виражатися в будь-яких натуральних, умовних або вартісних одиницях.

Значення показника якості продукції, що приймають за вихідне для порівнювальних розрахунків (оцінювання) його якості, називають базовим значенням заданого показника. За базові можуть прийматися значення показників якості кращих зразків виробів, виготовлених у попередньому періоді часу, або значення показників якості перспективних зразків, що отримані за допомогою дослідів чи розрахунків і внесені у технічні вимоги для заданих виробів.

У кваліметрії показники якості продукції не поділяють на основні та похідні. Вираження одиничних показників, сукупність яких є ознакою певного рівня якості продукції (сортність: перший, другий і т.д. або категорія: вища, середня, нижча), характеризують визначальним показником якості (згрупованим). За визначальний показник якості приймають рішення щодо оцінювання її якості [124, 125].

Для повної кількісної оцінки якості продукції важливо обґрунтовано обрати номенклатуру ОПЯ не втрачаючи жодного вагомого показника. Під час вибору номенклатури ОПЯ слід керуватися нормативними документами за системами показників якості продукції, що розроблені на окремі види продукції. В обов'язковому порядку необхідно включити в оцінку якості показники, що характеризують споживні властивості. Використання інших ОПЯ носить рекомендаційний характер і може встановлюватися в залежності від вимог споживача і конкретних умов експлуатації виробу.

У разі відсутності українських стандартів на номенклатуру показників якості нової продукції рекомендується скористатися зарубіжними національними та міжнародними стандартами технічних умов на конкретний вид продукції, проспектами фірм виробників або результатами наукових досліджень в області проектування нових показників. У такому випадку для остаточного впевненого вибору сукупності ОПЯ можна скористатися аналітичними, експертними або соціологічними методами. При цьому, для

наочного представлення визначених ОПЯ сукупність яких, впливає на певний рівень якості продукції або її функціональне призначення, часто використовують так зване «дерево показників» («дерево властивостей»), що представляє собою графічне розкладання складних властивостей на сукупність простих (рис. 2.3).

Класифікація певного «Дерева властивостей» призначена для вирішення комплексу задач.

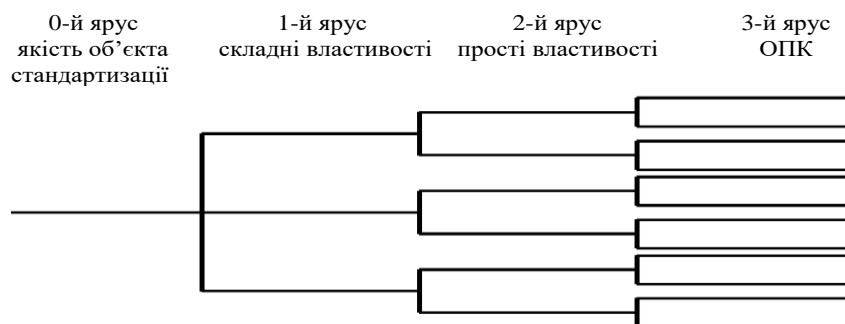


Рис. 2.3 – Схематичне представлення створення «дерева властивостей»

Надалі після перевірки взаємодії показників цей алгоритм може бути змінений або відкинутий, але спочатку він є точкою відліку, від якої починається розробка методики оцінювання якості продукції.

2.2.3. Дослідження методів кваліметрії для визначення рівня якості промислової продукції. Згідно з ДСТУ 2925-94 «Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення» [128], в кваліметрії передбачено методи визначення значень показників продукції, методи визначення коефіцієнтів вагомості показників та методи оцінки рівня якості продукції.

У залежності від способу або джерела отримання інформації розрізняють наступні методи визначення значень показників якості продукції: вимірювальний, реєстраційний, органолептичний, розрахунковий, традиційний, експертний, соціологічний [124].

Вимірюють звичайно окремі одиничні показники якості. Показники стандартизації, уніфікації, патентоспроможності, безпечності, економічні, однорідності продукції тощо визначають за допомогою розрахунків.

Аналогічно знаходять значення комплексних показників якості продукції, але визначають для цього коефіцієнти вагомості інструментальним чи експертним методом [124].

Для оцінки рівня якості продукції застосовують диференційний, комплексний або змішаний методи.

Диференційним називається метод оцінки рівня якості продукції, заснований на використанні одиничних показників її якості. При цьому визначають, чи досягнуто рівень базового зразка в цілому, за якими показниками він досягнутий, які показники найбільш сильно відрізняються від базових.

При диференціальному методі розраховують відносні показники якості продукції W за формулами:

$$W_i = \frac{P_i}{P_{i0}}; \quad (2.1)$$

$$W_i^1 = \frac{P_{i0}}{P_i}, \quad (2.2)$$

де P_i – значення i -того одиничного показника якості, що оцінюється;

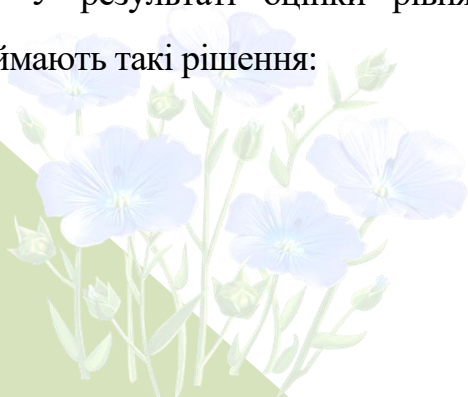
P_{i0} – значення i -того базового показника (аналогової продукції або за стандартом);

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

Із формул (2.1), (2.2) вибирають саме ту, у якій збільшення відносного показника відповідає покращенню якості продукції. Ці формули справедливі за умови відсутності обмежень у значеннях одиничних показників якості продукції. За наявності таких обмежень, що дорівнюють P_{inp} , відносні показники W_i обчислюють за формулою:

$$W_i = \frac{P_i - P_{inp}}{P_{i0} - P_{inp}}. \quad (2.3)$$

У результаті оцінки рівня якості продукції диференціальним методом приймають такі рішення:



– рівень якості продукції, що оцінюється вище або дорівнює рівню базового зразка, якщо всі значення відносних показників більше або дорівнюють одиниці;

– рівень якості продукції, що оцінюється нижче рівня базового зразка, якщо всі значення відносних показників менше одиниці.

У випадках, коли частина значень відносних показників більше або дорівнює одиниці, а частина – менше одиниці, варто застосовувати комплексний або змішаний метод оцінки рівня якості продукції.

Рівень якості продукції, що оцінюється, для якої істотно важливе значення кожного показника, вважається нижче базового, якщо хоча б один із відносних показників менше за одиницю.

Комплексний метод оцінки рівня якості продукції базується на застосуванні визначального (узагальненого) показника якості продукції. Визначальний показник являє собою функцію від одиничних (групових, комплексних) показників якості продукції, який виражають:

– головним показником, що відображає основне призначення продукції (сортність, категорія);

– інтегральним показником якості продукції;

– середнім опосередкованим показником (середній опосередкований арифметичний, середній опосередкований гармонічний, середній опосередкований квадратичний).

У всіх випадках, коли є необхідна інформація, визначають головний показник і встановлюють функціональну залежність його від вихідних показників.

Інтегральний показник застосовують, коли встановлений сумарний корисний ефект від експлуатації або споживання продукції і сумарні витрати на створення і експлуатацію або споживання продукції.

За умови, що термін служби продукції більше одного року, інтегральний показник $I(t)$ обчислюють за формулою:

$$I(t) = \frac{\Pi_{\Sigma}}{3_c \cdot \varphi(t) + 3_s}; \quad (2.4)$$



$$I^{(1)}(t) = \frac{Z_c \cdot \varphi(t) + Z_s}{\Pi_{\Sigma}}, \quad (2.5)$$

де Π_{Σ} – сумарний корисний річний ефект від експлуатації або споживання продукції, виражений у натуральних одиницях, – м, кг, т, шт. і т.д.;

Z_c – сумарні капітальні (одноразові) витрати на створення продукції, грн.;

Z_s – сумарні експлуатаційні (поточні) витрати, що відносяться до одного року, грн.;

$\varphi(t)$ – поправочний коефіцієнт, що залежить від терміну служби виробу, t років (значення $\varphi(t)$ до 24 років визначаються за табличними даними з [180]).

Коефіцієнт $\varphi(t)$ обчислюють за формулою:

$$\varphi(t) = \frac{E_n \cdot (1 + E_n)^{t-1}}{(1 - E_n)^{t-1}}, \quad (2.6)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності, що становить 0,15.

Розрахунок інтегрального показника за формулами (2.4) і (2.5) справедливий у випадках, якщо:

- щорічний ефект від експлуатації або споживання продукції з року в рік залишається однаковим;
- щорічні економічні витрати також однакові;
- термін служби складає ціле число років.

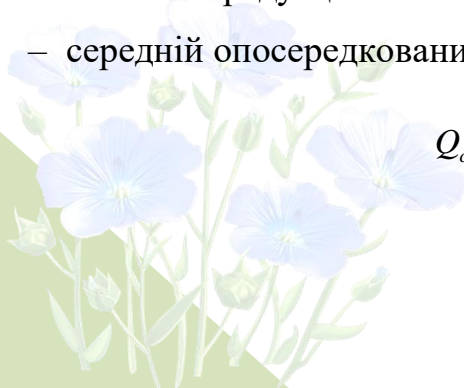
Якщо термін служби продукції до одного року, інтегральний показник I_1 обчислюють за формулою:

$$I_1 = \frac{\Pi_{\Sigma}}{Z_c + Z_s}. \quad (2.7)$$

Середні опосередковані показники при комплексному методі оцінки рівня якості продукції застосовують у тих випадках, коли не вдається виразити головний (визначальний) показник і встановити його функціональну залежність від вихідних показників якості продукції і визначаються за наступними формулами:

- середній опосередкований арифметичний:

$$Q_{cba} = \sum_{i=1}^n q_i Q_i, \quad (2.8)$$



де q_i – вагомість i -го показника якості продукції;

Q_i – значення i -го показника якості продукції;

n – кількість показників якості продукції;

– середній опосередкований гармонічний:

$$\bar{Q}_{cbh} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}; \quad (2.9)$$

– середній опосередкований квадратичний:

$$\bar{Q}_{cbk} = \sum_{i=1}^n q_i^2 \cdot Q_i^2; \quad (2.10)$$

– середній опосередкований геометричний:

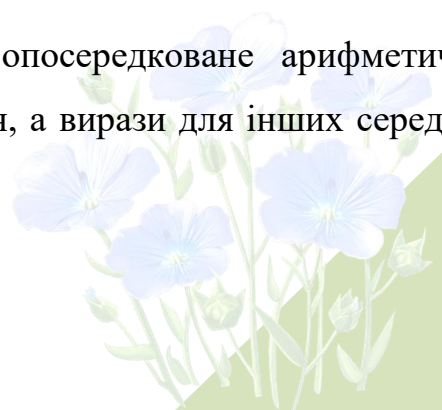
$$\bar{Q}_{cbg} = \prod_{i=1}^n Q_i^{q_i}. \quad (2.11)$$

За допомогою коефіцієнтів q , враховують вагомість кожного з одиничних показників якості Q . Вагомість результатів вимірювання фізичних величин тим більша, чим менше їхнє розсіяння. Тому для обробки результатів багатьох вимірювань та розв'язання систем лінійних рівнянь використовують метод найменших квадратів, а коефіцієнти вагомості беруть обернено до пропорційних дисперсій.

У кваліметрії вагомість показників якості продукції визначають інакше. Наприклад, показники призначення продукції є найвагомішими, але у скільки разів один показник вагоміший за інший встановити важко. Тому цю задачу переважно вирішують експертним способом, виходячи з умови, що:

$$\sum_{i=1}^n q_i = 1. \quad (2.12)$$

Для однакових за величиною середнє опосередковане арифметичне перетворюється в середнє арифметичне значення, а вирази для інших середніх опосередкованих суттєво спрощуються.



Сумування одиничних показників якості продукції з врахуванням їхньої вагомості здійснюють за правилами теорії розмірностей. Тому в більшості випадків, від абсолютних значень одиничних показників якості необхідно перейти до відносних за допомогою диференційного методу. Абсолютні значення комплексного показника у цьому разі також стають безрозмірними.

Середнє опосередковане арифметичне використовують переважно для об'єднання в комплексний показник однорідних одиничних показників із невеликим розсіянням їхніх значень.

Вид середнього опосередкованого показника і значення параметрів (коефіцієнтів) вагомості повинні бути обрані таким чином, щоб найкраще відповідати прийнятим цілям управління, тобто повинна виконуватися умова спроможності. Згідно з [124, 125], умовою спроможності є відповідність обраного визначального показника цілям управління якістю продукції.

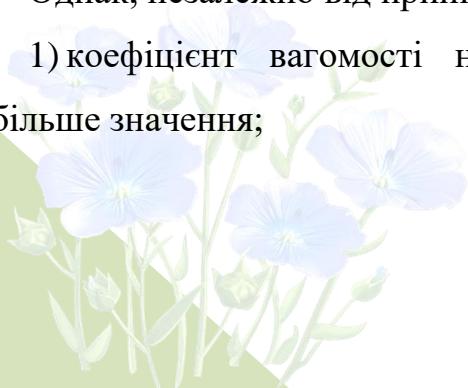
Основними методами визначення коефіцієнтів вагомості показників є:

- метод вартісних регресійних залежностей;
- метод граничних і номінальних значень;
- метод еквівалентних співвідношень;
- експертний метод [128].

Кожен із зазначених вище методів має свої особливості, переваги і недоліки. Реально всі зазначені методи визначення коефіцієнтів вагомості показників якості та конкурентоспроможності (крім останнього) використовувалися вкрай рідко. Вищезазначені методи, окрім експертного, доцільні у використанні, коли вартість продукції та значення її показників відомі на внутрішньому ринку протягом тривалого часу і досліджувана продукція виправдана тривалим строком служби. Тому, найкращим методом для вирішення завдань із оцінки якості залишається експертний метод.

Однак, незалежно від прийнятого методу, потрібно враховувати, що:

1) коефіцієнт вагомості найбільш важливого показника якості має найбільше значення;



2) показники якості однакової важливості мають рівні значення коефіцієнтів вагомості;

3) показник тієї властивості продукції, роль якої у задоволенні потреб вкрай мала, має найменше значення параметра вагомості [128].

Експертний метод. У текстильній і легкій промисловості для визначення коефіцієнтів вагомості певних одиничних показників якості найбільш часто використовують метод експертних оцінок. Цей метод базується на використанні загального досвіду висококваліфікованих спеціалістів. Експертну оцінку роблять лише в тих випадках, коли не можливо чи не доцільно застосувати інструментальні методи (вимірювальний або розрахунковий). Експертні методи застосовують під час:

- атестації продукції;
- розробки класифікації оцінюваної продукції;
- визначення номенклатури показників якості оцінюваної продукції;
- визначення коефіцієнтів вагомості показників якості продукції;
- оцінки показників якості продукції органолептичним методом;
- вибору базових зразків і значень базових показників якості;
- визначення комплексних показників якості (узагальнених або згрупованих) на основі сукупності одиничних і комплексних показників.

Для оцінки рівня якості продукції за допомогою експертних методів створюються експертні комісії, які складаються з експертної та робочої груп. До складу експертної групи включаються висококваліфіковані фахівці в області створення і функціонування оцінюваної продукції: дослідники, технологи, конструктори, дизайнери, товарознавці і т.д. Робоча група організує процедуру опитування, збирає анкети, обробляє і аналізує експертні оцінки. Експертна група може формуватися з фахівців, що працюють в одній або різних організаціях. Для попередження необ'єктивності оцінки до складу експертної групи не повинні входити фахівці, що мають відношення до створення (проекування) і виготовлення продукції. Число експертів, що входять у групу, залежить від необхідної точності середніх оцінок, допустимої трудомісткості

оціночних процедур, можливостей управління групою і можливостей організації, у якій формується група, виділити достатню кількість фахівців. Експертна група має налічувати не менше семи експертів. Під час заочного опитування верхня межа кількості опитуваних експертів не обмежується. Під час проведення процедури відкритого обговорення оцінок доцільно, щоб у групу входило не більше двадцяти експертів.

Для оцінювання однотипної продукції експертна комісія формується як постійно функціонуючий орган із досить стабільним складом експертів і членів робочої групи. У процесі роботи комісії відбувається навчання її членів, вироблення загальних підходів і принципів на основі аналізу результатів попередніх експертиз, що підвищує ефективність роботи експертної комісії. У разі необхідності до складу експертної комісії включаються додатково фахівці, які беруть участь у її роботі тільки під час розгляду окремих питань.

Перелік основних операцій процесу експертного оцінювання рівня якості продукції включає в себе:

- 1) призначення осіб, відповідальних за організацію робіт за оцінкою якості;
- 2) формування робочої групи;
- 3) формування експертної (фахівців-експертів) групи;
- 4) розробку класифікації продукції;
- 5) визначення номенклатури показників якості продукції;
- 6) підготовку анкет та пояснювальних записок для опитування експертів;
- 7) опитування експертів;
- 8) обробку експертних оцінок математично-статистичними методами;
- 9) аналіз та узагальнення результатів.

Експертна група може ухвалювати рішення на основі усереднення оцінок, призначених експертами, або проводячи голосування експертів (метод «комісій»). Необхідно вживати заходи, спрямовані на зменшення суб'єктивності суджень, притаманних експертному методу, а саме:

– у роботі експертної комісії не може бути чинників, що могли б вплинути на об'єктивність суджень експертів;

- судження експертів мають бути незалежними;
- питання, що ставляться експертам, не мають допускати неоднозначного тлумачення;
- експерти мають бути компетентними у вирішуванні поставлених перед ними задач;
- кількість експертів має бути оптимальною;
- відповіді експертів мають бути однозначними та забезпечувати можливість їх математичного оброблення [124].

Якісний склад експертної комісії має бути достатнім, щоб експертиза виконувалась на належному рівні, грамотними, висококваліфікованими, компетентними та досвідченими спеціалістами, які попередньо пройшли потрібний інструктаж. Кожний експерт під час вирішення будь-якого завдання має право давати тільки одне значення результату дослідження, яке згідно з правилами метрології є випадковою величиною. Обробку отриманих інформаційних даних проводять математично-статистичними методами. Обробка експертної інформації має свої особливості та вимоги. Наприклад, однократні вимірювання експертним методом вимагають більшого обсягу апріорної інформації. Для забезпечення високої точності та надійності результатів, високі вимоги ставляться до кваліфікації та досвіду експерта.

Багатократні вимірювання однієї сталої фізичної величини експертним методом вимагають застосування опосередкування результатів у часі, якщо вимірювання виконувались одним експертом, або у множині, якщо вимірювання виконуються одночасно багатьма експертами. Перший із вказаних способів застосовують рідше, оскільки суб'єктивні особливості експерта, як систематичної похибки, тяжко піддаються вилученню, компенсації чи обліку. У другому способі вони є випадковими, тому легко нівелюються за допомогою опосередкування у множині.

Якщо результати, отримані від багатьох експертів, підпорядковуються закону нормального розподілу, то їхні середні арифметичні, для значної кількості експертів (понад тридцять), також підпорядковуються нормальному

розподілу, а для меншої кількості експертів – переважно розподілу Стьюдента. Інтервал можливих значень вимірюваної фізичної величини чи показника якості продукції біля середнього арифметичного значення із заданими гарантійними інтервалами можна встановити залежно від кількості експериментів чи вимірювань та коефіцієнта розсіювання (рис. 2.4).

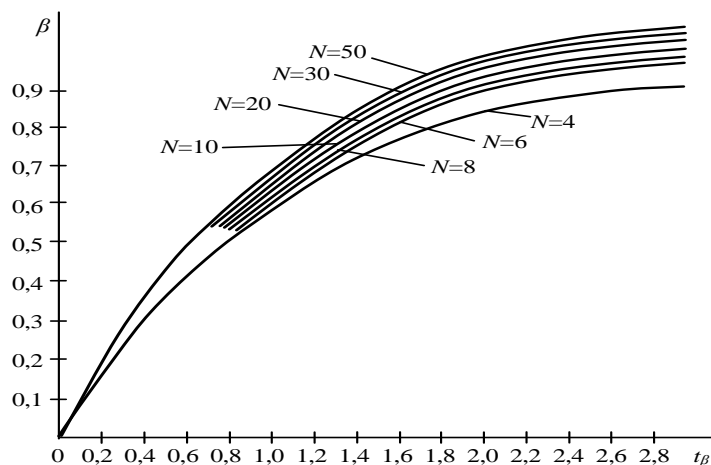


Рис. 2.4 – Залежність ймовірності отримання значень середнього арифметичного від коефіцієнта розсіювання та обсягу вибірки

З рис. 2.4 видно, що ймовірність того, що жодне значення середнього арифметичного, що підлягає закону розподілу Стьюдента, дуже близьке до середнього значення для $n = 4$ дорівнює 0,86; для $n = 6$ – 0,9; для $n = 10$ – відповідно 0,924; для $n = 20$ воно дорівнює вже 0,94. Верхня крива цієї залежності відповідає $n > 50$.

У процесі добору експертів значну увагу приділяють узгодженню їх рішень, що характеризується зміщеною чи незміщеною оцінкою дисперсії відліку (результатів). Для цього під час формування експертної групи (комісії) проводять контрольні вимірювання з подальшою обробкою їхніх результатів. Часто для цього використовують не один, а декілька об'єктів досліджень, що залежно від їхньої вагомості, розставляють за шкалою порядку, тобто визначають їхній ранг. Таке вимірювання часто називають ранжуванням, а за міру узгодження рішень експертів приймають коефіцієнт конкордації. Залежно від узгодження рішень експертів коефіцієнт конкордації може мати значення від нуля до одиниці (для повного узгодження).

Для підвищення ступеня узгодженості рішень експертів із ними проводять навчання, включно з перевіркою допущених ними помилок. Якщо немає змоги провести навчання експертів, то експертну оцінку визначають за коефіцієнтом варіації або методом Дельфи, характерними рисами якого є: анонімність результатів кожного з експертів; багатостадійність; контролювання.

Для особливо важливих експериментів допускається враховувати коефіцієнт вагомості кваліфікації експертів [124].

Кількість експертів у комісії впливає на точність і надійність її результатів. Очевидно, що чим більша кількість членів експертної комісії, тим точніші й надійніші її результати. Ця фундаментальна властивість будь-якого багатократного вимірювання визначається дисперсією розподілу [124]. Згідно з теорією вимірювань [126], для визначення кількості експертів у комісії n для певного гарантійного інтервалу, спочатку експертним методом визначають закон розподілу ймовірності результатів чи його середнього квадратичного відхилення, що не залежить від n . Після цього за допомогою графіка (рис. 2.5), що відображає залежність величини дисперсії від результатів вимірювань визначають дисперсію, D :

$$D\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i\right) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n D(X_i) = \frac{n\sigma_x^2}{n^2} = \frac{1}{n} \sigma_x^2, \quad (2.13)$$

де n – кількість експертів (вимірювань);

X_i – результат i -го експерта (вимірювання);

σ_x – середнє квадратичне відхилення від результатів експертів (вимірювання).



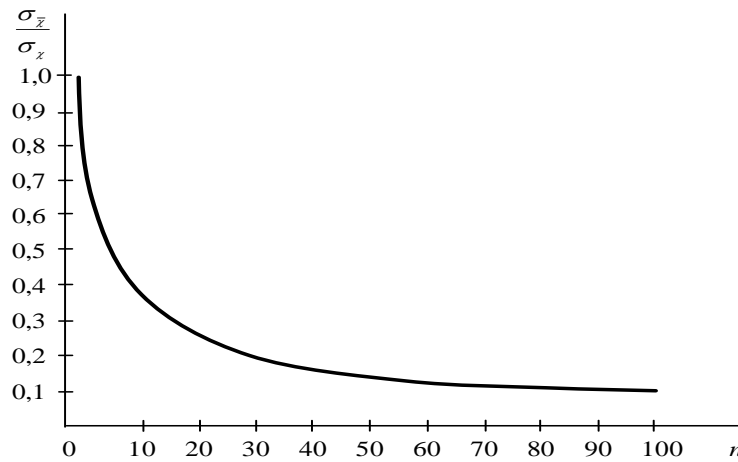


Рис. 2.5 – Залежність відношень $\frac{\sigma_{\bar{x}}}{\sigma_x}$ від кількості експертів

Кількість експертів n беруть таку, для якої середнє квадратичне відхилення буде в заданих межах. Переважно кількість експертів беруть сім (рідше 15-20).

За способом проведення експертизи розрізняють: пряме вимірювання, ранжування та послідовне порівняння. Формалізація оцінки експертів проводиться з використанням спеціальної шкали оцінок – шкала відносної важливості.

Прямі вимірювання полягають у знаходженні значень фізичних величин чи показників якості у певних одиницях вимірювання (одиницях системи SI, балах, нормогодинах, гривнях тощо). Такі вимірювання можуть проводитись як за шкалою відношень, так і за шкалою порядку.

Вимірювання за шкалою відношень вимагають наявності еталонів (зразків). До таких вимірювань відносять органолептичні методи вимірювань лінійних і кутових розмірів, маси, сили світла тощо. Пряме вимірювання коефіцієнтів вагомості, сума яких має дорівнювати одиниці, роблять за шкалою порядку, а значення цих коефіцієнтів розраховують за формулою:

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^n G_{i,j}}{\sum_{j,i=1}^{n,m} G_{i,j}}, \quad (2.14)$$

де q – коефіцієнт вагомості;

m – кількість об'єктів стандартизації (одиначних показників якості показників якості продукції);

$G_{i,j}$ – значення коефіцієнта вагомості i -го показника, даного j -тим експертом, балів.

Бал i -го об'єкта чи коефіцієнт вагомості i -го показника якості розраховують за формулою:

$$G_{i,j} = \frac{F_{i,j}}{C}, \quad (2.15)$$

де $F_{i,j}$ – частота переваги, що дана i -тим експертом j -го об'єкта експертизи;
 C – загальна кількість оцінок одного експерта, що зв'язана з кількістю об'єктів експертизи за співвідношенням:

$$C = \frac{m(m-1)}{2}. \quad (2.16)$$

Непрямими вимірюваннями, за шкалами балів від 1 до 10 (100) чи шкалою порядку, можна вимірювати такі властивості якості продукції, для яких еталони чи об'єктивні критерії відсутні. Такі вимірювання здебільшого є порівняльними та не використовуються для визначення кількісних оцінок.

Прямі вимірювання експертним методом є дуже складними та ставлять найвищі вимоги до кваліфікації експертів. Вимірювання, що ґрунтуються на інтуїції експерта, називають евристичними.

Ранжування полягає у розміщенні об'єктів вимірювань чи показників якості продукції в порядку їхньої переваги за вагомістю. Місце, зайняте після ранжування, називають рангом. Якщо ж, наприклад, ранжування проводилося з метою визначення коефіцієнтів вагомості, то їх розраховують за формулою (2.14).

Порівняння показників якості полягає в послідовному чи попарному співставленні об'єктів експертизи. У послідовному порівнянні об'єктів співставляють кожний об'єкт експертизи з сукупністю всіх нижчих від нього за рангом. Таке порівняння дає змогу відкоригувати ранжирований ряд за коефіцієнтом вагомості. Порівнянню підлягають тільки об'єкти однієї природи. Порядок послідовного порівняння такий:

1. Об'єкти порівняння ранжують за їх перевагами.

2. Призначають найважливішому з них бал чи коефіцієнт вагомості одиницю, а всім іншим відповідно менші значення, наприклад, від одиниці до нуля.

3. Порівнюють перший об'єкт із сукупністю всіх інших. Якщо, на думку експерта, він переважає всі інші разом узяті, то результат його вимірювання в балах чи коефіцієнтах вагомості коректують у бік збільшення так, щоб він став більшим від суми балів чи коефіцієнта вагомості всіх інших об'єктів експертизи, що є нижчими за рангом. У іншому випадку результат вимірювання чи коефіцієнт вагомості вказаного об'єкта зменшують так, щоб він був меншим від суми балів чи коефіцієнта вагомості решти об'єктів.

4. Порівнюють другий об'єкт із сукупністю всіх інших, що нижчі за рангом та аналогічно коректують результат його вимірювання чи значення коефіцієнта вагомості, не порушуючи переваги першого об'єкта перед рештою. Таку процедуру проводять аж до передостаннього об'єкта.

5. Отримані результати вимірювань чи коефіцієнти вагомості нормують, тобто, ділять на загальну суму балів чи коефіцієнтів вагомості. Після цього вони отримують значення в границях від нуля до одиниці, а їхня сума дорівнює одиниці [124, 128, 127].

Змішаний метод оцінки рівня якості продукції заснований на спільному застосуванні одиничних і комплексних (групових) показників. Змішаний метод оцінки рівня якості продукції застосовують у випадках:

– коли сукупність одиничних показників якості є досить великою і аналіз значень кожного показника диференційним методом не дозволяє отримати узагальнюючих висновків;

– коли комплексний показник якості в комплексному методі недостатньо повно враховує всі істотні властивості продукції і не дозволяє отримати висновки, щодо деяких визначених груп властивостей.

У разі застосування змішаного методу оцінки рівня якості продукції необхідно виконати наступні дії:

1) частину одиничних показників об'єднують у групи і для кожної групи визначають відповідний комплексний (визначальний, груповий) показник. Окремі,

як правило, важливі показники допускається не об'єднувати в групи, а застосовувати їх під час подальшого аналізу як одиничні;

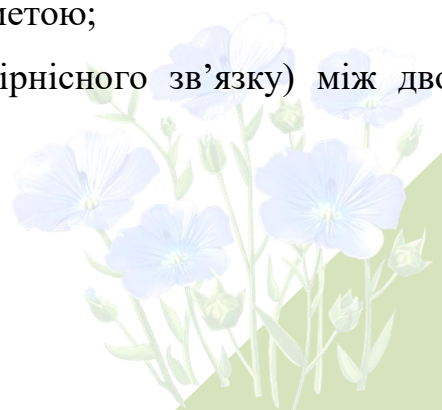
2) на основі отриманої сукупності комплексних і одиничних показників оцінюють рівень якості продукції диференційним методом [124].

Розглянуті чинні методи оцінки якості продукції дають підставу для твердження, що оцінювання якості соломи та трести льону олійного можливо здійснити застосовуючи методи кваліметрії. При цьому необхідно використовувати лише деякі елементи кожного з методів та розробити комплексну систему визначення якості соломи, трести та волокон льону олійного.

Статистичні методи оцінки показників якості продукції. Визначення чисельних значень показників якості, а також значень базових і відносних показників, що є однією з найважливіших операцій оцінки рівня якості продукції, як правило, вимагає застосування статистичних методів. Необхідність застосування методів прикладної статистики під час оцінки показників якості продукції обумовлена тим, що в більшості випадків значення показників якості є випадковими величинами. У процесі виготовлення і експлуатації продукція піддається впливу великої кількості випадкових факторів, що призводять до розсіювання числових значень параметрів оцінювання.

Для оцінки показників якості продукції необхідно вирішити такі завдання:

- встановити закони їхнього розподілу;
- визначати довірчі межі та інтервали для параметрів розподілу оцінюваного показника якості;
- порівняти середні значення досліджуваного показника якості для двох або декількох сукупностей одиниць продукції з метою встановлення, чи є відмінності між ними випадковими або закономірними;
- порівняти дисперсії досліджуваного показника якості для двох або більше сукупностей одиниць продукції з тією ж метою;
- визначити коефіцієнт кореляції (ймовірнісного зв'язку) між двома показниками якості;



– визначити параметри залежності досліджуваного показника якості від інших показників або інших числових характеристик факторів, що впливають на досліджуваний показник якості;

– визначити вплив досліджуваних факторів на зміну оцінюваного показника якості [124].

2.3 Розвиток наукової концепції створення комплексної системи контролю якості соломи та трести льону олійного

2.3.1 Розроблення методології визначення рівня якості соломи та трести льону олійного методами кваліметрії. Проведений аналіз дозволив розробити наукову концепцію оцінювання якості соломи та трести льону олійного за допомогою методів кваліметрії використовуючи лише деякі елементи кожного з них. Це 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.

У нашому випадку об'єктами стандартизації є солома, треста та волокно зі стебел льону олійного, що не мають базових (стандартизованих) значень, і можуть виступати в ролі як сировини, так і продукції (рис. 2.6).

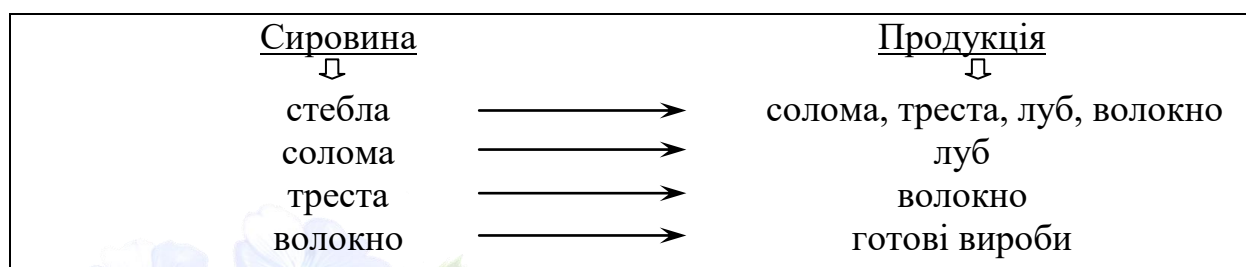
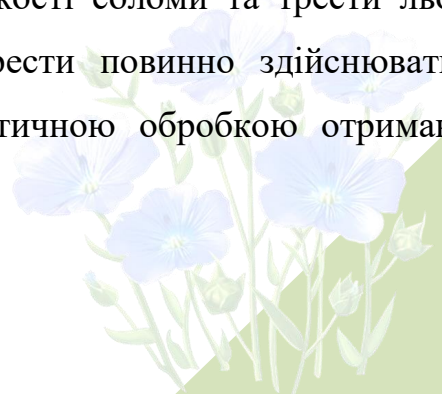


Рис. 2.6 – Види сировини та продукції зі стебел льону олійного

Розробка комплексної системи оцінювання соломи, трести та волокон льону олійного дасть можливість визначати рівень їхньої якості (сортність чи категорію) як промислової сировини, а також обирати технології обробки соломи або трести залежно від фактичних значень показників їхньої якості та прогнозувати функціональне призначення готової продукції. Для вирішення головної проблеми наукової роботи на основі теоретичного аналізу методів кваліметрії нами запропоновано наукову концепцію процесу оцінки якості соломи та трести льону олійного, що передбачає виконання певних етапів:

- здійснення вибору номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного й виявлення саме тих показників, що впливають на їхню 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, що свідчать про їхню 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.

Розроблення методології оцінювання рівня якості соломи й трести льону олійного базується на застосуванні експертного методу для визначення коефіцієнтів вагомості одиничних показників якості досліджуваної сировини. За сукупністю вагомих якісних характеристик необхідно визначати комплексний показник (згрупований), який описує загальний рівень якості соломи та трести льону олійного – номер. Оцінювання соломи та трести повинно здійснюватися експертами із подальшою математично-статистичною обробкою отриманих



експертних оцінок. Загальний алгоритм проведення експертних операцій складається з трьох етапів:

- підготовчого (формування експертної комісії та визначення основних показників якості досліджуваного об'єкта експертизи);
- одержання експертних оцінок (вибору процедури призначення оцінок експертами та опитування експертів);
- математично-статистичної обробки отриманих даних (узагальнення індивідуальних експертних оцінок, визначення узгодженості індивідуальних експертних оцінок та об'єктивності колективних експертних оцінок).

Під час теоретичних досліджень особливостей експертного методу було визначено, що кількість експертів впливає на точність і надійність одержаних результатів [124, 125]. У подальших дослідженнях обрані експерти повинні провести експертизу номенклатури показників якості соломи та трести льону олійного встановленої теоретичним і експериментальним шляхом. Процедуру експертизи необхідно провести способами ранжування та прямого вимірювання.

Спосіб ранжування базується на розміщенні експертом показників якості продукції, тобто рангів у порядку їхньої переваги за вагомістю. Найбільш значущій характеристиці присвоюють найбільше значення рангу, наступній за важливістю – менше значення рангу і так далі до останнього показника. Якщо декілька характеристик, на думку експерта, є рівноцінними, то їм присвоюють однакові ранги. Результати експертної оцінки, а саме ранжування одиничних показників якості досліджуваного об'єкта стандартизації, представляють у вигляді матриці (табл. 2.2).

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



Таблиця 2.2 – 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	$\sum x_{ij}$					

Спочатку, після ранжування одиничних показників якості соломи та трести льону олійного, обчислюють суму їхніх рангів R_i за формулою:

$$R_i = \sum_{j=1}^n m_{i_j}, \quad (2.17)$$

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 здійснюють на основі обчислення контрольної суми $\sum x_{ij}$ та середньої суми T рангів:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+m) \cdot m}{2}, \quad (2.18)$$

$$T = \frac{\sum R_i}{m}, \quad (2.19)$$

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

Матриця складена правильно лише в тому випадку, якщо суми у стовпчиках матриці дорівнюють одна одній та контрольній сумі рангів [175, 180].

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

$$v_i = 100 \cdot \frac{\sigma_i}{\bar{R}_i}, \quad (2.20)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\bar{R}_i - m_{ij})^2}{n-1}}, \quad (2.21)$$

де v_i – коефіцієнт варіації думок експертів за кожним i -м показником якості;

\bar{R}_i – середній за всіма експертами ранг i -го показника якості;

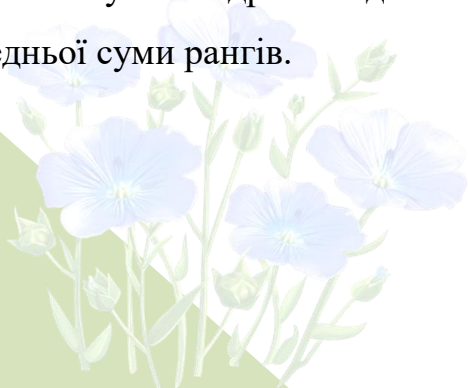
σ_i – середнє квадратичне відхилення за кожним i -м показником якості.

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

Для оцінки загальної узгодженості думок експертів необхідно визначити коефіцієнт конкордації K_u за формулою:

$$K_u = \frac{12 \cdot S}{n^2 (m^3 - m)}, \quad (2.22)$$

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 обчислюють за формулою:

$$\Delta_i = R_i - T . \quad (2.23)$$

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

$$S = \sum_{i=1}^m \Delta_i^2 . \quad (2.24)$$

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 K_u визначають за критерієм узгодження Пірсона χ^2 :

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{n \cdot m \cdot (m + 1)} . \quad (2.25)$$

Обчислений χ^2 необхідно порівняти 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 [176].

Таблиця 2.3 – Значення квантеля $\chi_{табл}^2$ розподілу за різного ступеня свободи

№ з/п	Довірча ймовірність, P	Значення $\chi_{табл}^2$ за різних значень $m - 1$										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,99	6,6	9,2	11,3	13,3	15,1	16,8	18,5	20,1	21,7	23,2	24,7
2	0,95	3,8	6,0	7,8	9,5	11,1	12,6	14,1	15,5	16,9	18,3	19,7

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

$$q_i = \frac{R_i}{\sum R_i} . \quad (2.26)$$

Якщо $K_u > 0,5$, то для встановлення мінімального комплексу характеристик можна розраховувати коефіцієнти вагомості q_i кожного i -го показника. Разом із тим, за необхідності підрахунку комплексного показника якості повинна виконуватися умова: $K_u \geq 0,6$. У протилежному випадку потрібно провести повторну експертизу або виключити 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 згідно з модулем за формулою:

$$\Delta m_{ij} = |m_{ij} - R(R_i)|. \quad (2.27)$$

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

$$R_{ki} = R_i - (m_{ij}). \quad (2.28)$$

Після проведення вищезазначених обчислень необхідно розрахувати коефіцієнти конкордації K_u . Якщо величина K_u буде свідчити про високу узгодженість думок експертів ($K_u \geq 0,6$), то можна переходити до розрахунку коефіцієнтів вагомості q_i за формулою:

$$q_i = \frac{R_{ki}}{\sum R_{ki}}. \quad (2.29)$$

Потім за шкалою порядку проводять пряме вимірювання коефіцієнтів вагомості, сума яких має дорівнювати одиниці. Це дозволить 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 необхідно обчислити за формулою:

$$q_{i0} = q_i^* / \sum_{i=1}^m q_i^*, \quad (2.30)$$

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

Таким чином, будуть виявлені найбільш значущі одиничні показники якості соломи та трести льону олійного, що свідчать про їхню технологічну цінність. Підсумовуючи ці показники, отримаємо згорнутий комплексний показник (визначальний, згрупований), що вказує на певний рівень якості соломи та трести, що, у свою чергу, підтверджує їхню технологічну цінність. За визначеним рівнем якості можна спрогнозувати технологічні процеси обробки соломи й трести в залежності від фактичних значень показників якості і функціональне призначення готової продукції.

Підсумовування одиничних показників якості продукції необхідно здійснювати за умови їхньої однакової розмірності. У нашому випадку показники якості соломи, трести та волокон льону олійного мають різні розмірності, тому в подальшому необхідно використати диференційний метод. Завдяки цьому методу одиничні показники у сталих величинах можна виразити відносними значеннями у балах [175, 177, 180, 184].

Відносні значення показників якості обчислюють за формулами:

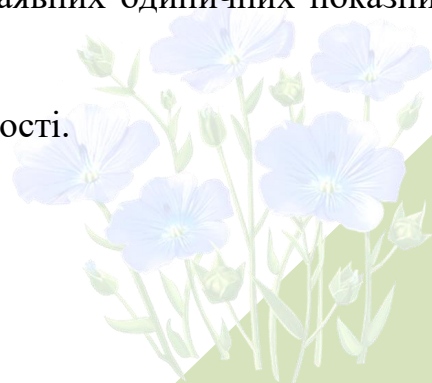
$$W_i = \frac{P_i}{P_{iv}} \cdot 100; \quad (2.31)$$

$$W_i = \frac{P_{iv}}{P_i} \cdot 100, \quad (2.32)$$

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 (2.31) застосовують для оцінки показників, збільшення числового значення яких свідчить про покращення якості. Формулу (2.32) використовують для порівняння показників, зменшення числового значення яких забезпечує підвищення якості виробів. Диференційна оцінка відображає лінійну залежність між властивостями, що аналізуються. У результаті підсумовування відносних значень показників соломи та трести у балах буде визначатись загальний рівень їхньої якості – номер соломи або номер трести.

Для здійснення розподілу балових значень показників соломи та трести на номери, що характеризують рівень їхньої якості, тобто сортність, використаємо один із методів багатомірного статистичного аналізу – кластерний аналіз.

2.3.2 Наукове обґрунтування методологічного підходу до поділу показників якості соломи та трести льону олійного на класи. Моделювання процедури поділу показників соломи та трести льону олійного на класи сортності будемо проводити базуючись на засадах системного аналізу і принципах моделювання процесів.

Моделювання процесу формування класів сортності соломи та трести, який полягає в обґрунтованому розподілі на номери (сортність) їхніх показників якості, отримані дослідним шляхом, будемо проводити в декілька етапів. Кожний етап передбачає виконання певних завдань:

I етап – змістовна постановка задачі:

- розробка комплексу смислових і знакових моделей, що дозволять нам встановити основні закономірності виникнення події – формування номера соломи та трести і кількісно оцінити міру виникнення її прояву – $Q(\tau)$;
- вибір вихідних даних, а також статистичних даних згідно з їхнім станом, отриманих дослідним шляхом.

II етап – концептуальна постановка задачі:

- висування гіпотези відносно моделюючого явища;
- подача формування номера соломи та трести і подача цього процесу у вигляді потокового графа, який інтерпретує процес як ланцюг прояву окремих оціночних критеріїв із урахуванням ймовірностей їхньої появи.

III етап – перевірка та якісний аналіз семантичної моделі:

- перевірка гіпотез відносно події, що моделюється;
- якісне оцінювання потоків графа.

IV етап – математична постановка і вибір методу розв’язку задачі:

- формування системи алгебраїчних рішень та перевірка їхньої коректності;
- розробка процедури апріорного оцінювання параметрів аналітичної моделі.

На даний час відомим є досвід поділу показників якості соломи та трести льону-довгунця на номери, який викладено в нормативній документації з визначення якості даної сировини [52, 55, 58]. Так, показниками якості соломи, що застосовуються для оцінювання та покладені в основу її поділу на номери, є: довжина жмені, вихід лубу, розривне навантаження, колір соломи та придатність [52, 55, 58]. Показниками якості трести, що застосовуються для оцінювання та покладені в основу її поділу на номери є: вихід волокна, відокремленість (ступінь вилежаності трести) та колір волокна із трести. Тому для формування номерів соломи та трести льону олійного за характеристиками якості потрібно використати статистичні дані про прояви цих показників (їхніх величин), що реєструються протягом тривалого часу.

Почнемо системний аналіз із формування закономірностей поділу показників соломи та трести за номерами. Для наочності використаємо дерево події, як метод, що широко застосовується в системному аналізі [124, 130-132]. Головною подією рахуємо формування номера сировини, тобто соломи чи трести (подія X).

Дана подія може проявитись у вигляді подій нижнього рівня (N_T), де k – номер соломи ($k = 1 \div 5$) або трести (N_T), де n – номер трести ($n = 1 \div 5$). Кожна з цих подій є результатом передумов верхнього рівня. Для соломи таких передумов три: вихід лубу (L), засміченість (Z) і група кольору соломи (K). Для трести – чотири: вихід волокна (L), засміченість (Z), колір волокна із трести (K), відокремлюваність (V) (рис. 2.7). До того ж, згідно з теорією системного аналізу для побудови дерев подій використано позначення \odot , що \odot означає «або», та \oplus – « \oplus » [126, 130].



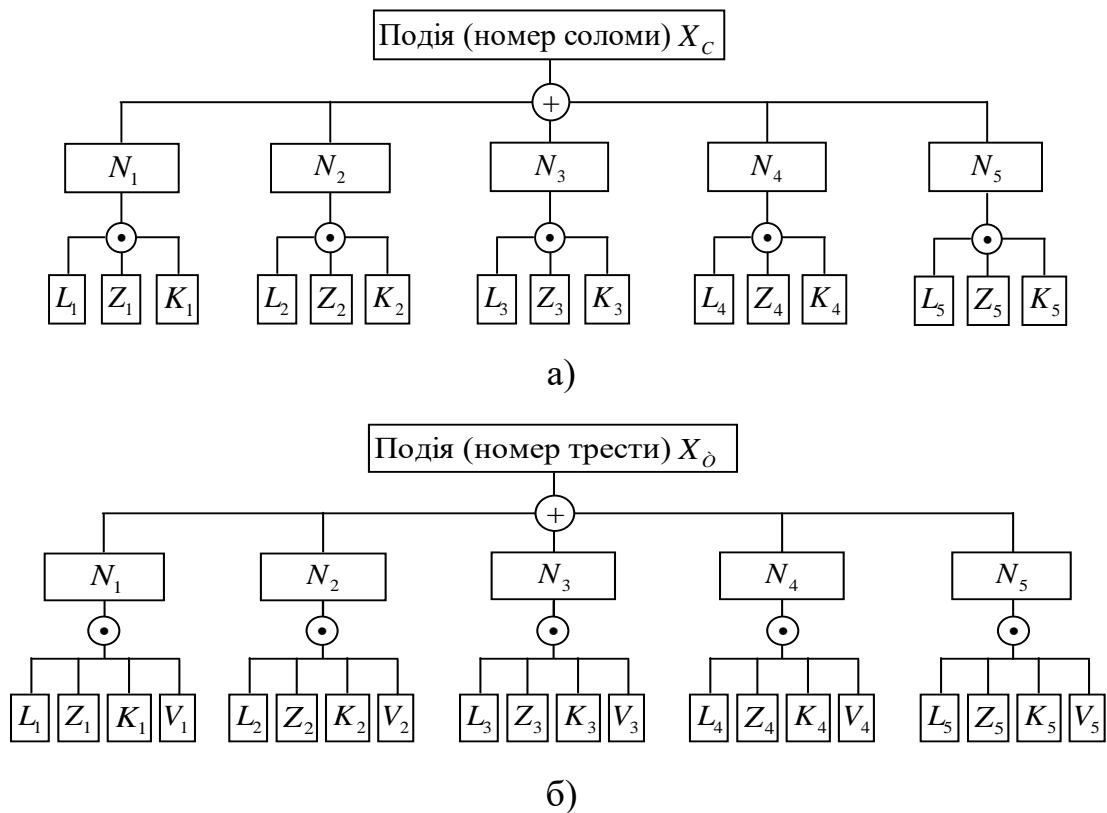


Рис. 2.7 – Дерево подій: а) формування номера соломи;
 б) формування номера трести

Наступним етапом системного аналізу та моделювання за допомогою діаграм типу «дерево» є оцінювання їхніх числових параметрів, що будемо проводити з визначенням ймовірності прояву конкретних передумов (виникнення того чи іншого критерію).

Підготовчим етапом до кількісного аналізу дерева подій є формалізація, що передбачає аналітичне її подання у вигляді структурної функції. Запишемо дані функції для сформованих моделей – дерев подій (рис. 2.7) наступним чином:

$$\left. \begin{aligned} X_c &= N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 = (L_1 \cdot Z_1 \cdot K_1) + (L_2 \cdot Z_2 \cdot K_2) + (L_3 \cdot Z_3 \cdot K_3) + (L_4 \cdot Z_4 \cdot K_4) + (L_5 \cdot Z_5 \cdot K_5) \\ X_d &= N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 = (L_1 \cdot Z_1 \cdot K_1 \cdot V_1) + (L_2 \cdot Z_2 \cdot K_2 \cdot V_2) + (L_3 \cdot Z_3 \cdot K_3 \cdot V_3) + (L_4 \cdot Z_4 \cdot K_4 \cdot V_4) + (L_5 \cdot Z_5 \cdot K_5 \cdot V_5). \end{aligned} \right\} (2.33)$$

У якості об’єктивної міри прояву події використаємо ймовірність Q , що опишеться багаточленами:

$$\begin{aligned}
 Q_c &= P(N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5) = P(L_1 \cdot Z_1 \cdot K_1) + P(L_2 \cdot Z_2 \cdot K_2) + \\
 &+ P(L_3 \cdot Z_3 \cdot K_3) + P(L_4 \cdot Z_4 \cdot K_4) + P(L_5 \cdot Z_5 \cdot K_5) \quad ; \\
 Q_T &= P(N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5) = P(L_1 \cdot Z_1 \cdot K_1 \cdot V_1) + P(L_2 \cdot Z_2 \cdot K_2 \cdot V_2) + \\
 &+ P(L_3 \cdot Z_3 \cdot K_3 \cdot V_3) + P(L_4 \cdot Z_4 \cdot K_4 \cdot V_4) + P(L_5 \cdot Z_5 \cdot K_5 \cdot V_5) \quad ,
 \end{aligned}
 \tag{2.34}$$

де $P(N)$ – ймовірність прояву подій (формування відповідного номера соломи або трести);

$$P(L \cdot Z \cdot K \cdot V) = P(L)P(Z)P(K)P(V);$$

$P(L)$ – ймовірність передумови L ;

$P(Z)$ – ймовірність передумови Z ;

$P(K)$ – ймовірність передумови K ;

$P(V)$ – ймовірність передумови V .

Отримані вирази (2.33) і (2.34) розкривають механізм формування номерів (сортності) соломи та трести льону олійного, але, не розкривають механізму кількісного оцінювання. Тому, сформулюємо наступну задачу, що потребує вирішення: побудувати математичну модель оцінювання показників якості соломи та трести.

Метою вирішення даної задачі являється оцінювання однорідних об'єктів, тобто зразків соломи та трести. Результати здійсненої оцінки будуть покладені в основу процедури оптимального розподілу зразків досліджуваної соломи та трести на номери за показниками якості, одержаними експериментальним шляхом.

Дослідження основних правил оцінювання рівня якості промислової продукції, а також принципи моделювання процесів та основ системного аналізу є теоретичним підґрунтям для розроблення нової комплексної системи контролю якості соломи та трести льону олійного з науковим обґрунтуванням розподілу показників якості соломи та трести на номери.

Враховуючи вищевикладене, наші подальші дослідження, згідно з розробленим алгоритмом (рис. 2.1) були спрямовані на вибір номенклатури показників якості соломи, трести й волокон льону олійного як промислової

сировини, що впливають на рівень їхньої якості та свідчать про технологічну цінність.

2.4 Розвиток теорії вибору номенклатури показників якості соломи, трести й волокон льону олійного, що визначають їхню технологічну цінність

На підставі теоретичних досліджень, здійснених у п. 2.2.2 даної роботи авторами було визначено основні етапи вибору номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного (рис. 2.8). Тому, для вирішення поставлених завдань наші наукові дослідження були спрямовані на визначення всіх факторів, що впливають на зміну технологічної цінності соломи, трести та волокон льону олійного як промислової сировини.

Виконання першого етапу наукових досліджень було здійснено під час теоретичних досліджень українського і світового досвіду використання стебел та волокон льону олійного як промислової сировини в науковій і виробничій сфері, що наведено у першому розділі даної роботи (п. 1.2 і 1.3). На основі результатів цих досліджень, було виявлено та узагальнено сучасні вимоги до якості й основні характеристики, що використовують підприємці та науковці різних країн світу для оцінювання стебел і волокон льону олійного різного функціонального призначення. Узагальнені результати досліджень подано в табл. 2.4.

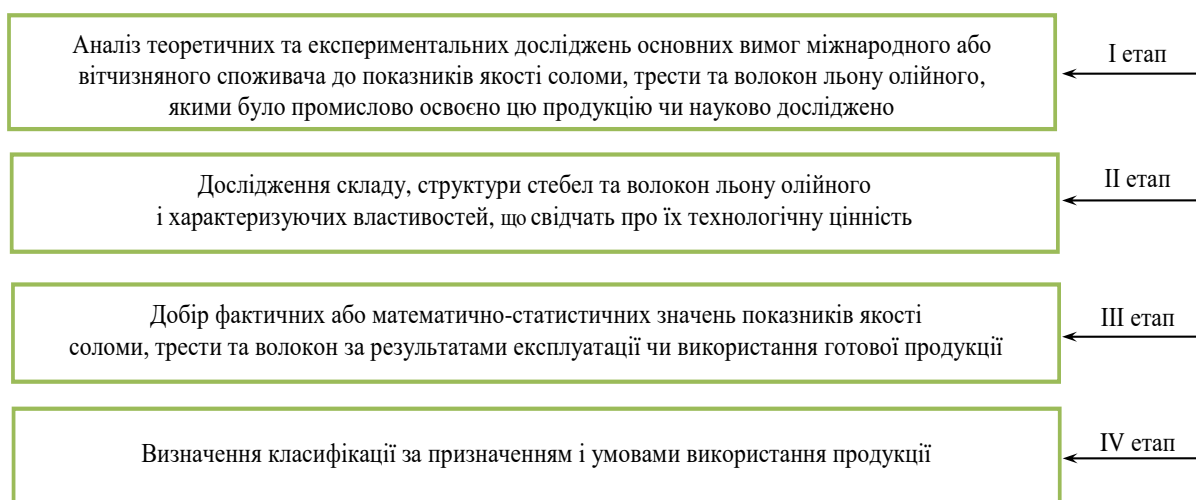


Рис. 2.8 – Основні етапи вибору номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного

Таблиця 2.4 – Світові науково-дослідні центри і промислові об'єкти з використання соломи, трести та волокон льону олійного та їхні якісні характеристики

№ з/п	Країна	Назва промислових об'єктів і науково-дослідних центрів	Основні якісні характеристики		
			солома	треста	волокна
1	Канада	<ul style="list-style-type: none"> - 6 фірм із первинної переробки стебел: «FlaxStalk/SWM» (Манітоба), «Biolin» (Саскачеван), «Stemergy» (Онтаріо), «Crailar Flax Fibre» (Британська Колумбія), «Stemia» та «Vegreville Decortication» (Альберта); - 5 фірм із переробки волокон для виготовлення товарів широкого асортименту; - 2 фірми з переробки костриці для виготовлення біоенергетичної продукції; - інноваційний центр «FibreCity» 	<p>Важливі:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вихід лубу зі стебел; - група кольору соломи; - засміченість; - технічна частина в загальній довжині; - вологість. <p>Менш важливі:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ступінь розгалуження стебла; - загальна довжина; - діаметр 	<p>Важливі:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вихід волокна; - колір волокна; - засміченість; - технічна частина в загальній довжині; - вологість; - ступінь вилежаності. <p>Менш важливі:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ступінь розгалуження стебла; - загальна довжина; - діаметр 	<p>Важливі:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вміст костриці та сміттєвих домішок; - середня довжина; - лінійна щільність; - розривне навантаження; - відносне видовження одиничних волокон на момент розриву (костриця: засміченість, вміст пилу, розмір часток, щільність деревини)
2	США	<ul style="list-style-type: none"> - переробка стебел та виробництво продукції в штатах Міннесота, Монтана та Північна Дакота (виготовлення композиційних сплавів); - доктор Денні Е. Акін науково-дослідного центру Russell (м. Афіни, штат Джорджія). Мета досліджень: вивчення впливу способів приготування трести на якість волокон льону олійного, оцінювання методів обробки одержаних волокон і розроблення цільових стандартів на продукцію з даної групи льону 	<ul style="list-style-type: none"> - вихід лубу зі стебел; - група кольору соломи; - засміченість соломи; - вологість; - діаметр; - технічна довжина 	<ul style="list-style-type: none"> - вихід волокна; - колір волокна; - засміченість трести; - ступінь вилежаності 	<ul style="list-style-type: none"> - вміст костриці та сміттєвих домішок; - колір волокна; - розривне навантаження; - лінійна щільність; - вологість
		<ul style="list-style-type: none"> - дослідно-експериментальний завод із переробки соломи і трести в Північній Америці «Flax Fiber Pilot Plant» («Flax-PP») 	<ul style="list-style-type: none"> - вихід лубу; - засміченість трести 	<ul style="list-style-type: none"> - вихід волокна; - засміченість трести; - ступінь вилежаності 	<ul style="list-style-type: none"> - колір волокна; - вміст костриці та сміттєвих домішок

		- підкомітет «D13.17 on Flax and Linen» міжнародного комітету «D13 on Textiles» (створено за сприянням організації «AmeriFlax»)	-	- вихід волокна; - колір волокна; - ступінь вилежаності	- розривне навантаження; - довжина; - колір волокна; - еластичність волокон; - відносне видовження одиничних волокон на момент розірвання; - вміст костриці та сміттєвих домішок; - вологість
3	Єгипет	- вчені Д. М. Ель-Харірі Національного дослідного центру (National Research Center, Каір) і М. С. Хасанеїнб та Амна Х. Х. Ель-Свейфі Науково-дослідно інституту польових культур (Field Grops Research Institute)	- вихід лубу зі стебел; - група кольору соломи; - загальна та технічна довжина	-	- середня довжина (лубу); - лінійна щільність (лубу)
4	Китай	- науково-дослідні центри, метою яких є створення продукції «ноу-хау»: двокомпонентні волокна шляхом термоскріплення для створення інноваційних композиційних матеріалів та технічного текстилю	-	-	- лінійна щільність; - відносне видовження одиничних волокон на момент розірвання; - розривне навантаження; - модуль пружності
5	Фінляндія	- вчений Х. Санкарі сільськогосподарського науково-дослідного центру Фінляндії (МТТ)	- вихід лубу зі стебел; - група кольору соломи; - вологість; - технічна довжина; - діаметр; - засміченість; - кількість розгалужень у суцвітті; - кількість стебел від одного кореня	- вихід волокон; - технічна довжина; - діаметр; - ступінь вилежаності; - вологість; - колір волокна	- розривне навантаження (відносне розривне навантаження); - відносне видовження одиничних волокон на момент розриву
6	Швеція	- вчені Б. Смедер та С. Лільедаль факультету Натуральних волокон Університету Карлстад. Мета: вивчення властивостей волокон льону олійного, визначення найбільш важливих характеристик, що впливають на напрямки застосування	- вихід лубу зі стебел; - група кольору соломи	- вихід волокон; - ступінь вилежаності	Важливі: - розривне навантаження; - відносне видовження одиничних волокон на момент розриву; - модуль пружності; - хімічний склад. Менш важливі: - довжина; - лінійна щільність; - діаметр

7	Німеччина	<p>- професор, доктор Д. ван Дам науково-дослідного університету Вагенінген.</p> <p>Мета: встановлення критеріїв якості волокон льону олійного для промислового застосування в технічних і текстильних напрямках</p>	<p>- вихід лубу зі стебел;</p> <p>- довжина стебел</p>	<p>- вихід волокна;</p> <p>- загальна та технічна довжина;</p> <p>- ступінь вилежаності</p>	<p>- довжина;</p> <p>- відносне видовження одиничних волокон на момент розриву;</p> <p>- вміст костриці та сміттєвих домішок;</p> <p>- розривне навантаження;</p> <p>- еластичність;</p> <p>- розщепленість волокон;</p> <p>- щільність елементарних волокон у пучках;</p> <p>- лінійна щільність;</p> <p>- гігроскопічність</p>
8	Польща	<p>- фірми з переробки стебел (трести) та вторинної переробки волокон «Madex», «Ekotex»;</p> <p>- вчені Інституту натуральних волокон та лікарських (м. Познань) Є. Маньковський та А. Кубакі</p>	<p>- вихід лубу зі стебел;</p> <p>- група кольору соломи;</p> <p>- засміченість бур'янами загальної площі посіву</p>	<p>- вихід волокна;</p> <p>- колір волокна;</p> <p>- засміченість трести;</p> <p>- ступінь вилежаності</p>	<p>- довжина волокон (штапельна);</p> <p>- вміст костриці та сміттєвих домішок;</p> <p>- лінійна щільність;</p> <p>- розривне навантаження;</p> <p>- середня довжина;</p> <p>- вміст костриці;</p> <p>- еластичність;</p> <p>- колір лубу або волокон</p>
9	Україна	<p>- вчені ХНТУ: Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, С.В. Пупінцева, О.О. Горач, Г.А. Бойко, Т.М. Головенко, С.В. Бобирь, І.О. Меньяло-Басиста.</p> <p>Мета: розроблено ресурсозберігаючі технології оброблення стебел льону олійного, в результаті чого одержано волокна різного функціонального призначення, а також створено інноваційну продукцію зі стебел льону олійного: целюлозовмісний напівфабрикат, фільтрувальний папір, композиційні вироби, змішана пряжа і неткані матеріали трьох типів – льоноватин, меблеве та неткане полотно;</p> <p>- ДПДГ «Асканійське» НААН України, Дослідної станції луб'яних культур Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України, Інститут зрошувального землеробства НААН України</p>	<p>- вихід лубу зі стебел;</p> <p>- загальна та технічна довжина;</p> <p>- технічна частина в загальній довжині;</p> <p>- група кольору соломи;</p> <p>- вологість;</p> <p>- засміченість;</p> <p>- діаметр;</p> <p>- анатомічна будова стебел (діаметр, кількість, форма, розміри пучків)</p>	<p>- вихід волокна;</p> <p>- загальна та технічна довжина;</p> <p>- технічна частина в загальній довжині;</p> <p>- колір волокна;</p> <p>- вологість;</p> <p>- засміченість;</p> <p>- діаметр;</p> <p>- ступінь вилежаності</p>	<p>- лінійна щільність;</p> <p>- середня довжина;</p> <p>- середня масодовжина;</p> <p>- гнучкість;</p> <p>- вологість;</p> <p>- вміст костриці та сміттєвих домішок;</p> <p>- розривне навантаження;</p> <p>- відносне видовження одиничних волокон на момент розриву;</p> <p>- анатомічна будова елементарного волокна (кількість, форма і розміри елементарних волокон на зрізі, розміри каналу в елементарному волокні).</p> <p>Целюлозовмісний напівфабрикат: масова частка целюлози, золи, лігніну, пектинових речовин, заліза, смол і жирів, пентозанів, а також – білість та змочуваність</p>

Аналіз табл. 2.4 свідчить про значну розбіжність думок як у 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 їхню технологічну цінність як промислової сировини різного функціонального призначення. Така неузгодженість думок фахівців перешкоджає створенню нормативної документації з контролю якості соломи, трести та волокон даної культури, її науково-технічному обґрунтуванню та забезпеченню міжнародного визнання розроблених рекомендацій.

Для виконання другого етапу вибору номенклатури показників якості досліджуваних об'єктів (рис. 2.8) необхідно здійснити детальний аналіз наукових праць, присвячених дослідженню всіх особливостей структури стебел і волокон льону олійного та визначити сукупність саме тих характеристик, що впливають на загальний рівень їхньої якості. Це дозволить прогнозувати технологічну цінність соломи й трести як промислової сировини, а також функціональне призначення отриманих із них лубу та волокон.

2.4.1. Вплив морфологічної, анатомічної будови стебел льону олійного і хімічного складу на технологічну цінність соломи, трести й волокон. Льон олійний – це технічна культура, ботанічна назва якої *Linum usitatissimum* означає «найскоростигліший». Ця культура має короткий вегетаційний період, причому його тривалість змінюється залежно від географічного положення місцевості та метеорологічних умов. До того ж, вплив цих умов більше, ніж вплив сорту. Сорти, як правило, стійкі до вилягання й тому легко піддаються механізованому збиранню [24, 26]. Сьогодні у світі існує великий асортимент різноманітних сортів льону олійного, перелік яких наведено у п. 1.1 (табл. 1.3, 1.4) першого розділу даної наукової роботи. При дуже розріджених посівах спостерігається розвиток одного-двох додаткових стебел від основного стебла. Суцвіття розташовуються у верхній третині стебла. Відомо, що структуру стебел льону олійного характеризують за морфологічними (зовнішніми), анатомічними (внутрішніми) ознаками та хімічним складом [2, 47].

Морфологічна структура стебел льону олійного. Морфологічні ознаки стебел льону олійного поділяються на біологічні, господарські та технічні показники.

За біологічними й господарськими особливостями льон олійний поділяють на дві групи – межеумок і кучерявець. Загальний вигляд льону олійного цих двох груп і верхівкової частини стебла подано на рис. 2.9.

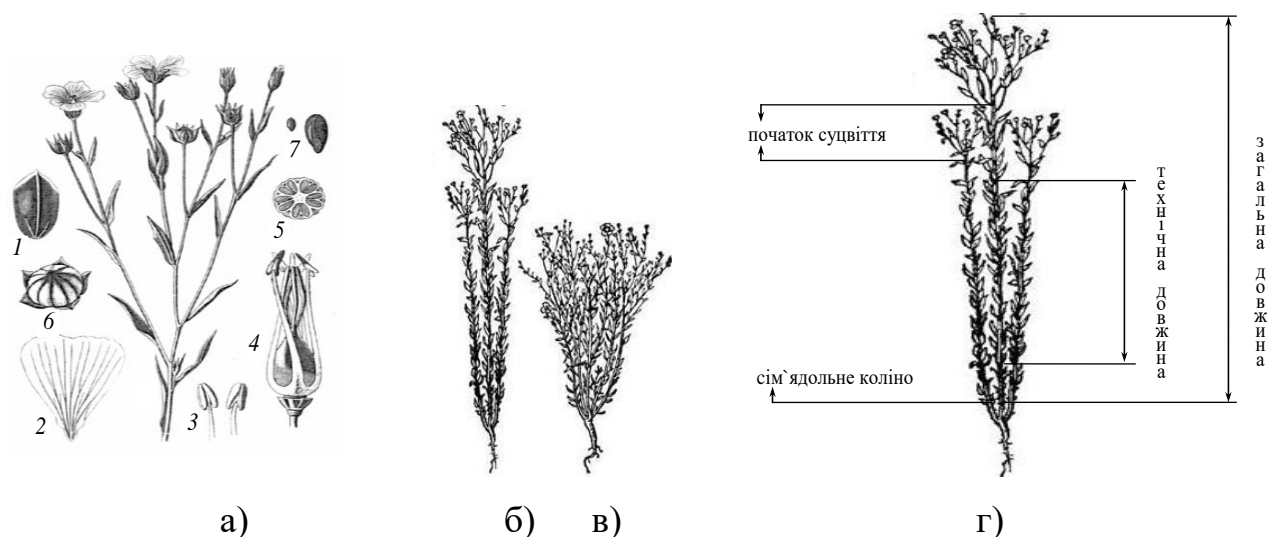
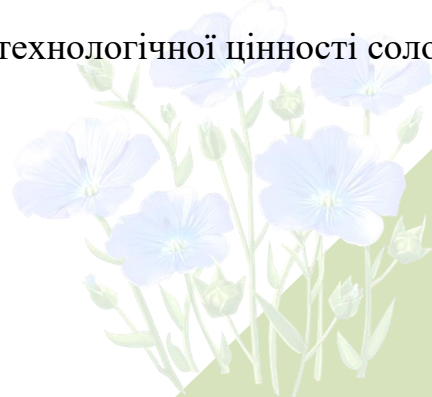


Рис. 2.9 – Загальний вигляд стебла льону олійного: а) верхівкова частина (1 – чашолистик; 2 – пелюстка; 3 – тичинка; 4 – оцвітина; 5 – перетинка насінневої коробочки; 6 – насіннева коробочка; 7 – насіння); б) льон-межеумок; в) льон-кучерявець; г) стебло за певними морфологічними складовими

У праці Бартків Л.Г. [55], що виконувалась під керівництвом автора даної роботи було проаналізовано відомі наукові праці теоретичного і експериментального характеру [28, 32-43, 60, 72, 90, 92, 93, 95-98, 133-135,] з метою дослідження біологічних, господарських та технічних показників стебел льону олійного, що узагальнено і наведено в табл. 2.5 і 2.6.

Під час проведених досліджень [129] було детально проаналізовано всю номенклатуру біологічних, господарських та технічних показників стебел льону олійного і визначено їхній вплив на формування технологічної цінності соломи, трести та волокон як промислової сировини.



Таблиця 2.5 – Біологічні й господарські показники льону-межуемку та льону-кучерявця

№ з/п	Найменування показників	Група льону олійного	
		межуемок	кучерявець
1	Середня висота рослини, см	57,0-90,0	25,0-78,0
2	Кількість стебел від одного кореня, шт.	1-2	4-5
3	Кількість розгалужень у суцвітті, шт.	12-14	12-18
4	Кількість насінневих коробочок, шт.	15-26	32-50
5	Вегетаційний період, днів	92-95	98-102
6	Середній вихід соломи, %	55,0-65,0	60,0-77,0
7	Середній вихід насіння, %	20,0-25,0	21,0-27,0
8	Маса 1000 насінин, г	3,5-6,8	3,7-7,3
9	Середній вихід олії з насіння, %	38,0-40,0	38,0-48,0
10	Середня маса одного стебла, г	0,25-0,65	0,13-0,41

Таблиця 2.6 – Технічні показники стебел льону олійного

№ з/п	Найменування показників	Середнє значення
1	Довжина загальна довжина стебел, см	25,0-90,0
	технічна довжина стебел, см	15,0-78,0
	технічна частина в загальній довжині, %	60,0-86,7
2	Товщина ½ верхньої третини (діаметр), мм	1,01-1,10
	середина	1,20-2,04
	½ нижньої третини	2,00-4,10
3	Миклість -	260-645

У результаті досліджень визначено, що такі біологічні та господарські показники, як кількість розгалужень у суцвітті, висота розгалуження суцвіття, кількість насінневих коробочок, абсолютна вага насіння, вихід насіння та його оліїстість мають вирішальне значення під час оцінки льону олійного як продуктивної рослини для одержання насіння. Технологічну цінність стебел льону олійного для одержання волокнистої маси, характеризує невелика група основних показників із досить великого переліку морфологічних ознак. До них відносяться довжина стебел та діаметр. Важливим показником довжини стебел

є технічна довжина (рис. 2.9), що є його продуктивною частиною. Однак ці зовнішні ознаки не є повністю вичерпними для визначення загального рівня якості стебел льону олійного як промислової сировини.

Велике значення для отримання відомостей про якісний і кількісний склад стебел даної групи льону має метод анатомічного аналізу. Адже, технологічна цінність сировини визначається не тільки загальною кількістю волокон, що містяться в ній, а й можливістю виділення їх зі стебел із найменшими втратами. Така можливість залежить і від інших показників якості, що впливають на загальний ступінь придатності сировини до всієї сукупності технологічних процесів механічної обробки.

Анатомічна будова стебел та волокон льону олійного. Для застосування стебел льону олійного в промисловості велике значення має вивчення їхньої анатомічної будови, що характеризує співвідношення волокнистих пучків із іншими тканинами. Дослідження внутрішньої будови лляного стебла є необхідним для загального розуміння його якісних характеристик. До основних анатомічних ознак стебел відносять такі показники: загальну кількість елементарних волокон на зрізі, кількість луб'яних пучків на зрізі, середню кількість волокон у пучку. Дослідження анатомічної будови, як правило, проводять шляхом ретельного мікроскопічного аналізу стебел льону олійного. На основі електронної мікроскопії льону у спільній науковій праці автора даної роботи з Бартків Л.Г. [55] було вивчено внутрішню структуру поперечних зрізів стебел даної групи. Узагальнені результати якісного та кількісного аналізу анатомічної будови стебел льону олійного наведено в табл. 2.7.

Аналіз даних, одержаних у результаті вивчення зрізів стебел під мікроскопом та наведених у табл. 2.7, свідчить про те, що кора, деревина й серцевина стеблини складаються з різних тканин. Захисну роль виконує зовнішня частина кори – епідерміс. Відсоткове відношення площі луб'яного шару до всієї площі зрізу доволі невисоке, при цьому середня площа луб'яної клітини є досить значною. Льон олійний характеризується великою кількістю широкої та нещільної деревини, середній вміст якої досягає майже 70 %. Такі показники свідчать про необхідність застосування інтенсивної обробки сировини (декортикації стебел або обробки трести на м'яльних машинах).

Таблиця 2.7 – Характеристика анатомічної будови стебел льону олійного

№ з/п	Найменування показників	Середнє значення показників		
		½ верхньої третини	середина	½ нижньої третини
1	Вміст деревини, %	51,6	40,2	69,8
2	Вміст епідермісу та паренхіми, %	31,1	24,6	17,9
3	Вміст луб'яного шару, %	4,0	35,1	5,6
4	Кількість луб'яних пучків на зрізі стебла, шт.	14-26	37-45	21-38
5	Кількість елементарних волокон у пучку, шт.	15-21	19-27	12-19
6	Кількість елементарних волокон на зрізі, шт.	210-546	703-1 215	252-722
7	Середня довжина елементарних волокон, мм		9,5	

З метою детального вивчення впливу на технологічну цінність стебел і волокон льону олійного досліджено зрізи стебел різних сортів льону олійного, а також льону-довгунцю. Порівняльний аналіз анатомічної будови двох груп льону здійснено з метою виявлення відмінностей чи спорідненості їхніх характеристик [47, 134, 135]. Ці дослідження є важливими в даній науковій роботі, оскільки отримані результати будуть свідчити про точність оцінювання стебел та волокон льону олійного за нормативними документами, призначеними для визначення якості льону-довгунцю, які використовуються в наш час (розділ 1 п. 1.2) та доцільність їхнього застосування. Результати досліджень узагальнено й подано на рис. 2.10 у вигляді схематичного та мікроскопічного зображення анатомічної будови стебел льону олійного та льону-довгунцю.

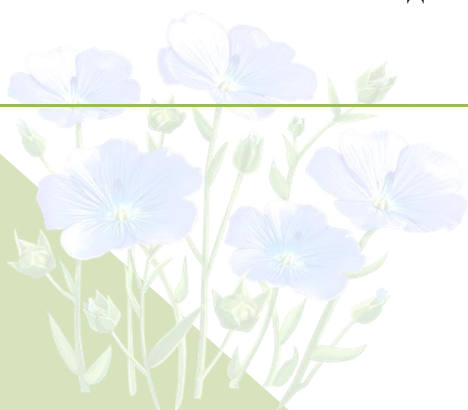
Аналіз отриманих мікрофотографій та схем анатомічної будови стебел льону олійного і льону-довгунцю дав можливість відзначити основні відмінності їхньої структури. У результаті якісного та кількісного анатомічного аналізу було складено узагальнені характеристики порівнюваних груп льону, які подано в таблиці 2.8.

<i>Схематичне зображення структури стебла льону олійного</i>		
<i>Схематичне зображення структури стебла льону-довгунця</i>		
1 – стебло льону; 2 – луб'яні пучки елементарних волокон; 3 – деревина; 4 – внутрішній канал; 5 – серцевина;		6 – пучок елементарних волокон; 7 – елементарне волокно; 8 – первинна оболонка; 9 – внутрішня оболонка елементарного волокна; 10 – порожнина волокна
<i>Схематичне зображення анатомічної будови стебла льону олійного</i>		
1 – кутикула; 2 – епідерміс; 3 – коропа паренхіма; 4 – елементарні волокна; 5 – серединні пластинки;	6 – луб'яна паренхіма; 7 – камбій; 8 – деревина; 9 – серцевина;	10 – пучки елементарних волокон
<i>Мікроскопічне зображення анатомічної будови стебел та волокон льону олійного</i>		
Поперечний зріз стебла	Поперечний зріз пучків волокон	Одиночне елементарне волокно
<i>Мікроскопічне зображення анатомічної будови стебел та волокон льону-довгунця</i>		
Поперечний зріз стебла	Поперечний зріз пучків волокон	Одиночне елементарне волокно

Рис. 2.10 – Анатомічна будова стебел льону олійного та льону-довгунця

Таблиця 2.8 – Порівняльна характеристика анатомічної будови стебел льону олійного та льону-довгунцю

№ з/п	Складові структури стебел двох груп льону	Групи льону	
		льон-довгунець	льон олійний
1	Луб'яний шар	- доволі товстий, майже суцільне кільце, максимум товщини – на 1/3 висоти стебла	- невелика товщина – у середньому 14,6 %; - максимальна товщина - на середині стебла
2	Товщина паренхіматичного шару	- незначна, зростає за всією довжиною стебла	- різко збільшується від прикореневої до верхівкової частини
3	Середній вміст паренхіми в стеблі	24,9 %	23,2 %
4	Середній вміст деревини	54,2 %	60,3 %
5	Луб'яні пучки	- щільно прилягають одне до одного, багатогранні, компактні, багаторядні	більш або менш нещільні, витягнуті, одно-, дво-, рідко трирядні
6	Форма луб'яних пучків	- п'яти-шестикутна форма і звужений повітряний канал	- бобоподібна та мають великий повітряний канал
7	Елементарні волокна	- багатогранні, товстостінні, з вузьким каналом та незначною шаруватістю	- овальні або округлі, тонкостінні, з широким каналом і сильно вираженою шаруватістю
8	Серединні пластинки	- тонкі, майже нездерев'янілі	- широкі, нерівномірні, з вузлами здерев'яніння
9	Середня довжина елементарних волокон	16 мм	9,5 мм
10	Чистота целюлози волокна	- доволі висока за всією довжиною стебла	- значно менша, особливе зниження спостерігається від верхівки до окоренка



Аналіз табл. 2.8 свідчить про те, що досліджувані групи льону в дійсності мають значні відмінності за структурою стебел. Ці відмінності, як відмічено у науковій роботі Горач О.О. [51], впливають на характер перебігу технологічного процесу росяного мочіння льону олійного, оскільки саме вони зумовлюють швидкість процесу розстилу та рівномірність відокремлюваності волокна від деревини за всією довжиною стебла, а отже, і якість виділеного з трести волокна та виготовлених із нього виробів [135].

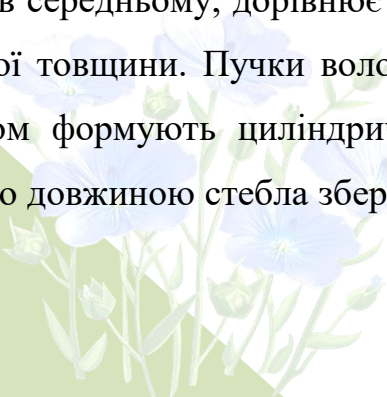
Наявність широких здерев'янілих серединних пластинок у луб'яних пучках, тонкостінних волокон овальної форми з великим каналом і різко вираженою шаруватістю часто зумовлюють низький вихід лубу із соломи (волокна з трести) льону олійного [135]. Це є причиною більш складного відокремлення волокна у верхівковій частині стебла порівняно з прикореневою частиною. Дані особливості є важливими в процесі приготування трести із соломи льону олійного, оскільки саме вони зумовлюють швидкість процесу розстилу та рівномірність відокремлюваності волокна від деревини за всією довжиною стебла, а отже, і якість виділеного з трести волокна та виготовлених із нього виробів.

У результаті аналізу отриманих мікрофотографій та схем анатомічної будови стебел льону олійного було відзначено основні особливості їхньої структури [134]. На поверхні стебло покрите одношаровим епідермісом із 30-40 дихальними отворами на 1 мм^2 , без волосків. У дуже товстих стебел кожна клітина епідермісу розділяється тонкими поперечними стінками на 2-5 розташованих одна на одній клітин. Біля основи дуже товстих стебел епідерміс місцями розривається. Виключаючи більш товсту зовнішню стінку та покривну кутикулу, стінки епідермісу мають однакову товщину. Вміст клітин – незначні залишки протоплазми. Первинна кора складається з 2-8 шарів. Зовні розташовані 1-7 шарів, сформованих із корової паренхіми, що оточує одношаровий, перетворений у крохмальний чохол епідерміс. Клітини зовнішнього шару корової паренхіми з'єднані одна з одною без проміжків, тоді як між іншими клітинами є великий міжклітинний простір. За винятком товстих

стебел, клітини паренхіми являють собою витягнуті в довжину чотирикутні призми.

Оболонки клітин корової паренхіми достатньо тонкі та сформовані двома стінками сусідніх клітин і серединною пластинкою, що знаходиться між ними. Вміст цих клітин – більш-менш значні залишки протоплазми. Щільність паренхіматичного шару збільшується від окоренка до верхівки, де міститься значна кількість нещільної деревини. Товщина корової та луб'яної паренхіми різко збільшується від прикореневої до верхівкової частини. Клітини луб'яної паренхіми, розташовані між волокнистими пучками, мають на поперечному зрізі неправильну форму, їхній радіальний розмір у більшості випадків перевищує тангенціальний. Міжклітинні проміжки зустрічаються рідко. Вміст клітин – залишки протоплазми, іноді крохмаль. Ксилема має дуже різну товщину як за довжиною стебла, так і за його товщиною. Вона сформована із судин, трахеїд і паренхіми. Серцевина у вигляді тонкого шару клітин оточує центральну порожнину стебла. Слід зазначити, тканини, що знаходяться в стеблі льону олійного, їхній розмір, кількість, взаємне розташування, особливо в прикореневій частині стебла, можуть бути різними у товстих і тонких рослин навіть одного сорту.

Пучки волокон льону-олійного розташовані у вигляді одного кільця під крохмаленосним шаром первинної кори. У кожному стеблі міститься 14-45 волокнистих пучків. Їхня кількість змінюється залежно від зони стебла та його товщини. Луб'яні пучки нещільні, витягнуті, одно-, дво-, рідко трирядні і складаються з сильно витягнутих клітин, розташованих уздовж стебла. Клітини, що складають пучок, називаються елементарними або одиничними волокнами. У луб'яному пучку вони з'єднані один з одним структурно серединними пластинками з пектину. Кількість елементарних волокон у пучку, що, в середньому, дорівнює 30, не однакова в різних зонах стебла та в стеблах різної товщини. Пучки волокон склеюються один із одним пектином і таким чином формують циліндричну оболонку. Луб'яні пучки льону олійного за всією довжиною стебла зберігають свою витягнуту овальну або округлу форму,



але стають більш товстостінними, з вужчим каналом і менш вираженою шаруватістю.

Товщина волокон змінюється зовсім інакше, ніж їхня кількість. Середня величина поперечного перерізу волокна досягає найбільшого значення в прикореневій частині й поступово зменшується у верхівковій частині стебла.

Усі волокна льону первинного походження. Їхня кількість, починаючи від стадії утворення волокнистих пучків, збільшується за рахунок диференціації елементів, сформованих конусом наростання, досягає максимуму у фазі ранньої жовтої стиглості, а потім зменшується. Еластичність волокна льону олійного виражена недостатньо, що зумовлено багатогранною формою луб'яних волокон, їхньою товстостінністю, широким каналом, товстою серединною пластинкою із середнім ступенем здерев'яніння. Ступінь здерев'яніння серединних пластинок у стеблі льону олійного доволі високий, що пов'язано зі збиранням цієї культури у фазі повної стиглості насіння, та спостерігається велика кількість здерев'янілих вузлів. Елементарні волокна мають овальну або округлу форму, тонкостінні з широким каналом і сильно вираженою шаруватістю. Внаслідок здійснюваного на них тиску елементарні волокна сильно прилягають одне до одного, а їхня первісна округла форма переходить у п'яти- або шестикутну. Цю форму волокна мають на більшій частині стебла, за винятком прикореневої частини та верхівки [51, 129, 134, 135].

Відомо, що на якість волокна впливають агротехнологічні прийоми вирощування даної культури, тобто строки збору врожаю, режими і види технологій збирання насіння, а також вибір селекційного сорту [135]. Як показують дослідження [129, 135] вміст і якість волокна різних сортів льону олійного можна дослідити за його анатомічною будовою. Результати з визначення кількості елементарних волокон на поперечних зрізах стебел різних сортів льону олійного і льону-довгунцю подано в таблиці 2.9.



Таблиця 2.9 – Кількість пучків та елементарних волокон у пучках різних сортів льону олійного та льону-довгунцю

№ з/п	Група льону	Сорт льону	Кількість пучків, шт.	Кількість волокон у пучках, шт.					Загальна кількість волокон, шт.
				1	2	3	4	5	
1	Льон-довгунець	Чарівний	55	44	31	44	33	40	2112
2	Льон олійний	Айсберг	50	19	21	19	17	18	924
		Віра	40	22	28	38	22	30	940
		ВНІМК	43	16	15	14	18	13	1120
		Дебют	37	17	18	12	17	20	654
		Золотистий	53	21	20	24	13	26	622
		Ківіка	69	13	12	17	25	15	1102
		Орфей	42	8	11	23	18	18	1132
		Південна ніч	60	17	14	13	15	18	655
	Ручеек	48	11	23	17	14	16	778	

Аналіз табл. 2.9 свідчить про те, що найбільша кількість пучків елементарних волокон міститься в сорті льону олійного, Ківіка, але кількість волокон у пучку для цього сорту льону не значна. З досліджувальних сортів льону олійного, саме цей сорт відрізняється найбільшою кількістю пучків на поперечному зрізі – 69, тобто з нього можна очікувати найвищий вихід волокна.

У льоні-довгунці сорту «Чарівний» середня кількість пучків – 55, але волокон у пучках майже у два-три рази більше, ніж у льону олійного досліджуваних сортів. У пучках льону-довгунцю елементарні волокна ущільнені, розташовані близько одне до одного і їхня кількість становить 2112 шт., а льону олійного – 1132 до 622 шт.

Довжина і товщина поперечного перерізу елементарних волокон льону олійного коливається в межах різних сортів [134] (табл. 2.10). Числове

значення, що характеризує відношення довжини елементарного волокна до його поперечного перерізу, називається коефіцієнтом прозенхімності [129].

Таблиця 2.10 – Довжина, прозенхімність і лінійна щільність елементарних волокон різних сортів льону олійного

№ з/п	Сорт льону олійного	Середня довжина елементарного волокна, мм	Середня товщина елементарного волокна, мк	Середній коефіцієнт прозенхімності	Лінійна щільність елементарних волокон, мтекс
1	Айсберг	21,4	4	86	235
2	Віра	24,9	3	75	203
3	ВНІМК	32,6	6	196	255
4	Дебют	17,9	5	90	272
5	Золотистий	22,7	5	114	294
6	Ківіка	25,2	2,5	63	206
7	Орфей	22,2	4	89	326
8	Південна ніч	22,6	5	113	285
9	Ручеек	22,7	4	91	270

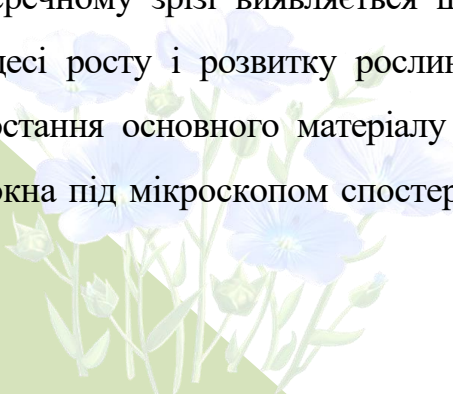
Аналіз даних табл. 2.10 свідчить, що у стеблах льону олійного залягають елементарні волокна, що мають середню довжину від 17 до 33 мм із лінійною щільністю від 203 до 326 мтекс. Коефіцієнт прозенхімності різних сортів льону олійного має граничні значення від 63-196, що набагато нижче за показник льондовгунцю, який становить 1000-1500. Низький показник коефіцієнта прозенхімності свідчить про значну неоднорідність елементарних волокон льону олійного за довжиною і товщиною. Це є однією із причин зменшення показників міцності луб'яних пучків льону олійного і, як наслідок, не придатності виділених волокон для виготовлення чисто лляної пряжі. Така гіпотеза підтверджується переліком українських наукових робіт із переробки стебел льону олійного, в яких запропоновано використовувати одержані волокна переважно в технічному направленні (неткані, кручені вироби, целюлозно-паперові та композиційні

матеріали), а для текстильного застосування у разі виготовлення змішаної пряжі [32, 34-36]. До того ж, із літературних даних відомо, що, в середньому, довжина бавовняних волокон дорівнює 28-38 мм, а лінійна щільність цих волокон – 162 текс; лінійна щільність льону-довгунцю – 0,28 текс; а довжина модифікованого лляного волокна складає 41,1 мм [129]. Аналіз даних табл. 2.10 свідчить, що за лінійною щільністю і довжиною в кількості 72,5 % складають волокна, придатні для використання у бавовнопрядінні.

Пучки елементарних волокон льону олійного, на відмінну від пучків льону-довгунцю, розташовані менш щільно один до одного. Також, внаслідок відсутності анастомозу всі пучки виявляються менш пов'язаними між собою елементарними волокнами. Анастомозом називається явище, коли одне і теж елементарне волокно виявляється в складі двох-трьох найближчих пучків, що притаманне льону-довгунцю [129]. Цими особливостями пояснюється відмінність форм елементарних волокон двох груп льону. Таким чином, залежно від щільності з'єднання пучків і елементарних волокон у пучках, форма одиничних волокон льону олійного здебільшого є округлою або бобовидною, а вони нещільно прилягають одне до одного, а льону-довгунцю навпаки – компактна в формі багатокутника (рис. 2.9).

Кожне елементарне волокно є товстостінним, загостреним із обох кінців і має внутрішню порожнину – канал. Кінці елементарного волокна в пучку накладаються одне на одне утворюючи досить міцне з'єднання всіх елементарних волокон пучка [129, 134] (рис. 2.11).

Стінки елементарного волокна складаються з найтоншої первинної нитки – фібрил, що розташовуються в них під деяким кутом до поздовжньої осі волокна. З фібрилярністю волокон пов'язані всі характерні для них фізико-механічні і хімічні властивості. Структура елементарного волокна як в поздовжньому напрямку, так і в поперечному зрізі виявляється шаруватою. Шаруватість волокна утворюється в процесі росту і розвитку рослини, коли відбувається послідовне кільцеподібне наростання основного матеріалу волокна – целюлози. На стінках елементарного волокна під мікроскопом спостерігаються поперечні або кілька скошені складки,



звані зрушеннями (рис. 2.10). Зрушення з'являються в результаті механічних впливів на волокно у час його виділення з стебел і являють собою не що інше, як порушення внутрішніх сил зв'язку в радіальному напрямку, що виникає під час вигинів волокна. Зрушення негативно позначаються на якості волокна, знижуючи його міцність.

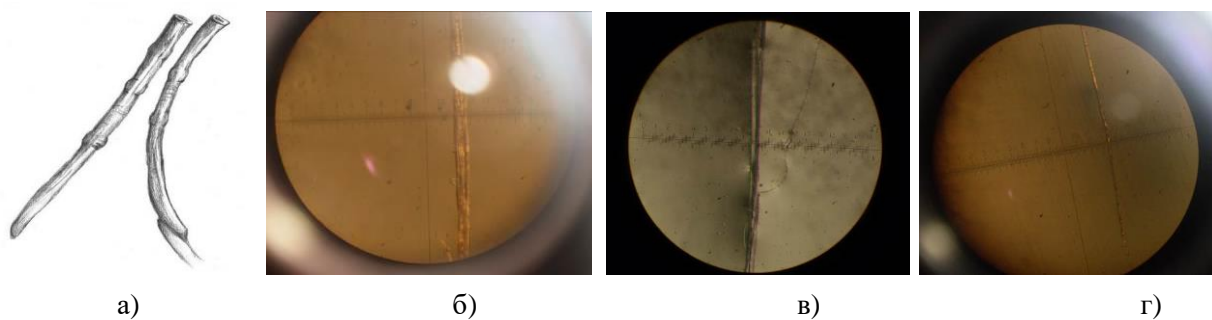


Рис. 2.11 – Мікроскопічне зображення повздовжнього виду пучка і елементарного волокна льону олійного: а) схематичне зображення з'єднання двох елементарних волокон по довжині; б) натуральне зображення пучка із соломи; в) натуральне зображення пучка із трести; г) натуральне зображення елементарного волокна [134]

У процесі первинної обробки стебел льону олійного виділяють волокнистий шар у вигляді комплексів волокон, що складаються з пучків [32, 36]. Зі стебел льону-довгунцю, у якого волокнистий шар складається з щільно розташованих і однакових за розміром пучків, а в пучках містяться рівномірні за діаметром та довщі за довжиною елементарні волокна з мінімальною внутрішньою порожниною, отримуються довгі волокна з кращими прядильними властивостями придатні для виготовлення чисто лляної пряжі [129].

Під час досліджень анатомічної будови стебел льону олійного було визначено, що кількість волокон у льону-довгунцю збільшується від прикореневої частини та досягає максимуму на 1/3 висоти стебла в зоні, де воно має найбільший діаметр, після чого знову повільно зменшується. У льону олійного максимальна кількість луб'яних волокон міститься в середній частині стебла. Максимальна кількість волокон у стеблі більш ніж у 4 рази перевищує кількість волокон у прикореневій частині. Приблизно така сама закономірність

спостерігається й відносно розподілу волокнистих пучків та кількості волокон у них. При цьому в стеблах льону олійного залягають короткі елементарні волокна, що унеможлиблює їхнє використання для виготовлення чисто лляної пряжі, а запропоновано використовувати у технічному напрямленні з метою виготовлення широкого асортименту продукції, а у текстильному – лише для виготовлення змішаної пряжі.

Таким чином, на основі проведених досліджень анатомічної будови стебел льону олійного було виявлено, що загалом анатомічні особливості впливають на процеси декортикації стебел або технологічного оброблення трести, одержання трести. Порівняльний аналіз анатомічної будови стебел льону олійного та льону довгунцю виявив, що льон олійний – це принципово нова луб'яна сировина і її не можна оцінювати за нормативними документами, що призначені для визначення якості льону-довгунцю, оскільки вони мають значні відмінності. При цьому зроблені важливі висновки, що за анатомічною характеристикою головними показниками якості стебел, які свідчать про їхню технологічну цінність як промислової сировини, є вміст і структура волокнистої частини, тобто луб'яного шару стебла та рівномірність відокремлюваності волокна від деревини за всією довжиною стебла, а волокон – їхня довжина та лінійна щільність. Ці показники залежить від виду технологічних процесів оброблення стебел та волокон, а їхнє числове значення прогнозує галузь застосування.

Хімічний склад стебел та волокон льону олійного. Головними хімічними компонентами лляного стебла є целюлоза й вуглеводи (геміцелюлоза, пектинові речовини та лігнін), а її чистота впливає на еластичність, гнучкість та міцність волокон, що залягають у стеблах. Взагалі рослина льону складається приблизно з 50 хімічних речовин, а в стадії зеленої стиглості ця кількість сягає 60, і кожна з них необхідна для виконання певних життєвих функцій. У їхньому утворенні бере участь більшість хімічних елементів. Через низький вміст у рослині значну кількість їх називають мікроелементами [32, 41]. Целюлоза є основною складовою клітинних стінок лубу та деревини. Це складна й досить стійка органічна речовина, що добре витримує температуру до 100 °С, не піддається дії лугів, але в сильних кислотах руйнується. Механічна міцність целюлози обумовлюється міцністю самих волокон. Найбільша кількість целюлози міститься у

вибіленому волокні, а менша – у волокні, одержаному з трести, та лубі, який отримують зі стебел соломи (табл. 2.11).

Таблиця 2.11 – Хімічний склад продукції, одержаної зі стебел льону олійного

№ з/п	Найменування компонентів	Середній вміст компонентів льонопродукції, %		
		луб	волокно	вибілене волокно
1	Целюлоза	54,58-67,33	61,28-73,17	92,40-98,45
2	Лігнін	1,89-2,09	1,24-4,25	0,5-0,84
3	Пектинові речовини	8,85-12,18	6,26-7,65	залишки
4	Воскоподібні речовини	*	2,5-3,0	*
5	Дубильні речовини	*	2,0	*
6	Зола	*	1,0	*
7	Пігменти (хлорофіл і каротиноїди)	зелений, жовтий або помаранчевий колір		

Примітка: * не досліджено.

У науковій роботі Мєняйло-Басистої І.О. [41] було удосконалено процес приготування трести льону олійного та її механічного оброблення із застосуванням хімічних речовин із метою одержання високоякісного волокна для виготовлення целюлозно-паперових і композиційних матеріалів. Під час проведених досліджень було визначено хімічний склад соломи і одержаних за розробленими технологіями трести, волокон та костриці льону олійного (табл. 2.12).

Таблиця 2.12 – Хімічний склад льонопродукції зі стебел льону олійного [41]

№ з/п	Найменування компонентів	Середній вміст компонентів льонопродукції			
		1	2	3	
		солома	треста	волокно	костриця
1	Целюлоза, %	46,87-53,33	58,28-61,77	67,95-81,27	38,2-43,54
2	Лігнін, %	16,66-23,18	5,69- 8,45	1,37-2,2	21,14-24,17
3	Пектинові речовини, %	20,49-26,28	6,85- 9,93	5,54-6,84	10,43-14,72
4	Зола, %	3,13-3,68	2,09- 2,11	1,06-1,42	-

Примітка: 1 – стебла соломи льону олійного без оброблення хімічними препаратами; 2 – приготування трести із застосуванням хімічних композиційних препаратів; 3 – механічна переробка трести із застосуванням вологої обробки волокон хімічними препаратами (модернізований КПАЛ, Ч-600-Л, подрібнення, волога обробка, дворазове прочісування на ЧМД-4).

З аналізу табл. 2.11 і 2.12 бачимо, що хімічний склад стебел та волокон може змінюватися у процесі приготування трести та їхньої механічної обробки за умови застосування хімічних речовин, що мають здатність підвищувати інтенсифікацію біологічного видалення інкрустуючих речовин, тобто супутників целюлози та елементаризації волокна.

Целюлоза – це високомолекулярна сполука. Вона складається з макромолекул. Мікрохімічні дослідження свідчать, що макромолекули целюлози лляного волокна в процесі росту рослини розташовуються переважно в поздовжньому напрямку, хоча повної поздовжньої орієнтації молекул не спостерігається. Така структура зумовлює певні фізичні й хімічні властивості волокон. Найбільше значення з них має міцність елементарних волокон у поздовжньому напрямку, що забезпечує значну міцність волокон на розтяг. Місцеве впорядкування груп макромолекул, тобто скупчення паралелізованих ланцюгів, іноді називають фібрилами.

Весь технологічний процес первинної обробки луб'яної та лубоволокнистої сировини, і особливо її найголовніша операція – приготування трести, має забезпечити збереження целюлози від втрат та пошкодження. Встановлено, що під час росяного мочіння вміст целюлози у волокні значно зростає порівняно з її вмістом у лубі, одержаному із соломи, за рахунок видалення інших компонентів стебла, що руйнуються в процесі приготування лляної трести.

Таким чином, знання хімічного складу стебел льону в поєднанні з особливостями готової продукції льонопереробної галузі дає можливість впливати на вибір засобів обробки цих стебел та облагороджування їхньої луб'яної частини.

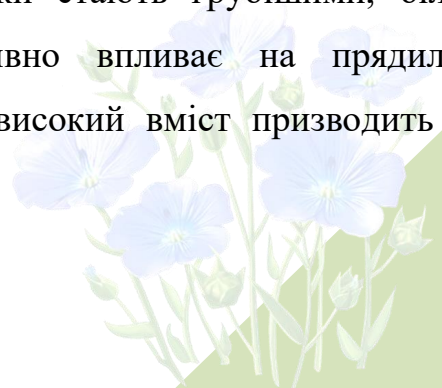
Встановлено, що чим вищий вміст целюлози у волокнистому шарі луб'яної рослини, тим вище прядильна здатність волокна. Інші супутники целюлози, а саме геміцелюлоза, пектинові речовини та лігнін, менш стійкі до дії кислот і лугів та мають меншу молекулярну масу. Особливе значення серед супутників целюлози мають пектинові речовини, що склеюють окремі

елементарні волокна в пучки й самі пучки із сусідніми тканинами стебла. Вони являють собою високомолекулярні сполуки, що складаються, головним чином, із ланок галактуранової кислоти.

У лляному стеблі пектинові речовини знаходяться у важкорозчинній формі. Відомо, що первинна обробка льону, і зокрема перша її стадія – приготування трести, полягає в руйнуванні пектинових речовин, що з'єднують луб'яний шар із прилеглими до нього тканинами. Однак під час приготування трести необхідно зберегти пектинові речовини, що з'єднують елементарні волокна всередині пучків (серединні пластинки). Навіть їхнє часткове руйнування призводить до втрати міцності волокна та погіршення інших показників якості. Пектинові речовини гігроскопічні й саме їхньою наявністю пояснюється висока гігроскопічність льону та інших луб'яних волокон. При цьому їхня гігроскопічність тим вища, чим більше пектинових речовин міститься у волокні. Відомо, що лляне волокно значно гігроскопічніше, ніж бавовняне, а волокно джуту, яке має ще більший вміст пектинових речовин, гігроскопічніше лляного.

Однак слід зазначити, що надмірна кількість пектинових речовин у луб'яному шарі, що має місце при великих проміжках між елементарними волокнами та невеликій їхній довжині, обумовлює грубість, крихкість і ламкість волокна. Таке волокно не може бути використано для отримання тонкої пряжі.

Важливою складовою частиною льону олійного є лігнін. Ця речовина містить більше вуглецю, ніж целюлоза. Лігнін міститься в серединних пластинках, що з'єднують елементарні клітини луб'яних тканин, а також у клітинах деревини та інших тканин. Коли рослина знаходиться у стадії ранньої стиглості, вміст лігніну незначний, але чим більша зрілість рослини, тим більше лігніну в ній міститься й серединні пластинки стають грубішими, більш крихкими та здерев'янілими. Лігнін негативно впливає на прядильні властивості луб'яних волокон, оскільки його високий вміст призводить до



здерев'янілості волокна. З урахуванням цього оптимальною стадією стиглості для збирання льону є рання жовта або жовта.

У стеблах льону олійного містяться також білкові речовини. Вони складають протоплазму клітин рослини, що рухлива в молодих клітинах, а згодом твердіє. Білки є головною складовою частиною будь-якого живого організму. Їхній вміст визначають з метою дослідження процесу вибілювання лляних виробів. Під час вибілювання велика частина азотистих речовин руйнується, але протоплазма, що міститься всередині клітин, частково залишається, знижуючи якість виробів.

Воскоподібні речовини (воски, жири, смолисті та інші речовини) містяться переважно в поверхневих шарах стебла та в луб'яних тканинах. Ці речовини завжди є і у волокні, оскільки переходять на нього внаслідок своєї рухливості з поверхневих шарів у процесі первинної обробки трести, а особливо її сушіння. Кількість воскоподібних речовин у лляному волокні становить 2,5-3,0 %, але може значно змінюватися залежно від умов переробки даної культури.

Існують різні теорії щодо впливу восків на прядильну здатність волокна. Найбільш імовірним є припущення про їхню позитивну роль у процесі витягування волокна в прядильному виробництві: при поздовжньому переміщенні волокон відносно одне одного завдяки наявності восків відбувається краще їхнє ковзання, що сприяє підвищенню рівномірності формованої пряжі та еластичності.

Пігменти мають важливе значення в житті рослин. До них відносяться хлорофіл і каротиноїди. Вони мають зелений, жовтий або помаранчевий колір і надають відповідне забарвлення стеблам на різних стадіях стиглості. У процесі обробки пігменти забарвлюють волокно в темні кольори, що ускладнює вибілювання продукції.

У клітинному соку луб'яних рослин, а також частково і в інших тканинах, містяться дубильні речовини. Завдяки здатності окислюватися дубильні речовини відіграють важливу роль у житті рослин, зокрема в їхньому диханні. Дубильні речовини частково зумовлюють і колір волокна. Утворення та

накопичення цих речовин спостерігаються при тривалому впливі сонця й нестачі в ґрунті вологи, азоту та калію. Припускають, що в лляному волокні міститься близько 2 % дубильних речовин. Велика кількість дубильних речовин негативно впливає на процеси біологічного мочіння соломи та перешкоджає розвитку пектиноруйнівної мікрофлори.

Луб'яні рослини мають у своєму складі зольно-мінеральну частину. Відомо, що в процесі росту рослини отримують із ґрунту різні елементи живлення. Основними з них є азот, калій і фосфор, але, крім них, рослини споживають кальцій, магній, сірку, залізо, натрій, хлор, кремній, бор, марганець, мідь, цинк, кобальт, фтор тощо. Кількість мінеральних елементів у рослинах визначається озоленням, тобто перетворенням досліджуваного матеріалу в золу. Середня кількість золи в лляному волокні становить приблизно 1 %, однак цей показник коливається залежно від ступеня стиглості рослини, кількості внесених добрив та частини рослини за довжиною [129].

Аналізуючи результати визначення хімічного складу стебел льону олійного (лубу й волокна), можна зробити висновок, що їхніми головними хімічними компонентами є целюлоза, пектинові речовини та лігнін. Їхній вміст впливає на якість одержаного волокна та характер перетворення соломи в тресту. Так, високий вміст целюлози впливає на міцність елементарних волокон у поздовжньому напрямку, що забезпечує значну міцність волокон на розтяг. Наявність пектинових речовин обумовлює міцність волокон, склеюючи окремі елементарні волокна, та їхню гігроскопічність. Однак їхній високий вміст призводить до грубості, крихкості та ламкості волокон. Вміст лігніну збільшується в процесі росту та розвитку рослини, а його високі показники спричиняють грубість, крихкість та здерев'янілість волокон.

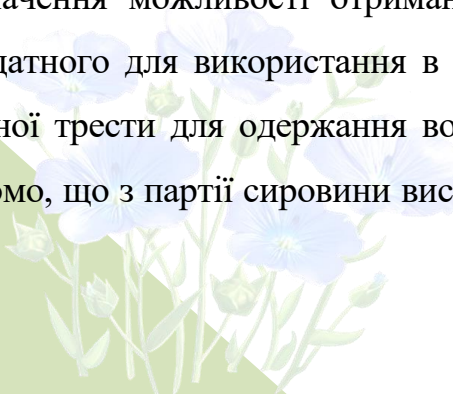
За умови використання хімічних препаратів у процесах приготування трести та її механічній обробці змінюється хімічний склад стебел та волокон льону олійного. Такі технологічні заходи дають можливість скоротити термін приготування трести та одержувати волокна з різними фізико-механічними характеристиками з метою виготовлення високоякісних матеріалів.

Таким чином, на основі проведеного детального аналізу морфологічних та анатомічних ознак, хімічного складу стебел льону олійного можна зробити теоретичне припущення: головними показниками, що впливають на загальний рівень якості стебел та зумовлюють їхню технологічну цінність як промислової сировини, є довжина стебел, товщина стебел та вміст волокнистої частини в стеблах.

З метою виконання третього етапу – вибору номенклатури (рис. 2.8) подальші наукові дослідження мають бути спрямовані на вивчення впливу визначених основних морфологічних (довжина й товщина стебел) і анатомічних (вміст волокнистої частини в стеблах) ознак, хімічного складу (целюлоза, пектинові речовини та лігнін) стебел льону олійного на загальний рівень якості луб'яної сировини (солони, трести та волокон) отриманої на їхній основі як промислової сировини.

2.4.2. Вибір номенклатури показників якості солони, трести та волокон льону олійного як промислової сировини. Луб'яну сировину зі стебел льону олійного для промислового застосування називають солонию, якщо зі стебел видалені насінніві коробочки або трестою, що одержується за певною технологією приготування з солони. Після комбайнового збирання насіння стебла скошують у валки, з яких формують рулони або тюки. У таких паковках сировина надходить на переробне підприємство. На сучасних льонопереробних комплексах, де використовують інноваційні технології, залежно від якості сировини та сфери застосування кінцевого продукту можуть переробляти як солону з метою отримання лубу, так і тресту, з якої одержують волокно.

Загальні принципи оцінки якості сировини зі стебел льону олійного. Головною метою проведення оцінки якості солони (трести) є визначення можливості отримання з неї достатньої кількості лубу (волокон), придатного для використання в різних галузях промисловості, чи приготування якісної трести для одержання волокна широкого функціонального призначення. Відомо, що з партії сировини високої якості можна отримати високоякісну готову



продукцію з достатнім відсотком виходу лубу (волокна). І навпаки, якщо з партії соломи (трести) одержують невисокий вихід лубу (волокна) чи його якісні характеристики є низькими, то зрозуміло, що сама партія сировини мала низькі показники якості, а отже, повинна оцінюватися нижче.

Під час попередніх досліджень було визначено основні морфологічні та анатомічні ознаки, що можуть характеризувати стебла льону олійного як луб'яну сировину для декорткації стебел і виділення з них лубу або приготування трести та отримання волокна. Однак таких характеристик, як довжина стебел, їхня товщина та структура луб'яного шару не достатньо для здійснення їхньої виробничої оцінки як сировини промислового призначення.

На сьогодні оцінка лляної соломи, трести та волокон здійснюється за стандартами, де встановлено основний перелік технологічних властивостей, що у своїй сукупності найбільш точно характеризують якість даної сировини. Ці властивості безпосередньо пов'язані з виходом і якістю волокна, його прядильною здатністю. Завдання полягає в тому, щоб під час визначення показників і математичної обробки результатів отримати якомога меншу похибку в оцінці якості сировини. Тому перелік цих властивостей періодично уточнюється, а методи їхнього визначення удосконалюються з метою забезпечення найбільш повної оцінки продукту та скорочення витрати часу на проведення аналізу.

Технологічні властивості соломи, трести і волокон льону олійного. Технологічні властивості соломи льону олійного зумовлюються її фізико-механічними характеристиками, до яких відносять: вологість, засміченість, групу кольору, вихід лубу (масова частка лубу в стеблах), загальну та технічну довжину та діаметр стебел. Для трести відповідно: вологість, засміченість, показник кольору волокна, вихід волокна (масова частка волокна в тресті), загальна й технічна довжина та діаметр стебел.

До загальних стандартів на лубоволокнисту сировину з льону-довгунцю включено такі технологічні властивості, як міцність і придатність соломи. Визначення придатності соломи проводять за умови середньої довжини стебел не менше ніж 60,0 см, а міцності – 15,0 даН. До того ж, придатність стебел або

трести льону-довгунцю визначається лише для встановлення відсоткового вмісту стебел завдовжки не менше ніж 60,0 см, у яких залягають довгі волокна. За цим показником прогнозують можливість отримання якісної продукції.

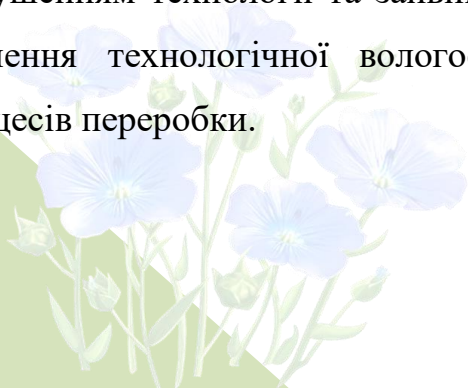
Середня довжина стебел льону олійного коливається в діапазоні 25,0-90,0 см, а технічна довжина – 15,0-78,0 см, що залежить від виду та сорту даної культури. Взагалі льон олійний вирощують переважно для одержання насіння, а його стебла вважаються побічним продуктом і вибір виробником того чи іншого виду або сорту льону олійного залежить від насінневої врожайності. Тому стебла даної групи льону переробляються, головним чином, як некондиційна солома або треста льону-довгунцю, що має в загальній масі стебла, дуже неоднорідні за довжиною, діаметром та ступенем стиглості. Продуктом переробки трести чи соломи є коротке волокно або луб, міцність яких оцінюють згідно з методикою визначення розривного навантаження скрученої стрічки.

Таким чином, у нашому випадку придатність і міцність стебел льону олійного не розглядаються як показники їхньої якості.

Відомо, що лубоволокнистій сировині притаманна така властивість, як гігроскопічність, тобто здатність поглинати вологу з навколишнього середовища або, навпаки, віддавати її. Прийнято розрізняти такі поняття, як вологість матеріалу (фактична вологість), технологічна вологість та нормована (кондиційна) вологість.

Вологість соломи (трести) льону олійного – це відношення маси вологи до маси абсолютно сухої соломи (трести), виражають у відсотках.

Технологічна вологість – це вологість сировини, при певному значенні якої вона має фізико-механічні властивості, найбільш сприятливі для проведення певних технологічних операцій промислової переробки. За умови збільшення або зменшення такої вологості виробничі процеси відбуваються з порушенням технології та зайвими втратами продукції. У табл. 2.13 наведено значення технологічної вологості лубоволокнистої сировини для певних процесів переробки.



Дотримання цих умов сприяє зменшенню пиловиділення та пошкодження волокон у процесі механічної обробки, що забезпечує зниження обривності в прядінні та ткацтві; зменшується електризація пачосів і короткого волокна під час переробки на обладнанні підготовчого відділу.

У зв'язку зі зміною маси гігроскопічних матеріалів залежно від їхньої вологості не можна не враховувати значення вологості під час вагового обліку. Як відомо, лубоволокнисту сировину або продукцію (солону, тресту, волокно) можна приймати від постачальників і здавати на виробництво за масою, яка збільшується під час підвищення вологості та зменшується за умови її зниження.

Таблиця 2.13 – Технологічна вологість лубоволокнистої сировини

№ з/п	Найменування сировини	Значення технологічної вологості, %
1	М'яття та тіпання соломи або трести	10,0-13,0-16,0
2	Отримання короткого волокна	6,0-8,0
3	Чесання тіпаного льону	11,0-12,0
4	Приготування до прядіння чесаного льону	12,0-14,0
5	Приготування пачосів і короткого лляного волокна	15,0-19,0
6	Прядіння льону	10,0-11,0
7	Ткацтво льону	10,0-12,0

Особливо помітно змінюється вологість сировини за порами року: взимку при низькій температурі навколишнього середовища вона максимальна, а влітку падає до мінімуму. Маса сировини, прийнятої взимку, різко зменшується влітку і, навпаки, маса сировини, прийнятої влітку, взимку збільшується. У зв'язку з цим встановлено, що маса матеріалів під час обліку повинна бути прийнята такою, яку партія має при цілком певній встановленій стандартом вологості. Така вологість називається кондиційною або нормованою.

Нормована вологість забезпечує збереження якості сировини та продукції під час її зберігання, реалізації та транспортування (табл. 2.14).

Таблиця 2.14 – Нормована вологість лубоволокнистої сировини

№ з/п	Найменування сировини	Значення нормованої вологості, %
1	Солома або треста льону	18,0-19,0
2	Довге лляне волокно	13,0-14,0
3	Коротке лляне волокно та пачоси	12,0-15,0

За умови збільшеного показника нормованої вологості може виникнути нагрівання матеріалу, поява цвілі, руйнування пектинових речовин із втратою міцності та інших цінних якісних характеристик сировини й продукції.

Маса партії під час кондиційної вологості називається кондиційною або нормованою. Кондиційна маса більше фактичної в тому випадку, якщо вологість матеріалу нижче кондиційної вологості, і менше фактичної, коли вологість його перевищує кондиційну. У разі відхилення фактичної вологості соломи або трести льону олійного від нормованої масу партії з фактичною вологістю перераховують на масу партії соломи або трести льону олійного з нормованою вологістю (m_n) у кілограмах за формулою:

$$m_n = m_\phi \cdot \frac{100 + W_n}{100 + W_\phi}, \quad (2.35)$$

де m_ϕ – маса партії соломи льону олійного з фактичною вологістю, кг;

W_n – нормована вологість соломи або трести, %;

W_ϕ – фактична вологість соломи або трести льону олійного, %.

Волокно льону олійного приймають за кондиційною масою з урахуванням вологості, вмісту костриці та сміттєвих домішок.

Кондиційну масу партії m_k , кг, обчислюють за формулою:

$$m_k = m_\phi \cdot \frac{100 + W_n}{100 + W_\phi} \cdot \frac{100 - K_\phi}{100 - K_n}, \quad (2.36)$$



де m_{ϕ} – фактична маса партії, кг;

W_n – нормована вологість волокна льону олійного, %;

W_{ϕ} – фактична вологість волокна льону олійного, %;

K_{ϕ} – фактична масова частка костриці та сміттєвих домішок, %;

K_n – нормована масова частка костриці та сміттєвих домішок, %.

За фактичною вологістю волокна льону олійного нижче ніж 8 % партію приймають за фактичною масою з урахуванням вмісту костриці та сміттєвих домішок. Кондиційну масу партії m_k , кг, обчислюють за формулою:

$$m_k = m_{\phi} \cdot \frac{100 - K_{\phi}}{100 - K_n}. \quad (2.37)$$

Фактичну вологість волокна льону олійного W_{ϕ} , %, обчислюють за формулою:

$$W_{\phi} = \frac{m_n - m_c}{m_c} \cdot 100, \quad (2.38)$$

де m_n – початкова маса проби, г;

m_c – постійна маса проби після висушування, г.

Отже, вологість є дуже важливим показником якості, оскільки вона впливає на вибір технологічного режиму переробки, умови зберігання та транспортування. Промислову переробку соломи (трести) та волокон льону олійного необхідно проводити при технологічній вологості 6-8 % та 15,0-19,0 %, а приймати сировину на виробничий комплекс за нормованою (розрахунковою) вологістю – 19 % та 12,0-15,0 % відповідно.

Засміченість соломи (трести) льону олійного – це відношення маси стебел соломи (трести) льону олійного, очищених від сміттєвих домішок: зіпсованих (гнилих) стебел, уражених грибковими захворюваннями (іржа, фузаріоз по іржі, поліспороз, антракноз, бактеріоз, аскохітоз тощо), злакових та дводольних бур'янів, ґрунтових залишків, до її початкової маси, виражають у відсотках.

Солому (тресту) льону олійного приймають на переробний комплекс із урахуванням показника нормованої (розрахункової) засміченості, що повинен становити 5 %.

У разі відхилення фактичної засміченості соломи (трести) льону олійного від нормованої, масу партії з нормованою вологістю (m_n) перераховують на масу партії соломи льону олійного з нормованою вологістю та засміченістю (m_{nc}) у кілограмах за формулою:

$$m_{nc} = m_n \cdot \frac{100 - C_\phi}{100 - C_n}, \quad (2.39)$$

де C_ϕ – фактична засміченість соломи льону олійного, %;

C_n – нормована засміченість соломи льону олійного (5 %), %.

Показником засміченості волокон льону олійного являється вміст костриці та сміттєвих домішок. Костриця – це залишки деревини стебел у волокні льону олійного, а сміттєві домішки – це залишки бур'янів та інших неволокнистих домішок у волокні льону олійного.

Масову частку костриці та сміттєвих домішок у волокні K_c , %, обчислюють за формулою:

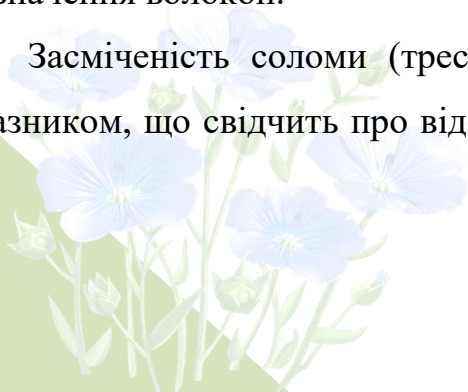
$$K_c = \frac{m_1}{m} \cdot 100, \quad (2.40)$$

де m_1 – маса костриці та сміттєвих домішок, г;

m – початкова маса наважки, г.

За значенням показника засміченості волокон визначають необхідність застосування технологічних операцій та їхніх режимів, а також функціональне призначення волокон.

Засміченість соломи (трести) та волокон льону олійного є важливим показником, що свідчить про відсотковий вміст сміттєвих домішок у загальній



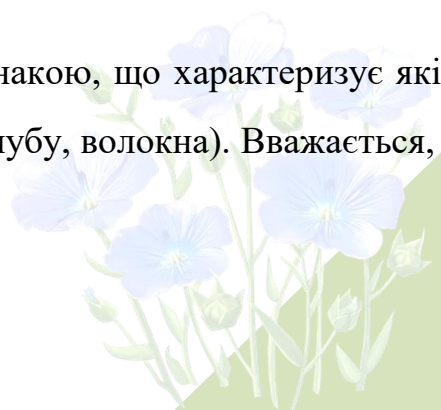
партії сировини й дозволяє прогнозувати якість потенційної продукції та її галузеве застосування.

Група кольору соломи є важливою якісною характеристикою лубоволокнистої сировини, що пов'язана з такою характерною особливістю стебел, як колір. Колір стебел свідчить про наявність грибкових захворювань, плісняви та ступінь стиглості рослини в цілому. Взагалі розрізняють чотири ступені (фази) стиглості льону: зелену, ранню жовту, жовту та повну стиглість. Назва фаз стиглості пов'язана з кольором стебел.

Зелений колір стебло має на ранній стадії дозрівання. У цей час його зазвичай не збирають, оскільки врожай насіння в такого льону низький, а волокно недостатньо міцне. Однак, як свідчать наукові дослідження, саме у фазі зеленої стиглості в стеблах залягають тонкі, шовковисті, більш гнучкі волокна.

Жовто-зелений колір лляного стебла свідчить про те, що його волокниста частина досить м'яка, гнучка, міцна, але вже не така тонка й шовковиста, як при зеленій стиглості. Волокна деякою мірою здерев'янілі, але відсоток волокнистої маси збільшується та підвищується міцність волокна. Зазвичай стебла льону-довгунцю масово збирають, коли їм притаманний жовто-зелений колір. Пізніше стебло набуває жовтого кольору. Волокно, що залягає в таких стеблах, досить здерев'яніле, стає грубішим і крихким. Після жовтої стиглості стебло набуває темного забарвлення, спочатку світло-коричневого, а потім – темно-коричневого. Волокно при цьому також темніє та стає ще більш здерев'янілим. Воно вже не придатне навіть для отримання пряжі середньої лінійної щільності. Потемніння стебел може виникнути не тільки в результаті перестиглості рослини, а й через вилягання посіву та посуху після дощової погоди в період збирання та просушування. У цьому випадку зазвичай не очікується високої якості продукції, що може бути отримана з цієї сировини.

Таким чином, колір стебла є важливою ознакою, що характеризує якість сировини (соломи, трести) та готової продукції (лубу, волокна). Вважається, що



найкращу якість мають волокна, одержані зі стебел зеленувато-жовтого або світло-жовтого кольору.

Систематичні експериментальні дослідження впливу різних ступенів стиглості стебел льону олійного групи межеумку на їхні морфологічні, анатомічні ознаки та технологічні властивості досліджено вченою Федосовою Н.М. Отримані результати узагальнено та наведено в табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Вплив ступеня стиглості стебел льону-межеумку на їхні морфологічні та анатомічні ознаки

№ з/п	Морфологічні та анатомічні показники	Значення показників			
		зелена стиглість	рання жовта стиглість	жовта стиглість	повна стиглість
1	Загальна довжина, см	52,8	55,7	54,8	54,6
2	Технічна довжина, см	35,8	38,4	37,6	38,1
3	Діаметр, мм:	-	-	-	-
	– ½ верхньої третини	1,1	1,2	1,2	1,2
	– середина	1,5	1,6	1,6	1,6
	– ½ нижньої третини	1,8	1,9	1,9	1,9
4	Збіжність, мм	0,69	0,77	0,71	0,77
5	Миклість	270	295	270	286
6	Кількість розгалужень у суцвітті, шт.	12	13	14	14
7.	Маса 1000 насінин, г	4,8	6,4	7,8	7,3
8	Масова частка лубу, %	32,9	29,3	30,2	32,7

Аналізуючи результати теоретичних досліджень з вивчення основних закономірностей зміни кольору стебла, можна дійти висновку, що така ознака, як ступінь стиглості, має суттєвий вплив на зміну морфологічних та анатомічних особливостей самої сировини (соломи, трести) і, як наслідок, готової продукції (лубу, волокна).

Наш об'єкт дослідження – льон олійний, що висівають переважно для одержання насіння, а його біологічна зрілість, у цілому, досягається у фазі повної стиглості. Саме тоді зазвичай проводять масове збирання врожаю.

Компанії економічно розвинених країн у доступних сучасних ЗМІ анонімно висловлюються про те, що для їхнього господарства було селекціоновано спеціальні сорти льону олійного, що можна збирати у фазі ранньої стиглості. Це здійснено з метою двостороннього використання для одержання волокон зі збереженням їхніх якісних характеристик, при цьому не втрачається кількість насіння, його стиглість та оліїстість. Отримане волокно застосовують у виробництві високоякісної змішаної пряжі для виготовлення побутового текстилю та санітарно-гігієнічних виробів. На даний час інформація про назви сортів не доступна [28, 35, 74-78, 81, 95-97].

У зв'язку з цим визначати групу кольору соломи льону олійного за методикою, розробленою для соломи льону-довгунцю, згідно з ГОСТ 28285-89, не доцільно, оскільки цей документ не чинний в Україні та передбачаються суттєві зміни в кольорі самої сировини. Тому під час експериментальних досліджень, враховуючи ступінь стиглості стебел, було встановлено групи кольору соломи льону олійного за рівнем якості. Отримані результати узагальнено та подано у вигляді табл. 2.16.

Таблиця 2.16 – Встановлення групи кольору соломи льону олійного

Група кольору соломи	Кількість порцій (жмень) соломи за кольором у загальній наважці		
	жовта й жовто-зелена	темно-жовта й жовто-бура	бура й темно-сіра
I	від 6 до 10 включно	не більше 4	-
II	менше 6	до 10 включно	не більше 4
III	менше 6	менше 6	від 5 до 10 включно

Колір трести, характеризуючи світловий тон забарвлення, залежить від вмісту нецелюлозних домішок у волокнистому шарі трести льону олійного.

Згідно з ДСТУ 4149:2003 [52] на лубоволокнисту сировину розрізняють чотири групи кольору волокна за стандартними зразками кожна з яких, відображає вміст лігніну і ступінь вилежаності трести (табл. 2.17).

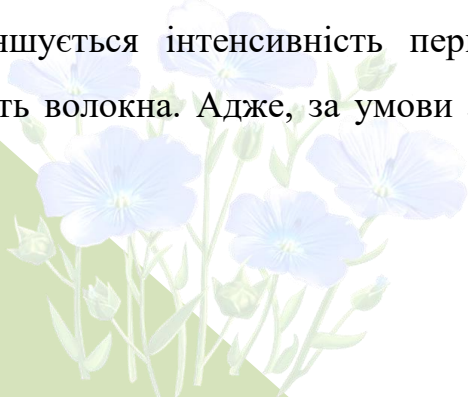
Визначення кольору волокна з трести льону олійного можна проводити як органолептичним, так і інструментальним методом (прилад ОВЛ-1) встановлюючи таку якісну характеристику як показник кольору волокна.

Таблиця 2.17 – Характеристика кольору волокна із трести за стандартними зразками

Група кольору волокна	Характеристика кольору волокна	Вміст лігніну, %	Ступінь вилежаності трести льону олійного залежно від кольору
I	Буре, буре із зеленим відтінком	3,75-4,00	недолежана та підгнила треста
II	Жовте, темно-сіре та темно-сіре із зеленим або жовтим відтінками	3,25-3,75	нормальна вилежана, але неоднорідна за кольором
III	Сіре та сіре із зеленим або жовтим відтінками	2,50-3,25	нормальна вилежана та однорідна за кольором
IV	Світло-сіре	1,50-2,50	підвищена відокремлюваність та однорідна за кольором

Однорідність кольору волокна в тресті льону олійного свідчить про рівномірність технологічного процесу її приготування, а отже і достатній ступінь вилежаності. Неоднорідність кольору волокна свідчить про порушення цих норм, тобто мікробіологічного процесу вилежування трести, наявність грибкових захворювань чи плісняви, в результаті чого знижується якість одержаного волокна [137].

Якість трести визначається також і тим, наскільки легко буде відділятися волокно від деревини стебел. Бажано, щоб волокно легко відділялось, тоді зменшується інтенсивність первинного оброблення стебел і поліпшується якість волокна. Адже, за умови застосування інтенсивних механічних дій для



оброблення стебел, можуть погіршуватись якісні показники волокна, тобто зменшується їхня міцність та довжина.

Тривалість технологічного процесу перетворення лляної соломи в тресту на льониці обмежується терміном вилежування трести, що визначається за фізико-механічними показниками: відокремлюваністю, вмістом волокна, розривним навантаженням і гнучкістю.

Наукова робота Горач О.О. [51], присвячена удосконаленню процесу приготування трести зі стебел льону олійного із застосуванням штучного зволоження. Під час цієї роботи, для визначення оптимальних умов технологічного процесу приготування трести льону олійного, було досліджено залежність її ступеня вилежаності від кількості зволожень на добу та терміну розстилу соломи, а також вплив останніх на якісні характеристики волокон: міцність і гнучкість. Для проведення експериментальних досліджень було використано стебла льону олійного сортів Південна ніч, Айсберг, Дебют. Узагальнені результати досліджень наведено в табл. 2.18.

Таблиця 2.18 – Відокремлюваність волокна льону олійного від деревини при дворазовому зволоженні стебел

Номер досліду	Сорт льону олійного		
	Південна ніч	Айсберг	Дебют
Відокремлюваність, од.	3,8-7,0	3,7-7,4	4,2-7,1
Міцність, даН	17,1-20,5	17,8-19,5	17,5-23,7
Гнучкість, мм	23,9-34,5	22,1-35,4	25,2-32,9

Аналізуючи табл. 2.18 можна зробити такі висновки, що зі збільшенням показника відокремлюваності трести покращуються якісні характеристики волокна.

Як відомо, на тривалість процесу перетворення лляної соломи в тресту великий вплив має будова епідермального та паренхіматичного шару – покривних тканин. За результатами аналізу анатомічної будови стебел льону олійного виявлено наявність щільної і грубої кутикули, широкий та товстий прошарок

паренхіми, що зумовлюють різну швидкість перетворення соломи в тресту та збільшують загальну тривалість цього процесу [128].

За результатами досліджень встановлено, що оптимальним терміном приготування якісної трести льону олійного є застосування дворазового зволоження розісланих стебел льону олійного на добу в кліматичних умовах півдня України протягом п'яти діб розстилу, що дозволяє одержати високоякісну тресту з нормальним ступенем вилежування.

Значення відокремлюваності волокна від деревини в тресті льону олійного має суттєвий вплив на якісні показники волокон, що залягають у цих стеблах. Такі висновки зроблені на основі досліджень Бобирь С.В. [39]. У даній роботі було досліджено значення відокремлюваності соломи в процесі її зберігання та трести, що отримувалась за різними технологічними операціями із терміном розстилу стебел вісім діб, а також залежність якісних показників отриманого лубу та волокон від цих значень. Узагальнені результати досліджень подано в табл. 2.19.

Таблиця 2.19 – Якісні характеристики продукції, одержаної зі стебел льону олійного

Якісні характеристики льонопродукції зі стебел								
№ з/п	Відокремлюваність, од.	Вихід лубу (волокна), %	Вміст костриці та сміттєвих домішок, %	Група кольору соломи (волокна із трести)	Лінійна щільність лубу (волокна), текс	Розривне навантаження лубу (волокна), сН	Відносне розривне навантаження лубу (волокна), сН/текс	Гнучкість лубу (волокна), мм
1	Солома та луб льону олійного (вхідна сировина)							
	1,3-1,5	18,1-21,6	3,2-4,5	I	13,50-14,32	113,9-121,5	9,0-9,2	-
2	Солома та луб 1-го року зберігання							
	4,0-4,7	16,0-18,4	12,8-15,3	II	6,15-7,10	36,9-49,7	6,0-7,0	-
3	Солома та луб 2-го року зберігання							
	5,1-5,7	17,1-20,00	11,00-13,42	II	5,63-6,71	32,1-44,3	5,7-6,6	-
4	Треста льону олійного при зволоженні стебел водою							
	1,1-4,7	17,6-22,5	-	II	7,28-9,15	13,1-21,0	-	13-37

5	Треста льону олійного при зволоженні стебел біопрепаратом «Триходермін» із концентрацією розчину 1,0							
	1,0-6,2	18,0-24,0	-	II	-	11,7-21,0	-	12-53
6	Треста льону олійного при зволоженні стебел біопрепаратом «Триходермін» із концентрацією розчину 1,5							
	1,1-6,8	18,0-24,6	-	II, III	5,34-8,29	10,6-21,0	-	12-55
7	Треста льону олійного при зволоженні стебел біопрепаратом «Триходермін» із концентрацією розчину 2,0							
	1,1-7,2	18,0-25,2	-	II, III	4,92-8,12	10,4-21,0	-	12-57

Аналіз даних табл. 2.19 вказує на те, що обробка лляної соломи хімічними препаратами в процесі її розстилу впливає на зміну якісних характеристик як трести, так і волокон, виділених із її стебел. На основі отриманих даних визначено, що збільшення значення показника відокремлюваності позитивно впливає на властивості одержаного волокна.

Згідно з ДСТУ 4149:2003 «Треста лляна. Технічні умови» [51] показник відокремлюваності (ступінь вилежаності/інтенсивність відбитого світлового потоку) трести льону-довгунцю визначається за трьома рівнями: 4,1 і більше (вилежана/менше 23), від 3,1 до 4,0 (недолежана/23-27) та 3,0 і менше (солома/більше 27). Ці числові значення відокремлюваності доцільно використовувати для оцінювання трести льону олійного, оскільки за такими значеннями одержується волокно з оптимальними якісними показниками. Тому запропоновано для визначення відокремлюваності трести льону олійного використовувати дані табл. 2.17 та 2.20, що враховано під час розробки науково-технічної документації на даний вид лубоволокнистої сировини.

Таблиця 2.20 – Ступінь вилежаності трести льону олійного за показниками відокремлюваності

Об'єкт дослідження	Відокремлюваність, од.	Ступінь вилежаності
Треста льону олійного	4,1 і більше	вилежана
	від 3,1 до 4,0	недолежана
	3,0 і менше	солома

Таким чином, відокремлюваність волокна в тресті є важливим показником її якості, а його визначення сформульовано таким чином: відокремлюваність – це показник, що характеризує легкість відокремлювання волокна від деревини (визначає ступінь вилежаності трести). До того ж, числове значення цієї характеристики свідчить про якість волокна, одержаного зі стебел трести.

У переліку анатомічних ознак структури стебел є характеристика, що свідчить про головну цінність стебла в цілому – вміст луб'яного шару або волокнистої частини стебла.

Вміст луб'яного шару є однією з найважливіших ознак, що характеризує якість стебел (соломи або трести), адже чим більше волокнистої маси в стеблах, тим вони цінніші. Відомо, що отримання певного врожаю лляної соломи, а також кількість і якість волокна, що залягає в даних стеблах, залежать від групи, сорту та умов вирощування самої рослини.

Мікроскопічні дослідження поперечних зрізів стебел показують, що чим товще луб'яний шар, кількість пучків і елементарних волокон у цих пучках, тим вище відсотковий вміст лубу (волокна) в соломі (тресті).

Однак під час технологічної оцінки сировини відсотковий вміст волокнистої маси в стеблі за допомогою мікроскопа не визначають. Ця особливість структури характеризується як вихід лубу зі стебел соломи (масова частка лубу в стеблах) або вихід волокна з трести.

Вихід лубу зі стебел соломи (масова частка лубу в стеблах) або вихід волокна з трести (масова частка волокна в тресті) – це відношення маси виділеного лубу/волокна до маси стебел соломи/трести льону олійного за нормованої вологості та засміченості, що виражають у відсотках.

Принцип визначення виходу лубу зі стебел або виходу волокна з трести базується на використанні інструментально-лабораторного методу, який детально описано в розроблених технічних умовах (додаток Б, В). Лабораторний спосіб визначення виходу лубу зі зважуванням і обчисленням його відсоткового вмісту передбачено для проведення наукових досліджень та спрощення контрольної технологічної оцінки сировини під час її надходження на підприємство. Зрозуміло, що з метою визначення даного показника якості у виробничих умовах не доцільно переривати технологічний процес і застосовувати контрольну переробку сировини на виробничому обладнанні в масштабах даного підприємства.

У результаті систематичних досліджень, проведених українськими та закордонними вченими [28, 32-43, 60, 72, 90, 92, 93, 95-98, 133-135,], було встановлено, що середній вихід лубу зі стебел льону олійного коливається в діапазоні 11-35,1 %, а середній вихід волокна із трести становить 11-31,2 % (з них: 2-7 % – довгих і 9-21 % – коротких), залежно від групи та сорту даної рослини. Менший відсоток виходу волокна, порівняно з лубом, пояснюється тим, що в процесі приготування трести з волокон видаляються такі хімічні речовини, як пектин та лігнін, а це помітно зменшує масу волокон. У той же час із лубу вони деякою мірою видаляються лише під час механічної переробки соломи або хімічної обробки готової продукції.

Отже, вихід лубу зі стебел є найважливішою якісною характеристикою соломи льону олійного, за якою прогнозують цінність самої сировини.

Такий показник якості, як довжина, розглядали під час вивчення морфологічних ознак стебел льону олійного в цілому. Для надання технологічної оцінки соломи льону олійного довжина, як її якісна характеристика, не є визначальною. Як вже було зазначено, зазвичай переробка стебел льону олійного здійснюється з метою одержання коротких волокон, тому їхня загальна та технічна довжина не має суттєвого впливу на функціональне призначення отриманої продукції чи вибір технологічного процесу переробки сировини. Взагалі визначення загальної та технічної довжини стебел льону олійного проводять у двох випадках.

У першому випадку, як свідчить критичний аналіз світового досвіду переробки соломи льону олійного, загальну та технічну довжину стебел у жмені соломи визначають за бажанням представника льонозаводу, якщо необхідно встановити відсоток продуктивної (технічної) частини стебел у партії.

У другому випадку визначення даного показника проводять для орієнтованих стебел у жмені соломи льону олійного, які були відібрані ручним бранням. Загальну та технічну довжину однорідних паралельних стебел соломи льону олійного визначають під час проведення певних лабораторних досліджень (наприклад, з метою вивчення впливу зміни клімату, технологій вирощування, внесення добрив та інших агротехнічних заходів на загальну й технічну довжину стебел).

За аналізом анатомічної і морфологічної будови стебел льону олійного було визначено, що якість та значення властивостей волокон залежать від агротехнологічних прийомів вирощування строків збору врожаю, режимів і видів технологій збирання насіння, а також вибору селекційного сорту [135].

Під час вивчення українських робіт наукового характеру [32-43, 48], присвячених розробці і удосконаленню технологічних процесів, режимів первинної та вторинної обробки стебел льону олійного було визначено перелік якісних показників сировини та готової продукції. Результати досліджень узагальнено у вигляді табл. 2.21.

Таблиця 2.21 – Якісні характеристики волокон льону олійного та їхнє функціональне призначення за розробленими технологіями українських вчених

№ з/п	Розроблені технології	Одержана продукція / функціональне призначення	Якісні показники	Значення
Механічна технологія переробки стебел льону олійного [33]				
1	оброблення трести на модернізованому КПАЛ	волокно / кручені вироби	вміст костриці, %	23,0-25,5
			лінійна щільність, текс	3,0-4,0
			середня масодовжина, мм	34,5-40,1
	оброблення трести на модернізованому КПАЛ і Ч-600-Л	волокно / неткані матеріали	вміст костриці, %	7,5-8,0
			лінійна щільність, текс	3,0-4,0
			середня масодовжина, мм	25,4-28,5
	оброблення трести на модернізованому КПАЛ, Ч-600-Л, ЧМД-4	волокно / льоно-, бавовно- та вовно-прядіння	вміст костриці, %	1,00-1,25
			лінійна щільність, текс	1,23-1,40
			середня масодовжина, мм	25,2-30,0
	оброблення трести на модернізованому КПАЛ, Ч-600-Л, ЧМД-4 (подвійне прочісування)	волокно / санітарно-гігієнічні вироби і целюлозовмісні матеріали	вміст костриці, %	0,05-1,0
			лінійна щільність, текс	0,49-0,51
			середня масодовжина, мм	18,1-19,5
Приготування трести льону олійного із застосуванням штучного зволоження [48]				
2	дворазове штучне зволоження на добу з терміном розсти-лання 5 діб (технологічні операції: збирання льону, розсти-	треста	відокремлюваність, од.	6,8
			міцність волокна, даН	17,8
			гнучкість, мм	34
		луб	лінійна щільність лубу, Т, текс	1,5
			діаметр волокна, d, мм	0,13
			сурове	лінійна щільність лубу, Т, текс

	лання стебел на льонищі, штучне зволоження, обертання стрічок, сушіння, збирання готової трести)	волокно	діаметр волокна, d , мм	0,10
		віблене волокно	лінійна щільність лубу, T , текс	0,9
			діаметр волокна, d , мм	0,09
3	Одержання волокон льону олійного для виробництва нетканих матеріалів різних типів [35]			
	оброблення трести на модернізованому КПАЛ ($n - 360$ об/хв; $\rho - 0,40$ кг/м ² , $l - 18,8$ мм) і Ч-600-Л	волокно / меблеве полотно	розривне навантаження скрученої стрічки, даН, не менше ніж	17,8
			масова частка костриці та сміттєвих домішок, %	11,0
		меблеве полотно з одержаних волокон	поверхнева щільність, г/м ²	600±48
			розривне навантаження смужки полотна розміром 50×100 мм, Н (кгс), не менше ніж (за довжиною/за шириною)	200/200
			вміст костриці, %	7-9
	оброблення трести на модернізованому КПАЛ ($n - 300$ об/хв, $\rho - 0,32$ кг/м ² , $l - 15,1$ мм) і Ч-600-Л	волокно / неткане полотно	розривне навантаження скрученої стрічки, даН, не менше ніж	5,4-13,9
			масова частка костриці та сміттєвих домішок, %	19,0 -24,0
		неткане полотно з одержаних волокон	поверхнева щільність, г/м ²	920±74
			розривне навантаження смужки полотна розміром 50×100 мм, Н (кгс), не менше ніж (за довжиною/за шириною)	295/295
			вміст костриці, %	15-20
	оброблення трести на модернізованому КПАЛ ($n - 240$ об/хв, $\rho - 0,25$ кг/м ² , $l - 9,9$ мм) і Ч-600-Л	волокно / льоноватин	розривне навантаження скрученої стрічки, даН, не менше ніж	15,9
			масова частка костриці та сміттєвих домішок, %	15,0
		льоноватин з одержаних волокон	поверхнева щільність, г/м ²	400±50
			розривне навантаження смужки полотна розміром 50×100 мм, Н (кгс), не менше ніж (за довжиною/за шириною)	200/200
вміст костриці, %			10-12	

Продовження табл. 2.21

№ з/п	Розроблені технології	Одержана продукція / функціональне призначення	Якісні показники	Значення
4	Одержання целюлозних напівфабрикатів із волокон льону олійного [38]			
	Удосконалення процесу приготування трести та вторинного механічного оброблення волокон із застосуванням хімічних препаратів. З одержаного целюлозного напівфабрикату виготовлено фільтрувальний папір-основу (50 % целюлоза ХБ-Екстра/50 % волокно льону олійного) та композиційний матеріал (волокна льону олійного/ фенолформальдегідна смола)	волокно	штапельна масодовжина, мм	17,80-19,25
			масова частка костриці та сміттєвих домішок, %	0,01-0,07
			лінійна щільність, текс	0,34-0,46
			змочуваність, г	11,03-12,28
	целюлозний напівфабрикат	вміст целюлози, %	97,74-98,54	
		масова частка альфа-целюлози, %	88,91-98,20	
		масова частка води в повітряно-сухій целюлозі, %	9,34-10,24	
		масова частка залишку, що не розчинився в сірчаній кислоті, %	0,80-8,46	
		масова частка лігніну, %	0,56	
		масова частка пектинових речовин, %	- (в залишку)	
		змочуваність, г	104,94-105,43	
	фільтрувальний папір-основа	маса 1 м ² , г	97	
		повітропроникність, л / м ² сек	750	
		розривне навантаження, кН/м	3,0	
		опір продавлюванню, кПа	48	
		розмір максимальних пор, мкм	90	
		товщина, мм	0,47	
	фенопласт	вихід целюлози, %	69,0	
		міцність під час згинання, МПа	30,1	
		ударна в'язкість, кДж/м ²	10	
5	Товарознавча оцінка змішаної пряжі з волокнами льону олійного для трикотажних виробів [37]			
	Отримання змішаної пряжі у композиції 40/60:	оцінка волокна льону олійного для	вихід волокна із трести, %	17-21
			довжина волокон, мм	33-55
			розривне навантаження, даН	4,2
			відносне розривне навантаження, сН/текс	6-8

Продовження табл. 2.21

№ з/п	Розроблені технології	Одержана продукція/ функціональне призначення	Якісні показники	Значення
	льон олійний-бавовна, льон олійний-вовна, льон олійний-поліефір	виготовлення змішаної пряжі	відносне розривне подовження, %	2,0-2,3
			масова частка прядильної групи, %	75 %
			лінійна густина, текс	0,60-1,20
			нормована вологість, %	8,5-15,0
		пряжа: льоно-бавовняна	фактична вологість, %	9,5
			відносне розривне навантаження, сН/текс	6,9-7,8
			розривне подовження, %	7,3-8,9
			розривне подовження, мм	35-43
			лінійна густина, текс	63-66
			номер нитки	15-16
			число скручень пряжі, кр/м	702,2-717,4
			пряжа: льоно-вовняна	фактична вологість, %
		відносне розривне навантаження, сН/текс		9,1-10,7
		розривне подовження, %		10,0-12,6
		розривне подовження, мм		72-88
		лінійна густина, текс		72-77
		номер нитки		13-14
		число скручень пряжі, кр/м		777,2-788,2
		пряжа: льоно-поліефірна	фактична вологість, %	4,8
			відносне розривне навантаження, сН/текс	10,7-12,7
			розривне подовження, %	18,4-22,8
			розривне подовження, мм	90-102
			лінійна густина, текс	68-70
			номер нитки	14-15
			число скручень пряжі, кр/м	519,2-544,2

Продовження табл. 2.21

№ з/п	Розроблені технології	Одержана продукція / функціональне призначення	Якісні показники	Значення
6	Одержання фільтрувального паперу на основі целюлози з волокон льону олійного [34]			
	Одержання фільтрувального паперу на основі композиції 50/50 (деревна целюлоза / целюлоза з волокон льону олійного)	фільтрувальний папір	маса 1 м ² , г	97,0
			фільтрувальна здатність, с,	28,1
			повітропроникність, л / (м ² ·с)	750
			білість, %	80
			засміченість, шт.	95
			опір на розривання, Н	25,6
опір на зламування, к.п.п.	20			
7	Одержання органічного геотекстилю різного функціонального призначення на основі волокон льону олійного [36]			
	Удосконалення технології зберігання соломи із застосуванням сировини біологічно активних препаратів, що мають інтенсифікуючі та інгібуючі властивості і удосконалення процесу	треста	відокремлюваність, од.	6,9
			вихід волокна, %	18,0-24,6
			міцність волокна, даН	12,7
			гнучкість волокна з трести, мм	54
		волокно/геотекстиль для дорожнього будівництва	вміст костриці та сміттєвих домішок, %	23,0-25,5
			розривне навантаження скрученої стрічки, даН	5,5-10,2
		волокно/геотекстиль*	вміст костриці та сміттєвих домішок, %	21,5-24,0
			розривне навантаження скрученої стрічки, даН	11,0-13,7
	приготування трести (зволоження розчином біопрепарату з терміном розстилу 8 діб)	геотекстиль для дорожнього будівництва	розривне навантаження смужки полотна, Н (кгс), не менше ніж	40
			поверхнева щільність, г/м ²	712
			вміст костриці, %	17
		геотекстиль*	розривне навантаження смужки полотна, Н (кгс), не менше ніж	35
поверхнева щільність, г/м ²			508	
вміст костриці, %			15	

Примітка: n – частота обертання тіпальних модулів (об/хв); ρ – щільність шару сировини (кг/м²), l – ширина зазору між тіпальним ножем і бильною планкою (мм); геотекстиль* – геотекстиль для ландшафтного будівництва та агропромислового комплексу.

Аналіз даних табл. 2.21 свідчить, про те що якісні властивості волокон льону олійного залежать від ряду факторів, перелік яких обумовлюється їхнім використанням в тій чи іншій сфері промисловості. До таких факторів належать:

- вибір технологічного устаткування для механічної обробки сировини;
- режими і параметри обробки стебел льону олійного обраного обладнання;
- хімічні речовини на стадіях приготування трести з метою інтенсифікації процесів її приготування і механічної обробки як сировини, так і продукції для отримання волокон із необхідними якісними характеристиками.

З метою визначення якісних показників волокон льону олійного, що свідчать про їхню технологічну цінність, необхідно здійснити розподіл всієї номенклатури відповідно до технологічних процесів їхнього одержання та функціонального призначення.

До основних груп технологічних процесів одержання волокон льону олійного відносяться первинне та вторинне оброблення стебел із застосуванням механічно-хімічних операцій.

Вибір тієї чи іншої групи технологічних процесів або режимів обробки обумовлюється необхідністю отримання волокон різних типів, що умовно можна розділити на три категорії за функціональним призначенням: технічне, текстильне застосування, а також як целюлозний напівфабрикат.

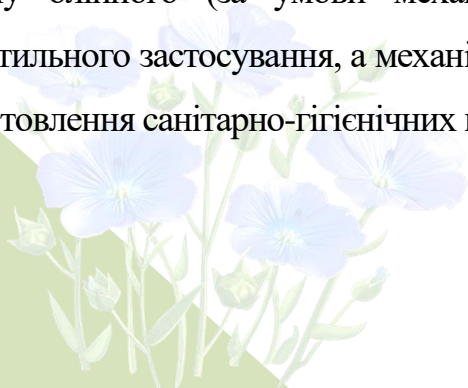
Так, для виготовлення виробів технічного застосування (органічний геотекстиль для ландшафтного будівництва, кручені вироби, органічна пакля тощо) необхідно використовувати сировину після первинної обробки соломи або трести льону олійного, що буде обумовлюватися наступними якісними показниками: масова частка костриці та сміттєвих домішок і розривне навантаження скрученої стрічки. Основними технологічними операціями обробки стебел, а саме руйнування, розділення та очищення волокнистої тканини від деревини є м'яття, тіпання, трясіння. Але, для одержання нетканих матеріалів, геотекстилю для дорожнього будівництва, мішковини, або важких тканин, технічної вати треба застосовувати додаткові операції вторинної механічної обробки для очищення розпушення й поздовжнього розділення

комплексів волокон на більш тонкі. При цьому такий показник як лінійна щільність та середня масодовжина віднесено до другорядних показників. Оскільки, цей показник є важливим у випадку виготовлення пряжі для текстильних виробів [129].

До цієї категорії можна віднести волокна (луб), а його типи найменувати комплексним (органічний текстиль тощо) і технічним (неткані матеріали тощо).

З метою виготовлення виробів текстильного застосування (льоновомісні тканини, трикотаж, армуючий компонент у композиційних матеріалах) необхідно використовувати сировину після первинної та вторинної обробки трести льону олійного, що будуть обумовлюватися наступними якісними показниками: масова частка костриці та сміттєвих домішок, довжина волокон (середня, штапельна, модальна, масодовжина), масова частка волокон прядильної групи, лінійна щільність волокон (товщина), відносне розривне навантаження волокон, відносне видовження одиничних волокон на момент розриву. Ця номенклатура показників волокон льону олійного оцінює їхню прядильну здатність, якість потенційної пряжі та вибір волокнистого компонента для приготування змішаної пряжі [40]. Для використання цих волокон як армуючого компонента у виготовленні композиційного матеріалу необхідно застосувати додаткові операції вторинної обробки з застосуванням хімічних речовин для збільшення показника змочуваності. Змочуваність – це здатність волокон до набухання шляхом часткового руйнування анатомічної структури через порожнину каналу та їхнє з'єднання зі смолами, що обумовлюється певним ступенем фізичної і хімічної спорідненості компонентів. Цей показник, а також вміст α -целюлози є дуже важливими під час формування полімерного композиту, оскільки існує пряма залежність важливої характеристики якості готового композиту – ударної міцності від змочуваності волокон [41].

До цієї категорії можна віднести волокна, а його типи найменувати котоніном із льону олійного (за умови механічної модифікації отримується сірий котонін текстильного застосування, а механічно-хімічної модифікації – відбілений котонін для виготовлення санітарно-гігієнічних виробів та целюлозних напівфабрикатів).



Використання волокон льону олійного як целюлозовмісного напівфабрикату для виготовлення целюлозно-паперових і композиційних виробів різного функціонального призначення передбачає первинну та вторинну обробку трести із застосуванням процесів хімічної модифікації. Це здійснюється з метою повного розщеплення волокнистих пучків на елементарні волокна, видалення пектинових речовин, лігніну та збільшення показника їхньої змочуваності (у разі застосування як армуючої складової). Основною номенклатурою показників якості волокон, що свідчать про доцільність їхнього використання для виготовлення целюлозного напівфабрикату є штапельна масодовжина, масова частка костриці та сміттєвих домішок, лінійна щільність та змочуваність, а целюлозного напівфабрикату – масова частка альфа-целюлози, вміст целюлози, масова частка води в повітряно-сухій целюлозі, масова частка залишку, що не розчинився в сірчаній кислоті, масова частка лігніну (вміст залишкового лігніну), масова частка пектинових речовин, змочуваність. Додатковими показниками для контролю якості целюлозного напівфабрикату є масова частка пентозанів, масова частка золи, масова частка волокнистого пилу, білість, маса заліза, динамічна в'язкість і масова частка смол та жирів.

До цієї категорії можна віднести волокна, а його типи найменувати целюлозним напівфабрикатом або целюлоза із льону олійного (виготовлення целюлозно-паперових та композиційних виробів).

Так, з усього переліку номенклатури, що вказано в табл. 2.21, не враховується такий показник якості як гнучкість для волокон льону олійного. Оскільки, гнучкість відносять до основних показників якості волокон льону-довгунцю, що призначені для виготовлення чисто лляної пряжі. Гнучкістю під час сортування лляних волокон називають їх м'якість. Чим більше гнучкість волокна, тим сильніше проявляється його пластичність під час вигину, що свідчить про високу якість волокна. Адже, у процесі прядіння волокна піддаються складним деформаціям, а саме вигину і крутінню. Тому, якщо волокна не володіють необхідною гнучкістю, вони не придатні для отримання дуже тонкої пряжі, що використовують у виготовленні батисту. До того ж,

волокна, що не володіють достатньою гнучкістю, навіть при високій міцності на розтягнення викликають підвищену обривність у прядінні.

Для виготовлення технічних та текстильних матеріалів (канатів, мотузки, шпагату, льономісних виробів, целюлозних напівфабрикатів) не потрібні волокна, що володіють великою гнучкістю [41].

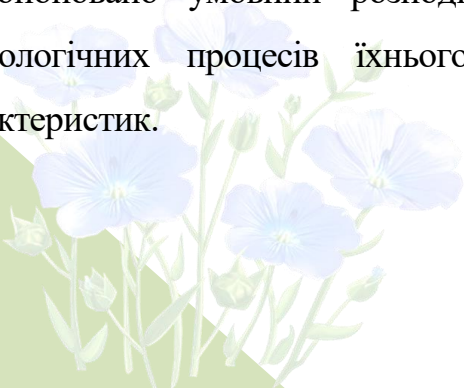
Враховуючи вищезазначене, показник гнучкості для волокон льону олійного не має технологічної цінності, оскільки в стеблах цієї рослини залягають короткі волокна. Визначати цей показник можна з метою проведення науково-дослідних робіт у разі використання стебел із непорушеною морфологічною структурою, або за умови їхньої довжини більше 30 см. Так як, інструментальний метод визначення цього показника передбачає використання наважки волокон довжиною 27 см.

З урахуванням вищевикладеного, остаточно окреслимо типи волокон льону олійного, що сформовано з урахуванням їхнього функціонального призначення та показників якості:

- 1) комплексне волокно (луб);
- 2) технічне волокно (луб);
- 3) катонін (відбілений або невідбілений);
- 4) целюлоза з катоніну льону олійного.

Наступний – четвертий етап вибору номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного (рис. 2.8) передбачає їхнє визначення з урахуванням класифікації за призначенням і умов використання готової продукції.

Вибір характеристик якості волокон льону олійного, що визначають їхню технологічну цінність було здійснено аналізуючи ці властивості (табл. 2.21) з урахуванням технологічних процесів виготовлення та функціонального призначення. Для оцінювання волокон льону олійного авторами було запропоновано умовний розподіл за сферами використання з урахуванням технологічних процесів їхнього одержання з певним переліком якісних характеристик.

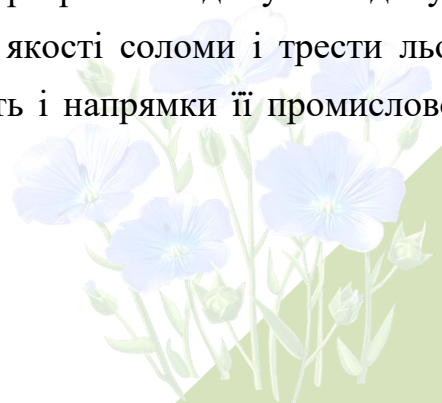


Аналіз світових та українських робіт наукового і практичного характеру (розділ 1, п. 1.2 і 1.3 і розділ 2, табл. 2.4) дав можливість встановити, що незважаючи на інтенсивний розвиток галузі з переробки стебел льону олійного, на сьогодні відсутня загальна класифікація стебел даної культури і продукції на їхній основі, як промислової сировини різного галузевого застосування. Для її розробки необхідно визначити рівень якості соломи та трести льону олійного. До того ж, під час розробки системи класифікації стебел льону олійного необхідно врахувати запропонований розподілу волокон льону олійного за функціональним призначенням та технологічними процесами обробки стебел.

Оцінювання волокон льону-довгунцю проводять згідно з ДСТУ 4015-2001 та ДСТУ 5015:2008 на тіпане і коротке волокно в результаті чого визначається їхній номер. Ці методики можливо застосовувати для визначення лише деяких показників волокон льону олійного, що обумовлено та науково обґрунтовано їхніми структурними відмінностями, функціональним призначенням і технологіями одержання.

За умови переробки стебел льону олійного не тільки в межах одного приватного міні-підприємства, а й держави в цілому, повинна існувати методика оцінки загального рівня якості соломи та трести даної групи льону, що б конкретизувала та узагальнювала сукупність всіх технологічних характеристик.

Тому наступним завданням даної роботи є дослідження залежності загального рівня якості соломи та трести від її основних технологічних показників. Для цього потрібно здійснити експериментальні дослідження технологічних характеристик соломи та трести з метою підтвердження результатів теоретичних досліджень та порівняльного аналізу отриманих даних із висновками провідних українських і зарубіжних науковців. Необхідно також виконати математично-статистичну обробку експериментальних даних із застосуванням основних методів кваліметрії та на основі кластерного аналізу здійснити поділ соломи та трести льону олійного на класи, що будуть визначати їхню сортність. Це дасть можливість розробити єдину методику та основні принципи визначення загального рівня якості соломи і трести льону олійного, що дозволить прогнозувати доцільність і напрямки її промислового застосування.



РОЗДІЛ 3: ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Використання в нашій державі льону олійного, що є головним джерелом натуральної сировини для різних галузей промисловості, в умовах її повної сировинної імпортозалежності, є нагальним питанням. На сьогодні продукція зі стебел льону олійного не може бути реалізована на ринку як сертифікована лубоволокниста сировина у зв'язку з відсутністю нормативної документації з визначення її якості. Розробка нормативної документації для оцінки якості соломи, трести та волокон льону олійного дозволить відродити текстильну, трикотажну, целюлозно-паперову та інші галузі промисловості та наповнити український ринок екологічно чистою льономісною продукцією, що буде виготовлена з української сертифікованої сировини.

На підставі вищезазначеного, для вирішення даної проблеми необхідно здійснити систематизовані експериментальні дослідження властивостей стебел льону олійного та продукції на їхній основі як промислової сировини. Встановлення рівня якості соломи та трести льону олійного, тобто їхньої технологічної цінності здійснювалось за розробленою науковою концепцією, що представлена в розділі 2, п. 2.3 даної наукової роботи. Об'єктом досліджень являється процес оцінювання якості соломи, трести та волокон льону олійного, а предметом – солома, треста та виділені луб і волокно.

3.1 Об'єкт та предмет досліджень

Льон олійний – цінна технічна культура багатостороннього використання. З усіх сільськогосподарських олійних культур ця рослина є найбільш високоприбутковою, тому останнім часом у нашій державі значною мірою змінилася структура її посівних площ (рис. 1.4 даної роботи) [18, 22].

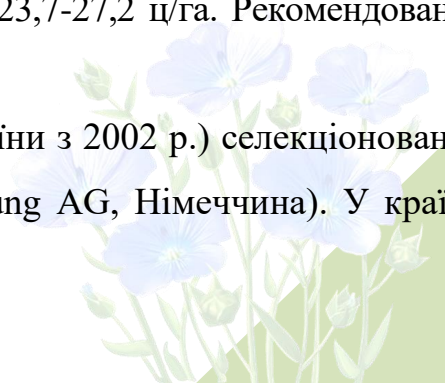
На сьогодні в Україні існує великий асортимент різноманітних сортів льону олійного, що вирощуються на території держави. У розділі 1 даної наукової роботи зазначені головні виробники насіння льону олійного в Україні та сорти, що культивують дані господарства (табл. 1.3). Аналіз даних табл. 1.3 свідчить про те, що підвищеним попитом в аграрному секторі користуються такі сорти льону олійного як Орфей, Золотистий, Айсберг, Дебют, Еврика та Лірина. До того ж, сорти Лірина та Еврика набули популярності не тільки у українських, а й у закордонних аграріїв (табл. 1.4).

На підставі вищезазначеного, для здійснення експериментальних досліджень було обрано стебла льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина з яких одержували солому, тресту, луб та волокно. Агротехнологічна характеристика досліджуваних сортів льону олійного наведена нижче.

Сорт Айсберг (у Реєстрі сортів рослин України з 2001 р.) створений в Інституті олійних культур УААН методом індукованого мутагенезу шляхом опромінення гамма-променями насіння сорту Ціан. Вид культури – льон-кучерявець. Висота рослин – 54-57 см, тривалість вегетаційного періоду становить 86-88 днів. Сорт виділяється стійкістю до посухи та вилягання. У польових дослідках Інституту землеробства південного регіону УААН (2004 р.) його врожайність за насінням становила 20,8-21,8 ц/га.

Сорт Дебют (у Реєстрі сортів рослин України з 2001 р.) створений в Інституті олійних культур УААН методом індивідуального добору із сортозразка колекції Інституту олійних культур УААН. Вид культури – льон-кучерявець. Висота рослин – 57-58 см, тривалість вегетаційного періоду становить 85-87 днів. Кущ – компактний, стебло – слабо розгалужене. Сорт виділяється стійкістю до вилягання та обсіпання насіння. Характеризується високою потенційною продуктивністю. У польових дослідках Інституту землеробства південного регіону УААН (2004 р.) урожайність насіння становила 23,7-27,2 ц/га. Рекомендований для вирощування в степовій зоні України.

Сорт Лірина (у Реєстрі сортів рослин України з 2002 р.) селекціонований Дойче Заатферделунг АГ (Deutsche saatveredelung AG, Німеччина). У країні-



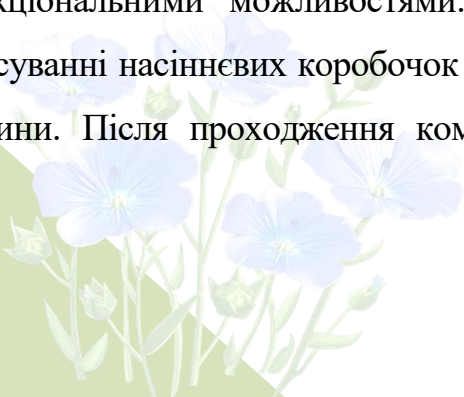
заявнику його висівають з 1997 року і він залишається найкращим за показниками врожайності та вмістом олії в насінні. В Україні сорт придатний для висівання в степовій і лісостеповій зонах. Завдяки високій врожайності, вмісту олії та технологічності (висока придатність до механізованого збирання, стійкість до вилягання й осипання, рівномірне досягання) даний сорт підняв культуру на новий рівень. До того ж, наявність високих технологічних показників стебел свідчить про можливість двостороннього використання цієї рослини. Основні господарські та біологічні характеристики: вид культури – льон-кучерявець; сорт інтенсивного типу використання; високий стабільний врожай – 25-29 ц/га; вегетаційний період – 107-128 днів; велика кількість коробочок із насінням, що забезпечує високі врожаї навіть при низькій густоті посіву; висота рослин – 58-78 см; маса 1000 насінин – 5,6-7,2 г; олійність – 44,3-46,1 %; рівномірне досягання рослин. Крім того, сорт має високу стійкість до вилягання – 8 балів, осипання – 8 балів, посухи – 7 балів, хвороб – 7 балів [22].

Обрані сорти льону олійного були вирощені при повному дотриманні всіх умов рекомендованої технології в кліматичних умовах півдня України на ДПДГ «Асканійське» НААН України.

3.2 Обґрунтування та методика відбору проб для проведення експерименту

Відомо, що на даний час для механізованого збирання врожаю насіння льону олійного застосовуються високопродуктивні сільськогосподарські машини загального призначення – зернозбиральні комбайни, що оснащені сучасними жатками (рис. 3.1).

На даний час в Україні застосовуються очісувальні жатки «Слов'янка УАС-4», «Слов'янка УАС-5», «Слов'янка УАС-7», що відрізняються одна від одної функціональними можливостями. Основний принцип їхньої дії базується на обчісуванні насінневих коробочок зі стебел без зрізування рослин до прикореневої частини. Після проходження комбайна залишається стеблостій без насінневих



коробочок та суцвіть. Потім стеблостій зрізують на висоті 5-7 см від поверхні ґрунту у валки сільськогосподарською технікою, що оснащена косаркою.



а)

б)

Рис. 3.1 – Збирання насіння льону олійного зернозбиральним комбайном із очісувальною жаткою «Слов'янка УАС-4»: а) збирання насіння; б) стеблостій після збирання насіння

У провідних країнах світу, де практикується переробка стебел льону олійного, одержані валки згортають прес-підбирачами, що формують рулони. Після цього рулони завантажують у причепа (наприклад, ТП-10, ТПР-1) і транспортують на переробний комплекс.

У нашій країні, на превеликий жаль, за відсутності ринку збуту соломи майже всі валки стебел або стеблостій спалюють на полях. На даний час в Україні лише одна аграрна компанія «Zogya» з 2015 року започаткувала переробку стебел льону олійного. На ДПДГ «Асканійське» НААН України після збору врожаю солому формують у рулони і зберігають просто неба використовуючи її як підстилку для тварин.

За зовнішніми ознаками солома льону олійного, сформована в рулони після комбайнового збирання насіння, має вигляд, подібний до некондиційних стебел льону-довгунцю, тобто сплутаної неорієнтованої стеблової маси із значною неоднорідністю за довжиною. При цьому можуть зустрічатися проміжки стебла, на яких деревина частково відділена від волокон.

Після ручного брання відібрані проби мають вигляд однорідних за довжиною та паралелізованих стебел, у яких не пошкоджені морфологічні ознаки за всією їхньою довжиною, від верхівкової частини до прикореневої.

Експериментальні дослідження були проведені наступним чином. З метою виявлення найбільш широкого діапазону значень показників якості стебел льону олійного було відібрано проби за двома способами збирання та здійснено порівняльний аналіз технологічних характеристик досліджуваної сировини. Це дозволило визначити граничні значення показників якості стебел льону олійного, що були враховані під час розроблення нормативної документації. Детальні дослідження дали можливість розширити сферу використання створених технічних умов. Вони можуть бути використані не лише у виробничій, але і в науковій діяльності для проведення випробувань луб'яної сировини зі стебел льону олійного.

Відбір проб стебел льону олійного сортів Айсберг, Дебют і Лірина, отриманих за різним способом збирання, здійснювали у стадії жовтої стиглості в польових умовах ДПДГ «Асканійське» НААН України з дотриманням методики Доспехова Б.М. [59, 135].

Основою цієї методики є накладання метрівок по діагоналі в п'яти місцях дослідних ділянок, за умови відбору проб стебел на полі. Якщо відбирали пробу з партії рулонів, а потім із самих рулонів, то визначали п'ять різних точок – чотири бокові та середину партії рулонів чи рулону. Як приклад, на рис. 3.2 у вигляді схем та ілюстрацій подано порядок відбору рулонів від загальної партії соломи, проб соломи з рулонів і жмень від загальних проб сортів Айсберг, Дебют та Лірина, одержаних після комбайнового збирання насіння.

Проби стебел льону олійного, одержаних після комбайнового збирання насіння та ручного брання рослини, відібрані з цих площадок і рулонів, використовували як матеріал для добору жмень сировини та приготування трести з метою визначення їхніх фізико-механічних показників. Маса кожної проби була не менше ніж 20 кг, з якої 10 кг відділяли для визначення фізико-механічних показників стебел та виділеного лубу, а 10 кг – для одержання трести з метою досліджень її якісних характеристик та виділеного волокна. Характеристика рулонів: площа перерізу – 2 м², ширина – 1,2 м, маса – 500 кг, вологість – 8 %, щільність – 125 кг/м³.

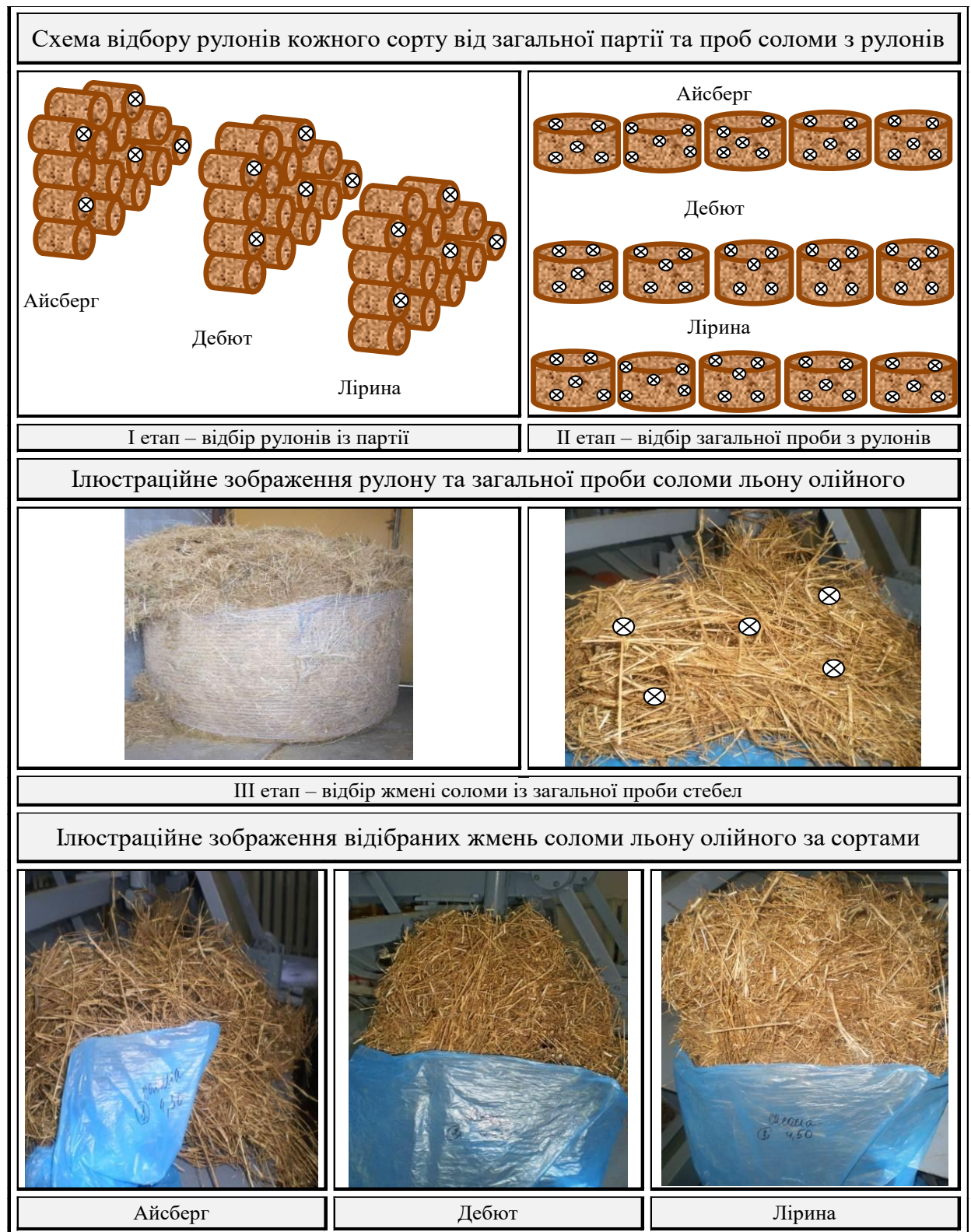


Рис. 3.2 – Алгоритм відбору рулонів, проби та жмені соломи льону олійного сортів Айсберг, Дебют і Лірина

Зображення відібраних проб соломи льону олійного подано на рис. 3.3.



а)



б)

Рис. 3.3 – Ілюстраційне зображення проб, відібраних за двома способами збирання: а) ручне брання рослини; б) після комбайнового збирання насіння

Жмені стебел льону олійного сортів Айсберг, Дебют і Лірина відбирали способом ручного брання рослин, що дало можливість отримати проби з орієнтованими стеблами та збереженими морфологічними ознаками.

Жмені соломи льону олійного сортів Айсберг, Дебют і Лірина відбирали також після комбайнового збирання насіння, у результаті чого було отримано проби з неорієнтованими стеблами з яких у подальшому видаляли насіннєві коробочки.

Порядок відбирання жмень стебел із проб соломи та трести льону олійного і послідовність проведення досліджень за показниками їхньої якості було включено до розроблених авторами технічних умов (додаток Б і В).

Методика одержання трести льону олійного. Технологічний процес одержання трести здійснювали за методикою Горач О.О. [49, 51] у природних умовах півдня України на дослідних ділянках ДПДГ «Асканійське». Даний спосіб приготування трести із стебел льону олійного шляхом їхнього розстилу на стелищі складається з таких операцій:

- збирання льону з обчисуванням насіння та рівномірним розстиланням стебел на стелищі зі щільністю 0,5-0,8 кг/м² на всій площі;

– штучного зволоження розстеленої стрічки терміном 8-10 хвилин через кожні 12 годин протягом п'яти діб до вологості розстеленого шару стебел 100 % та її обертання;

– збирання готової трести та проведення експериментальних досліджень.

Підйом трести здійснювали, коли відокремлюваність волокна від деревини не перевищувала 6,5-7,0 од. Оскільки, перележана треста характеризується погіршенням якісних показників одержаного волокна.

Частини відібраних жмень зв'язували окремо одна від одної, прикріплювали етикетку (на якій зазначали дату відбирання, назву сорту, номер ділянки), клали у поліетиленовий пакет і направляли в лабораторію переробки луб'яних культур ХНТУ для проведення досліджень.

Дослідження здійснювали на базі лабораторій ДПДГ «Асканійське» НААН України, а також на дослідних ділянках і в лабораторіях кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету протягом п'яти років (2014-2018).

З відібраних проб стебел, одержаних за двома способами збирання, було приготовано тресту.

Для надання повної характеристики соломи та трести льону олійного після комбайнового збирання насіння кожного сорту з відібраних жмень було сформовано наважки масою 100 г. Кожну з цих наважок соломи та трести розсортовували за групами в порядку зменшення (збільшення) довжини, так щоб із одного боку кінці стебел розташовувалися на прямій лінії. Спосіб розкреслювання схематичних діаграм розподілу сировини за довжиною було розроблено авторами даної роботи із застосуванням основних методик їхньої побудови, що включено до розроблених нормативних документів (додаток Б і В). Як приклад, на рис. 3.4 і 3.5 подано ілюстраційне зображення діаграм розподілу соломи та трести льону олійного за довжиною для сорту Дебют.





Рис. 3.4 – Діаграма розподілу соломи льону олійного сорту Дебют за довжиною в кожній групі



Рис. 3.5 – Діаграма розподілу трести льону олійного сорту Дебют за довжиною в кожній групі

Розсортування жмень соломи та трести льону олійного за групами довжин здійснювали з метою встановлення відсотка продуктивної (технічної) частини стебел у загальній пробі сировини. Після розсортування жмень визначали фізико-механічні характеристики сировини: загальну та технічну довжину стебел, їхній діаметр, групу кольору та вихід лубу (масову частку лубу) – для соломи; загальну та технічну довжину стебел, їхній діаметр, групу кольору волокна, відокремлюваність і вихід волокна (масову частку волокон) – для трести.

Потім із соломи та трести льону олійного, що розподілені на діаграмі в кожній групі за довжиною, було виділено відповідно луб та волокно з метою визначення їхніх якісних характеристик (рис. 3.6 і 3.7).



Рис. 3.6 – Ілюстраційне зображення виділеного лубу на діаграмі розподілу соломи льону олійного за довжиною в кожній групі сорту Дебют



Рис. 3.7 – Ілюстраційне зображення виділеного волокна на діаграмі розподілу трести льону олійного за довжиною в кожній групі сорту Дебют

На діаграмах соломи та трести льону олійного сорту Дебют всі групи з одержаним лубом та волокном були розділені за видами визначень їхніх показників якості на дві загальні проби. В першу загальну пробу ввійшли групи, в яких виявився луб (волокно), близький за органолептичною оцінкою до котонізованого волокна, а в другу – всі інші групи.

У перших загальних пробах лубу та волокна формували наважки масою 5 г кожна та здійснювали розсортування волокон за групами довжин. Як приклад, на рис. 3.8 наведено обрані групи для одержання наважок лубу та волокна і їхній розподіл за групами довжин.



Рис. 3.8 – Ілюстраційне зображення експериментальних досліджень волокон льону олійного сорту Дебют: а) групи, що обрані для формування наважки волокон; б) розподіл волокон за групами довжин у лабораторних стаканах

Після розсортування лубу та волокон льону олійного сорту Дебют за групами довжин були визначені їхні якісні показники: довжина волокон (середня, штапельна, модальна, масодовжина), масова частка волокон прядильної групи, лінійна щільність

волокон, відносне розривне навантаження волокон, відносне видовження одиничних волокон на момент розриву.

У других загальних пробах визначали розривне навантаження лубу (волокна) скрученої стрічки, оскільки за органолептичними ознаками вони були подібними до комплексного та технічного волокна.

3.3 Методики визначення показників якості стебел та волокон льону олійного

Обґрунтування вибору методик для здійснення експериментальних досліджень соломи, трести, лубу та волокон льону олійного. У зв'язку з відсутністю стандартів на лубоволокнисту продукцію зі стебел льону олійного для її оцінювання було проаналізовано великий перелік нормативної документації, призначеної для визначення якості соломи, трести, волокон льон-довгунцю і волокон бавовни, який було виявлено під час теоретичних досліджень (розділ 1) та узагальнено у табл. 1.10. Проведений теоретичний аналіз українського досвіду використання стебел льону олійного, як промислової сировини, дозволив визначити номенклатуру фізико-механічних показників волокон льону олійного, що згруповано за їхнім типом, обробкою та функціональним призначенням.

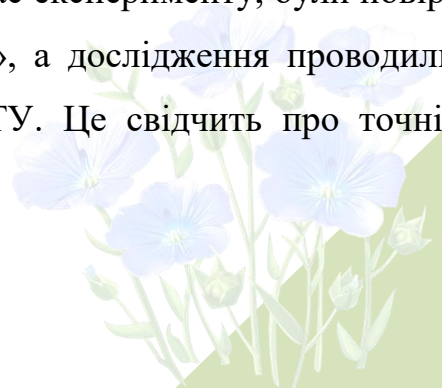
Контроль якості стебел соломи та трести льону олійного здійснювали інструментальними методами з використанням стандартів на льон-довгунець, а саме ГОСТ 28285-89 і ДСТУ 4149:2003 «Треста лляна. Технічні умови» [52]. Вихід лубу зі стебел та соломи, вміст волокна у тресті та засміченість визначали ваговим 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; ступінь вилежаності трести оцінювали показником відокремлюваності. Визначення кольору волокна, одержаного з трести, здійснювали органолептично згідно з чинною нормативною документацією на льон-довгунець, а групи кольору соломи – за

спеціально розробленою авторами таблицею (табл. 2.16), що пов'язано зі значними відмінностями морфологічних ознак та ступенем стиглості стебел льону олійного від льону-довгунцю (розділ 2, п. 2.4.1, п. 2.4.2).

У ході досліджень із соломи та трести льону олійного було виділено луб та волокно з метою визначення їхніх якісних характеристик. Визначення фізико-механічних характеристик волокон та лубу льону олійного проводили інструментальними методами з використанням такої нормативної документації: ДСТУ 5015:2008 «Волокно лляне коротке. Технічні умови» [54], ТУ 17 У 00306710.079-2000 «Котонин из короткого льняного волокна. Технические условия» [56], ТУ.У.05495816.005-2000 «Котонізоване льоноволокно. Технічні умови» [57], ДСТУ ISO 5079:2004 «Визначення розривального навантаження та видовження під час розриву одиничних волокон» [71]. Розривне навантаження скрученої стрічки визначали на динамометрі ДКВ-60; вміст костриці та смітєвих домішок – ваговим методом; відносне розривне навантаження волокон та відносне видовження одиничних волокон на момент розриву – ДШ-3; характеристики за довжиною волокон (середня, штапельна, модальна, масодовжина), лінійна щільність та масова частка волокон прядильної групи – з використанням лабораторної лінійки, електричних ваг високого класу точності з подальшим обчислюванням отриманих даних [138].

Методики експериментальних досліджень якісних показників соломи та трести льону олійного детально описані в розроблених нормативних документах (додаток Б і В). Деякі відомі методики було удосконалено з огляду на особливості структури волокон льону олійного та покладено в основу нормативної документації для визначення якості волокон льону олійного, що розроблені авторами даної роботи (додаток Д).

Усі прилади, що використовувались під час експерименту, були повірені в лабораторіях ДП «Херсонстандартметрологія», а дослідження проводили в акредитованій випробувальній лабораторії ХНТУ. Це свідчить про точність



проведення лабораторних вимірювань та достовірність отриманих числових значень якісних показників соломи, трести, лубу та волокон льону олійного.

Державну реєстрацію та законне затвердження розроблених технічних умов здійснено на базі ДП «Херсонстандартметрологія».

3.4. Методика визначення рівня якості соломи та трести льону олійного

Проведення наукових досліджень для підтвердження наукової гіпотези та розвитку теоретичних основ створення комплексних систем контролю якості стебел і волокон льону олійного, що дозволяють розробити нормативну документацію, здійснювалось за складеним узагальненим алгоритмом, що представлений у розділі 2 (рис. 2.1).

Показники якості продукції відіграють таку ж роль, як і фізичні величини у вимірюваннях. Тому для вирішення завдань даної роботи необхідно дослідити й визначити технологічні та фізико-механічні властивості соломи та трести льону олійного, згідно з якими можна прогнозувати доцільність їхньої первинної переробки. За таких умов оптимальним є застосування методів кваліметрії, що дають можливість максимально розкрити всі якісні характеристики сировини для її раціонального використання та забезпечують незмінність властивостей готових виробів у процесі їхнього виготовлення [124].

Вибір номенклатури показників якості соломи, трести й волокон льону олійного здійснювався з дотриманням основних її вимог та виявлених етапів (рис. 2.8).

Для вирішення питань, пов'язаних із оцінюванням стебел льону олійного, у п. 2.3 другого розділу даної роботи за допомогою основних засобів кваліметрії було розроблено комплексну систему для визначення вагомості технологічних показників соломи та трести льону олійного, що в сукупності характеризують їхній загальний рівень якості як промислової сировини. Ці

узагальнюючі показники якості мають назву – номер соломи льону олійного та номер трести льону олійного.

Рівень якості соломи та трести льону олійного визначали за такими етапами:

- вибір номенклатури властивостей, що забезпечують використання досліджуваної сировини за призначенням;
- експертна оцінка обраних властивостей способом ранжування;
- ранжування одиничних показників якості соломи за їхньою значимістю в загальній оцінці для встановлення вагомих якісних характеристик;
- математично-статистична обробка одержаних експертних оцінок;
- визначення коефіцієнтів вагомості одиничних показників якості соломи та трести льону олійного та встановлення за шкалою порядку найвагоміших технологічних характеристик, що свідчать про їхню промислову цінність;
- переведення фактичних значень значущих показників якості соломи та трести льону олійного у відносні значення;
- проведення кластерного аналізу для розподілу показників якості соломи та трести льону олійного на класи (сортність).

З метою проведення технологічної оцінки соломи та трести льону олійного і визначення рівня їхньої якості було обрано експертний метод, а визначення відносних значень найвагоміших одиничних показників якості сировини визначали за допомогою диференційного методу [124].

3.4.1. Методика визначення вагомості показників якості соломи та трести експертним методом. У кваліметрії експертний метод визначення показників якості продукції використовують здебільшого для встановлення коефіцієнтів вагомості певних одиничних показників [124]. Загальний алгоритм проведення експертних операцій складається з трьох етапів: підготовчого, одержання експертних оцінок, математично-статистичної обробки отриманих даних [127].

На першому етапі досліджень було сформовано експертну комісію та визначено номенклатуру показників якості досліджуваного об'єкта експертизи.

Для цього здійснено критичний аналіз роботи комплексів із переробки соломи і трести льону олійного в розвинених країнах світу та досвіду науково-дослідних центрів, що займаються вивченням якісних характеристик сировини, одержаної зі стебел цієї культури. Визначено їхні критерії вибору сировини для первинної обробки стебел. Результати досліджень наведено в розділі 2, п. 2.4 (табл. 2.4) даної роботи.

На другому етапі наукових досліджень оброблено інформаційні дані за допомогою методу ранжування, на основі чого складено матрицю та обчислено суму рангів (R_i) кожного показника якості за формулою:

$$R_i = \sum_{j=1}^n m_{ij}, \quad (3.1)$$

де m_{ij} – 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:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+m) \cdot m}{2}, \quad (3.2)$$

$$T = \frac{\sum R_i}{m}, \quad (3.3)$$

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

На третьому етапі досліджень визначали достовірність одержаних експертних оцінок, що виражається коефіцієнтом варіації v_i :

$$v_i = 100 \cdot \frac{\sigma_i}{R_i}, \quad (3.4)$$



$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\bar{R}_i - m_{i_j})^2}{n-1}}, \quad (3.5)$$

де v_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.

Для оцінки загальної узгодженості думок експертів визначали коефіцієнт конкордації, (K_u):

$$K_u = \frac{12 \cdot S}{n^2(m^3 - m)}, \quad (3.6)$$

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:

$$\Delta_i = R_i - T. \quad (3.7)$$

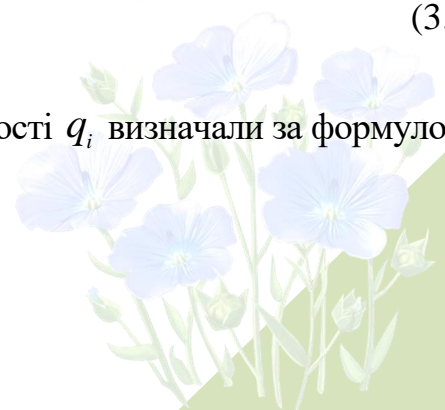
Квадрат відхилень за кожним параметром Δ_i^2 та загальну суму квадратів відхилень S визначали за формулою:

$$S = \sum_{i=1}^m \Delta_i^2. \quad (3.8)$$

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

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{n \cdot m \cdot (m+1)}. \quad (3.9)$$

Коефіцієнти вагомості кожного показника якості q_i визначали за формулою:



$$q_i = \frac{R_{ki}}{\sum R_{ki}} \quad (3.10)$$

Значущі показники якості q_{i0} обчислювали за формулою:

$$q_{i0} = q_i^* / \sum_{i=1}^m q_i^* \quad (3.11)$$

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

За шкалою порядку проводили пряме вимірювання коефіцієнтів вагомості q_i та q_{i0} , сума яких має дорівнювати одиниці. Це дозволило виділити з усіх m -показників найбільш значущі показники, для яких виконується умова $q_i > 1/m$.

Результати математично-статистичних розрахунків для соломи і трести наведено в розділі 4 п. 4.3 даної роботи та узагальнено на рис. 4.19 і 4.20 відповідно у вигляді діаграм.

3.4.2. Методика визначення відносних значень показників якості соломи та трести диференційним методом. Диференційний метод базується на послідовному, роздільному порівнянні всіх одиничних показників якості, що оцінюються, та найкращого показника. Завдяки цьому методу одиничні показники у сталих величинах можна виразити відносними значеннями у балах [124]. Відносні значення показників якості за допомогою диференційного методу розраховували згідно з формулами:

$$W_i = \frac{P_i}{P_{iv}} \cdot 100, \quad (3.12)$$

$$W_i = \frac{P_{iv}}{P_i} \cdot 100, \quad (3.13)$$

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 (3.12) застосовують для оцінки показників, збільшення числового значення яких свідчить про поліпшення якості. Формулу (3.13) 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 [124].

Обґрунтування методологічного підходу до поділу показників якості соломи та трести льону олійного на класи з використанням основ системного аналізу та принципів моделювання процесів здійснено у розділі п. 2.3.2. У експериментальній частині розділу 4, п. 4.4 даної роботи за допомогою кластерного аналізу було здійснено розподіл 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.

3.5 Математичне планування експерименту та обробка результатів досліджень

Для підвищення ефективності досліджень, особливо при багатофакторній оптимізації, необхідне застосування моделей математичного планування експерименту, процедура якого, насамперед, полягає у виборі кількості дослідів і умов їхнього проведення, необхідних та достатніх для розв'язання поставленої задачі із заданою точністю [139-141].

З метою отримання достатньо надійних статистичних даних для кожного із показників проводили не менше п'яти паралельних дослідів.

Статистична обробка результатів експериментів дає можливість визначити, з відомим ступенем надійності, характеристики сировини на основі

дослідження скінченної кількості зразків. Основними статистичними характеристиками, що використовували для первинної обробки даних, є середнє арифметичне значення $X_{сер}$ (3.14), середнє квадратичне відхилення σ (3.15) та похибка експерименту ν (3.16).

$$X_{сер} = \frac{1}{n} \sum x_i, \quad (3.14)$$

де $\sum x_i$ – сума окремих вимірювань;

n – кількість вимірювань.

Межі відхилень величин характеризує середнє квадратичне відхилення σ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_i^2}{n-1}}, \quad (3.15)$$

де $\sum \Delta x_i^2$ – сума квадратів відхилення всіх варіантів від середнього арифметичного.

Відносну статистичну похибку середнього арифметичного (похибку експерименту) розраховували за формулою:

$$\nu = \frac{\sigma}{(x_{сер} \sqrt{n})} \cdot 100\%. \quad (3.16)$$

Одержані експериментальні дані обробляли за допомогою методів математичної статистики. Для того, щоб проаналізувати характер залежності, одержаної експериментальним шляхом, значення функції (табличні) апроксимували деякою простою аналітичною функцією, що легко піддається різним перетворенням, зокрема арифметичним операціям, дослідженню на монотонність тощо. Такою функцією може бути, наприклад, алгебраїчний чи тригонометричний поліном заданого степеня або ж функція, побудована на базі простих степеневих, показникових чи логарифмічних залежностей. Інтерполяційна функція мало підходить для цього, тому що: по-перше, вимога

збігу її значень із табличними значеннями досліджуваної функції, що задаються наближено (навіть у разі відсутності систематичних похибок вони мають неусувні випадкові похибки), є не тільки зайвою, але й до певної міри шкідливою; по-друге, степінь, наприклад, інтерполяційного полінома жорстко прив'язаний до кількості табличних значень аргумента та функції (для степеня n потрібно $n+1$ вузлів, щоб поліном існував і був єдиним). У випадках, аналогічних нашому, бажано мати більшу кількість експериментальних даних і невисокий степінь інтерполяційного полінома.

Враховуючи вищевикладене, обрано спосіб апроксимації, що має назву метод найменших квадратів. Сутність методу полягає в мінімізації суми квадратів відхилень значень даної функції та шуканої аналітичної.

Дослідження залежностей величин таким способом ще називають регресійним аналізом, а графіки апроксимуючих функцій – лініями трендів. На практиці використовують шість основних видів апроксимації лініями трендів: лінійну, логарифмічну, поліноміальну, степеневу, експоненціальну, змінне середнє. Характеристикою достовірності апроксимуючих функцій є коефіцієнт детермінації R^2 .

Виходячи з характеру експериментальних даних, було використано лінійну й поліноміальну (n степенів) апроксимацію функцій, заданих експериментальними табличними значеннями.

Для обробки результатів досліджень були використані стандартні пакети прикладних програм MathCAD-2015, MathType 6.0, Microsoft Office Excel 2016 та Microsoft Office Word 2016 [136-139].

У результаті математично-статистичної обробки експериментальних даних були побудовані графічні залежності та отримані математичні моделі, що описують ці залежності.



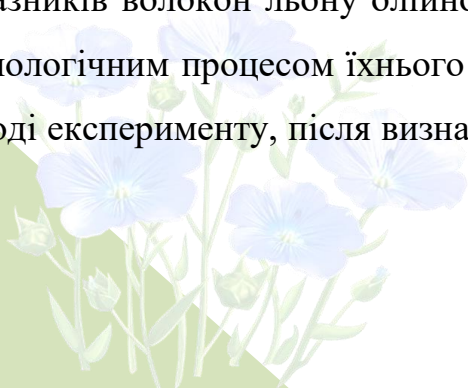
РОЗДІЛ 4: ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОЛОМИ Й ТРЕСТИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО РІВНЯ ЇХ ЯКОСТІ

Необхідність створення нормативної документації з метою визначення якості продукції зі стебел льону олійного була докладно обґрунтована під час теоретичних досліджень. Наукове обґрунтування даної документації потребує здійснення експериментальних досліджень показників якості соломи, трести, виділених із них лубу та волокон відповідно, а також визначення рівня якості соломи та трести за розробленою методологією.

4.1 Послідовність проведення експериментальних досліджень

Під час попередніх наукових досліджень теоретично-експериментального характеру, результати яких наведено в розділі 2 даної роботи, було виявлено основні технологічні властивості соломи та трести льону олійного. До них відносяться: вологість, засміченість, вихід лубу зі стебел, група кольору соломи, загальна й технічна довжина стебел та їхній діаметр – для соломи; засміченість, вихід волокна, відокремлюваність, група кольору волокна, загальна й технічна довжина та діаметр стебел – для трести. Саме ці характеристики будуть експериментально досліджені для визначення діапазону варіювання окремих показників якості.

На основі теоретичних досліджень номенклатуру фізико-механічних показників волокон льону олійного згруповано за типом, який обумовлюється технологічним процесом їхнього одержання та функціональним призначенням. У ході експерименту, після визначення якісних характеристик соломи та трести



льону олійного, виділено луб і волокно з метою визначення їхніх фізико-механічних властивостей.

Оцінку якості лляної сировини здійснювали інструментально-лабораторним способом, використовуючи нормативну документацію наведену у розділі 3 п. 3.3 та методики, що детально описані в додатках Б, В і Д. Під час наукових досліджень було здійснено світлову мікроскопію поперечних зрізів соломи, трести, лубу та волокон льону олійного різного функціонального призначення за методом Архангельського В.А. [129] з використанням металевих пластин, на яких є невеликі отвори для формування зрізів. Детальна методика проведення мікроскопії та результати досліджень були включені до розроблених нормативних документів для визначення якості волокон льону олійного (додаток Д).

Далі з застосуванням розробленої наукової концепції для оцінювання якості соломи та трести льону олійного необхідно встановити значущі показники якості, що свідчать про їхню технологічну цінність і обчислити відносні значення кожного показника з метою зміни їх розмірності. Отримані результати в сукупності будуть основоположними під час розробки єдиної методики визначення загального рівня якості сировини (комплексного показника якості), що дозволить прогнозувати функціональне призначення готової продукції. На підставі кластерного аналізу здійснити поділ показників якості соломи та трести льону олійного на класи, що відповідатимуть рівню якості досліджуваної сировини – номеру соломи та номеру трести.

4.2 Дослідження технологічних характеристик стебел соломи та трести льону олійного

Під час експериментальних досліджень, згідно з методикою відбору зразків, наведеною в розділі 3, п. 3.1, було сформовано зменші стебел соломи льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина, що було отримано за двома способами збирання: комбайнового та ручного брання рослини, для визначення

їхніх технологічних характеристик. Відбір проб стебел і соломи кожного сорту здійснювали на ДПДГ «Асканійське» НААН України. З таких же проб було одержано тресту льону олійного на дослідних ділянках і в лабораторіях кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету.

Як було встановлено в розділі 2, п. 2.4.2, нормована (розрахункова) вологість соломи та трести льону олійного повинна дорівнювати 19 %, а технологічна – 6-8 %. Для проведення експериментальних досліджень досліджувану сировину доводили до необхідних показників вологості шляхом висушування її до сталої маси, згідно з методикою, наведеною в додатках Б і В.

Експериментальні дослідження з визначення фізико-механічних характеристик соломи, трести, лубу й волокна льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина здійснювали на базі науково-дослідної лабораторії переробки луб'яних культур кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації ХНТУ.

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

У 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 і соломи в кожній групі, за параметр Y – значення технічної довжини, діаметра трести зі стебел соломи та виходу волокна.

Для дослідження впливу параметрів соломи та трести льону олійного на вихід лубу та вихід волокна було проведено трифакторний математичний експеримент із використанням прикладної програми «MathCAD-2015» за допомогою якої отримані рівняння регресії функції $Y=f(X_1, X_2, X_3)$ та побудовані поверхні відгуку. У даних математичних моделях соломи (трести) за параметр Y прийнято вихід лубу (вихід волокна), X_1 – середня довжина стебел у досліджуваній групі соломи (трести), X_2 – середнє значення діаметра стебел соломи (трести), X_3 – маса стебел у групі соломи (трести).

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

Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей соломи льону олійного після комбайнового збирання насіння. Методику відбору проб та порядок проведення експериментальних досліджень соломи, одержаної після комбайнового збирання насіння докладно описано у п. 3.2. Результати експериментальних досліджень із визначення показників якості соломи льону олійного сорту Айсберг та їхньої математично-статистичної обробки (середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення та похибка експерименту) подано в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Загальна характеристика показників якості стебел соломи льону олійного сорту Айсберг

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору соломи	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса лубу в групах, г	Масова частка лубу в групах, %	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %
1	(0-10)	5	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0,0	0	II група – темно-жовта й жовто-бура	0,43	0,45	0,00	0,00	0,00
2	(10-20)	15	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0,0	0		0,44	0,46	0,00	0,00	0,00
3	(20-30)	25	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,2	39		0,40	0,42	0,00	0,00	0,00
4	(30-40)	35	волоть	волоть	1,4	41		0,80	0,84	0,00	0,00	0,00
5	(40-50)	45	волоть	волоть	1,7	49		0,74	0,78	0,26	0,79	0,27
6	(50-60)	55	волоть	волоть	1,4	36		0,45	0,47	0,16	0,48	0,17
7	(60-70)	65	волоть	волоть	1,6	47		0,91	0,95	0,32	0,97	0,33
8	(70-80)	75	волоть	волоть	1,9	40		1,26	1,32	0,44	1,35	0,46
9	(80-90)	85	волоть	волоть	1,7	42		1,20	1,26	0,42	1,29	0,44
10	(90-100)	95	90	95	2,3	33		1,93	2,02	0,67	2,07	0,71
11	(100-110)	105	97	92	2,0	30		1,46	1,54	0,51	1,57	0,54
12	(110-120)	115	108	94	2,2	29		1,88	1,97	0,66	2,01	0,69
13	(120-130)	125	112	90	2,3	26		2,00	2,10	0,70	2,14	0,73
14	(130-140)	135	127	94	2,9	31		4,09	4,29	1,43	4,39	1,50
15	(140-150)	145	133	92	2,6	26		2,96	3,11	1,04	3,18	1,09
16	(150-160)	155	141	91	2,7	23		3,02	3,17	1,06	3,24	1,11
17	(160-170)	165	147	89	2,1	22		1,86	1,95	0,65	1,99	0,68
18	(170-180)	175	152	87	2,9	28		4,79	5,02	1,68	5,14	1,76

Продовження табл. 4.1

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору соломи	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса лубу в групах, г	Масова частка лубу в групах, %	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %
19	(180-190)	185	163	88	2,6	4	II група – темно-жовта жовто-бура	0,58	0,61	0,20	0,62	0,21
20	(190-200)	195	175	90	2,0	4		0,36	0,38	0,13	0,39	0,13
21	(200-210)	205	188	92	2,4	23		3,16	3,31	1,10	3,38	1,16
22	(210-220)	215	193	90	2,1	14		1,54	1,62	0,54	1,65	0,57
23	(220-230)	225	201	89	2,3	4		0,55	0,58	0,19	0,59	0,20
24	(230-240)	235	221	94	2,5	24		4,10	4,30	1,43	4,39	1,50
25	(240-250)	245	237	97	2,3	21		3,16	3,32	1,11	3,39	1,16
26	(250-260)	255	245	96	2,3	20		3,13	3,29	1,10	3,36	1,15
27	(260-270)	265	252	95	2,2	22		3,28	3,44	1,15	3,52	1,20
28	(270-280)	275	268	97	2,4	15		2,76	2,90	0,97	2,96	1,01
29	(280-290)	285	272	95	2,6	16		3,58	3,76	1,25	3,84	1,32
30	(290-300)	295	287	97	2,7	18		4,50	4,72	1,57	4,82	1,65
31	(300-310)	305	298	98	2,7	20		5,17	5,42	1,81	5,54	1,90
32	(310-320)	315	301	96	2,5	18		4,12	4,32	1,44	4,42	1,51
33	(320-330)	325	317	98	2,6	11		2,81	2,95	0,98	3,01	1,03
34	(330-340)	335	321	96	2,9	12		3,93	4,12	1,37	4,21	1,44
35	(340-350)	345	330	96	2,6	12		3,25	3,41	1,14	3,49	1,19
36	(350-360)	355	346	97	2,9	11		3,82	4,00	1,34	4,09	1,40
37	(360-370)	365	342	94	2,8	7		2,33	2,44	0,81	2,50	0,85
38	(370-380)	375	358	95	3,0	6		2,35	2,47	0,82	2,52	0,86
39	(380-390)	385	369	96	3,3	5		2,44	2,56	0,85	2,61	0,89
40	(390-400)	395	376	95	3,0	3		1,24	1,30	0,43	1,33	0,46
41	(400-410)	405	394	97	2,3	2		0,50	0,52	0,17	0,53	0,18
42	(410-420)	415	407	98	3,2	2		0,99	1,04	0,35	1,06	0,36
43	(420-430)	425	412	97	3,0	1	0,44	0,47	0,16	0,48	0,16	
44	(430-440)	435	423	97	3,5	1	0,62	0,65	0,22	0,66	0,23	
Всього						838		95,33	100	32,63	100	34,24
Математично-статистична обробка даних												
Середнє значення, $X_{сер}$		220	200	74,85	2,4	19	II	2,17	2,27	0,74	2,27	0,78
Середнє квадратичне відхилення, σ		128	137,22	38,50	0,57	13,90		1,42	1,49	0,52	1,59	0,55
Похибка експерименту, v , %		8,80	10,34	7,75	3,66	11,01		9,91	9,91	10,56	10,57	10,58

Аналізуючи дані табл. 4.1, можна зробити висновок, що в соломі льону олійного сорту Айсберг найбільшою є маса стебел 31 групи із середньою довжиною 305 мм і найвищим показником маси лубу – 1,81 г (масова частка

лубу в групі – 5,54 %). Засміченість жмені визначали за вмістом сміттєвих домішок, пилу та залишків пошкодженої верхівкової частини (волоть). Сміттєві домішки та пил містяться лише в перших трьох групах, загальна маса яких становить 1,27 г (масова частка 1,33 %), а волоть – у групах 4-9 із загальною масою 5,36 г (масова частка 5,62 %). Результати досліджень наважки відносять до всієї досліджуваної жмені. Таким чином, у жмені соломи сорту Айсберг переважають стебла з такими середніми значеннями показників якості: загальна довжина – 220 мм, технічна довжина – 200 мм, технічна частина в загальній довжині – 74,85 %, вихід лубу – 34,24 %, середній діаметр стебел соломи – 2,4 мм, група кольору соломи – II (темно-жовта й жовто-бура). Засміченість жмені соломи становить 6,95 %. Результати експериментальних досліджень із визначення показників якості соломи льону олійного сорту Дебют та їхньої математично-статистичної обробки (середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення та похибку експерименту) подано в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Загальна характеристика показників якості стебел соломи льону олійного сорту Дебют

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору соломи	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса лубу в групах, г	Масова частка лубу в групах, %	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %
1	(0-10)	5	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0,0	0	II група – темно-жовта й жовто-бура	0,77	0,79	0,00	0,00	0,00
2	(10-20)	15	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0,0	0		0,62	0,64	0,00	0,00	0,00
3	(20-30)	25	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0,0	0		0,58	0,59	0,00	0,00	0,00
4	(30-40)	35	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0,0	0		0,54	0,55	0,00	0,00	0,00
5	(40-50)	45	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,1	14		0,59	0,60	0,22	0,62	0,23
6	(50-60)	55	волоть	волоть	1,2	10		0,38	0,39	0,14	0,40	0,15
7	(60-70)	65	волоть	волоть	1,3	6		0,32	0,33	0,12	0,34	0,12
8	(70-80)	75	волоть	волоть	1,3	9		0,42	0,43	0,16	0,44	0,16
9	(80-90)	85	волоть	волоть	1,4	13		0,50	0,51	0,19	0,53	0,19
10	(90-100)	95	волоть	волоть	1,5	10		0,44	0,45	0,17	0,46	0,17
11	(100-110)	105	90	85,71	1,9	10		0,46	0,47	0,17	0,48	0,18
12	(110-120)	115	98	85,22	2,0	17		0,95	0,97	0,36	0,99	0,37
13	(120-130)	125	104	83,20	2,1	17		1,13	1,16	0,43	1,19	0,44
14	(130-140)	135	108	80,00	2,2	13		1,03	1,05	0,39	1,08	0,40
15	(140-150)	145	121	83,45	2,1	11		0,85	0,87	0,32	0,89	0,33

Продовження табл. 4.2

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору соломи	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса лубу в групах, г	Масова частка лубу в групах, %	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %	
16	(150-160)	155	133	85,81	2,2	17	II група – темно-жовта й жовто-бура	1,54	1,58	0,59	1,62	0,60	
17	(160-170)	165	142	86,06	2,1	19		1,67	1,71	0,64	1,76	0,65	
18	(170-180)	175	148	84,57	2,3	17		1,90	1,95	0,72	2,00	0,74	
19	(180-190)	185	151	81,62	2,1	14		1,38	1,42	0,52	1,45	0,54	
20	(190-200)	195	168	86,15	2,3	21		2,62	2,69	1,00	2,76	1,02	
21	(200-210)	205	160	78,05	2,2	13		1,56	1,60	0,59	1,64	0,61	
22	(210-220)	215	169	78,60	2,5	21		3,41	3,50	1,30	3,59	1,33	
23	(220-230)	225	164	72,89	2,4	19		2,98	3,05	1,13	3,13	1,16	
24	(230-240)	235	172	73,19	2,6	15		2,88	2,95	1,09	3,03	1,12	
25	(240-250)	245	187	76,33	2,7	20		4,32	4,43	1,64	4,54	1,68	
26	(250-260)	255	210	82,35	2,5	23		4,43	4,54	1,68	4,66	1,73	
27	(260-270)	265	228	86,04	2,4	13		2,40	2,46	0,91	2,52	0,93	
28	(270-280)	275	236	85,82	2,4	33		6,32	6,48	2,40	6,65	2,46	
29	(280-290)	285	241	84,56	2,5	32		6,89	7,07	2,62	7,25	2,68	
30	(290-300)	295	257	87,12	2,8	15		4,19	4,30	1,59	4,41	1,63	
31	(300-310)	305	271	88,85	2,6	16		3,99	4,09	1,52	4,20	1,55	
32	(310-320)	315	284	90,16	2,9	15		4,80	4,93	1,83	5,06	1,87	
33	(320-330)	325	296	91,08	3,1	11		4,15	4,26	1,58	4,37	1,62	
34	(330-340)	335	310	92,54	3,1	12		4,67	4,79	1,77	4,92	1,82	
35	(340-350)	345	317	91,88	3,2	10		4,27	4,38	1,62	4,49	1,66	
36	(350-360)	355	324	91,27	3,4	3		1,49	1,53	0,57	1,57	0,58	
37	(360-370)	365	336	92,05	3,6	3		1,72	1,76	0,65	1,81	0,67	
38	(370-380)	375	349	93,07	3,5	3		1,67	1,71	0,63	1,75	0,65	
39	(380-390)	385	361	93,77	3,7	2		1,27	1,31	0,48	1,34	0,50	
40	(390-400)	395	374	94,68	3,8	2		1,38	1,41	0,52	1,45	0,54	
41	(400-410)	405	387	95,56	3,6	2		1,27	1,30	0,48	1,34	0,49	
42	(410-420)	415	395	95,18	4,0	2		1,61	1,65	0,61	1,69	0,63	
43	(420-430)	425	404	95,06	3,9	1		0,78	0,80	0,30	0,82	0,30	
44	(430-440)	435	417	95,86	4,1	1		0,88	0,91	0,34	0,93	0,34	
45	(440-450)	445	429	96,40	3,9	2		1,64	1,68	0,62	1,72	0,64	
46	(450-460)	455	438	96,26	4,2	1		0,97	0,99	0,37	1,02	0,38	
47	(460-470)	465	442	95,05	4,1	2		1,89	1,94	0,72	1,99	0,74	
48	(470-480)	475	454	95,58	4,2	1		1,01	1,04	0,38	1,07	0,39	
Всього						511			97,53	100	36,11	100	37,02
Математично-статистична обробка даних													
Середнє значення, $X_{сер}$	240	204	69,40	2,5	10,65	II		2,03	2,08	0,75	2,08	0,77	
Середнє квадратичне відхилення, σ	140	113	6,77	1,14	8,40			1,65	1,69	0,65	1,79	0,66	
Похибка експерименту, v , %	8,60	9,36	1,69	6,79	11,64			11,98	11,98	12,70	12,70	12,70	

Аналіз даних, наведених у табл. 4.2, свідчить про те, що в неоднорідній стебловій масі льону олійного сорту Дебют міститься солома з більшою довжиною, ніж у стебловій масі льону олійного сорту Айсберг, оскільки її середнє значення становить 240 мм. У зв'язку з цим під час проведення експерименту було збільшено кількість груп на загальній діаграмі.

Найбільша маса стебел – 6,89 г – зосереджена у 29 групі з середньою довжиною 285 мм і найвищим показником маси лубу – 2,62 г (масова частка лубу в групі – 7,25 %). Засміченість жмені визначали за вмістом сміттєвих домішок, пилу та залишків пошкодженої верхівкової частини (волоть). Сміттєві домішки та пил містяться в перших п’яти групах, загальна маса яких становить 3,10 г (масова частка 3,17 %), а волоть – у групах 6-10 із загальною масою 2,06 г (масова частка 2,11 %). Результати досліджень наважки відносять до всієї досліджуваної жмені. Отже, в жмені соломи сорту Дебют переважають стебла з такими середніми значеннями показників якості: загальна довжина – 240 мм, технічна довжина – 204 мм, технічна частина в загальній довжині – 69,40 %, вихід лубу – 37,02 %, середній діаметр стебел соломи – 2,5 мм, група кольору соломи – II (темно-жовта й жовто-бура). Засміченість жмені соломи становить 5,28 %.

Результати експериментальних досліджень із визначення показників якості соломи льону олійного сорту Лірина та їх математично-статистичної обробки (середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення та похибку експерименту) подано в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Загальна характеристика показників якості стебел соломи льону олійного сорту Лірина

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору соломи	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса лубу в групах, г	Масова частка лубу в групах, %	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %
1	(0-10)	5	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0,0	0	II група – темно-жовта й жовто-бура	0,93	0,95	0,00	0,00	0,00
2	(10-20)	15	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0,0	0		0,84	0,85	0,00	0,00	0,00
3	(20-30)	25	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0,0	0		0,97	0,99	0,00	0,00	0,00
4	(40-50)	45	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,2	9		0,85	0,86	0,34	0,90	0,35
5	(50-60)	55	волоть	волоть	1,3	10		0,33	0,34	0,13	0,35	0,13
6	(60-70)	65	волоть	волоть	1,4	7		0,22	0,22	0,09	0,23	0,09
7	(70-80)	75	волоть	волоть	1,5	8		0,17	0,17	0,07	0,18	0,07
8	(80-90)	85	волоть	волоть	1,5	12		0,27	0,27	0,11	0,29	0,11
9	(90-100)	95	волоть	волоть	1,6	11		0,25	0,25	0,10	0,26	0,10
10	(100-110)	105	91	86,67	1,8	9		0,21	0,21	0,08	0,22	0,09
11	(110-120)	115	102	88,70	2,1	16		0,56	0,57	0,22	0,59	0,23
12	(120-130)	125	117	93,60	2,2	15		0,63	0,64	0,25	0,66	0,25

Продовження табл. 4.3

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору соломи	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса лубу в групах, г	Масова частка лубу в групах, %	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %
13	(130-140)	135	128	94,81	2,5	14	II група – темно-жовта й жовто-бура	0,82	0,83	0,33	0,86	0,33
14	(140-150)	145	134	92,41	2,3	12		0,64	0,65	0,25	0,67	0,26
15	(150-160)	155	148	95,48	2,4	18		1,11	1,13	0,44	1,17	0,45
16	(160-170)	165	157	95,15	2,5	17		1,21	1,23	0,48	1,28	0,49
17	(170-180)	175	169	96,57	2,7	16		1,41	1,43	0,56	1,49	0,57
18	(180-190)	185	176	95,14	2,9	13		1,40	1,42	0,56	1,48	0,57
19	(190-200)	195	188	96,41	2,6	22		2,00	2,04	0,80	2,11	0,81
20	(200-210)	205	194	94,63	2,8	15		1,67	1,69	0,67	1,76	0,68
21	(210-220)	215	207	96,28	2,9	23		2,87	2,92	1,15	3,03	1,17
22	(220-230)	225	212	94,22	3,1	18		2,69	2,73	1,08	2,84	1,09
23	(230-240)	235	225	95,74	2,9	16		2,18	2,22	0,87	2,31	0,89
24	(240-250)	245	237	96,73	3,2	21		3,64	3,70	1,46	3,84	1,48
25	(250-260)	255	246	96,47	2,5	24		2,64	2,69	1,06	2,79	1,07
26	(260-270)	265	258	97,36	2,4	12		1,27	1,29	0,51	1,34	0,51
27	(270-280)	275	267	97,09	2,4	31		3,39	3,45	1,36	3,58	1,38
28	(280-290)	285	275	96,49	2,5	29		3,57	3,63	1,43	3,77	1,45
29	(290-300)	295	284	96,27	2,8	17		2,72	2,76	1,09	2,87	1,10
30	(300-310)	305	292	95,74	2,8	15		2,48	2,52	0,99	2,62	1,01
31	(310-320)	315	300	95,24	2,9	14		2,56	2,60	1,02	2,70	1,04
32	(320-330)	325	310	95,38	3,4	12		3,11	3,17	1,25	3,29	1,27
33	(330-340)	335	317	94,63	3,2	14		3,32	3,37	1,33	3,50	1,35
34	(340-350)	345	328	95,07	3,7	11		3,59	3,65	1,44	3,79	1,46
35	(350-360)	355	339	95,49	3,6	8		2,54	2,58	1,02	2,68	1,03
36	(360-370)	365	352	96,44	3,8	5		1,82	1,85	0,73	1,92	0,74
37	(370-380)	375	364	97,07	3,5	3		0,95	0,97	0,38	1,01	0,39
38	(380-390)	385	378	98,18	3,7	4		1,46	1,48	0,58	1,54	0,59
39	(390-400)	395	386	97,72	3,8	3		1,18	1,20	0,47	1,25	0,48
40	(400-410)	405	394	97,28	4,0	5		2,24	2,27	0,90	2,36	0,91
41	(410-420)	415	406	97,83	4,1	4		1,93	1,96	0,77	2,03	0,78
42	(420-430)	425	417	98,12	3,9	6		2,68	2,72	1,07	2,83	1,09
43	(430-440)	435	425	97,70	4,1	2		1,01	1,03	0,40	1,07	0,41
44	(440-450)	445	434	97,53	4,0	3		1,48	1,50	0,59	1,56	0,60
45	(450-460)	455	442	97,14	4,2	1		0,55	0,56	0,22	0,59	0,23
46	(460-470)	465	453	97,42	4,1	2		1,08	1,10	0,43	1,14	0,44
47	(470-480)	475	462	97,26	4,2	1		0,58	0,59	0,23	0,61	0,24
48	(480-490)	485	474	97,73	3,9	3		1,53	1,55	0,61	1,61	0,62
49	(490-500)	495	483	97,58	3,2	1		0,35	0,36	0,14	0,37	0,14
50	(500-510)	505	491	97,23	3,5	2		0,85	0,87	0,34	0,90	0,35
51	(510-520)	515	504	97,86	3,8	1		0,51	0,52	0,21	0,54	0,21
52	(520-530)	525	515	98,10	3,4	4		1,68	1,70	0,67	1,77	0,68
53	(530-540)	535	523	97,76	3,1	2		0,71	0,72	0,28	0,75	0,29
54	(540-550)	545	537	98,53	2,9	1		0,32	0,32	0,13	0,33	0,13
55	(550-560)	555	542	97,66	3,5	2		0,94	0,95	0,38	0,99	0,38
56	(560-570)	565	551	97,52	3,7	2		1,07	1,09	0,43	1,13	0,43
57	(570-580)	575	564	98,09	3,9	1		0,60	0,61	0,24	0,64	0,25
58	(580-590)	585	571	97,61	3,2	2		0,83	0,84	0,33	0,87	0,34
59	(590-600)	595	579	97,31	4,0	1		0,66	0,67	0,26	0,69	0,27

Продовження табл. 4.3

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору соломи	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса лубу в групах, г	Масова частка лубу в групах, %	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %
60	(600-610)	605	584	96,53	3,8	1	II група – темно-жовта й жовто-бура	0,60	0,61	0,24	0,64	0,25
61	(610-620)	615	592	96,26	4,0	1		0,68	0,69	0,27	0,72	0,28
62	(620-630)	625	603	96,48	3,8	2		1,25	1,27	0,50	1,32	0,51
63	(630-640)	635	617	97,17	3,9	1		0,67	0,68	0,27	0,70	0,27
64	(640-650)	645	628	97,36	3,9	1		0,68	0,69	0,27	0,72	0,28
65	(650-660)	655	639	97,56	3,7	2		1,24	1,26	0,50	1,31	0,50
66	(660-670)	665	651	97,89	3,8	1		0,66	0,67	0,27	0,70	0,27
67	(670-680)	675	660	97,78	3,8	2		1,35	1,37	0,54	1,42	0,55
68	(680-690)	685	672	98,10	4,0	1		0,76	0,77	0,30	0,80	0,31
69	(690-700)	695	686	98,71	3,9	2		1,46	1,48	0,58	1,54	0,59
70	(700-710)	705	697	98,87	3,8	1		0,70	0,71	0,28	0,74	0,28
71	(710-720)	715	701	98,04	3,6	1		0,63	0,64	0,25	0,67	0,26
72	(720-730)	725	712	98,21	3,9	1		0,74	0,75	0,30	0,78	0,30
Всього						567		98,39	100	37,89	100	38,51
Математично-статистична обробка даних												
Середнє значення, $X_{сер}$		365	348	83,28	3,0	7,77	II	1,35	1,37	0,52	1,37	0,53
Середнє квадратичне відхилення, σ		212	182	33,49	1,08	7,76		0,94	0,96	0,39	1,04	0,40
Похибка експерименту, ν , %		6,79	6,11	4,70	4,20	11,70		8,17	8,17	8,90	8,90	8,90

У результаті аналізу даних табл. 4.3 виявлено, що в неоднорідній стебловій масі льону олійного сорту Лірина міститься солома з найбільшим середнім значенням довжини, що становить 365 мм, на відміну від сортів Айсберг і Дебют. У зв'язку з цим під час проведення експерименту було збільшено кількість груп на загальній діаграмі.

Найбільша маса стебел – 3,64 г – зосереджена у 25 групі із середньою довжиною 245 мм і найвищим показником маси лубу 1,46 г (масова частка лубу в групі – 3,84 %). Засміченість жмені визначали за вмістом сміттєвих домішок, пилу та залишків пошкодженої верхівкової частини (волоть). Сміттєві домішки та пил містяться в перших п'яти групах, загальна маса яких становить 4,51 г (масова частка 4,59 %), а волоть – у групах 6-10 із загальною масою 1,24 г (масова частка 1,25 %). Результати досліджень наважки відносять до всієї досліджуваної жмені.

Отже, в жмені соломи сорту Лірина переважають стебла з такими середніми значеннями показників якості: загальна довжина – 365 мм, технічна довжина – 348 мм, технічна частина в загальній довжині – 83,28 %, вихід лубу – 38,51 %, середній діаметр стебел соломи – 3,0 мм, група кольору соломи – II (темно-жовта й жовто-бура). Засміченість жмені соломи становить 5,84 %.

Експериментальні дані, отримані для всіх досліджуваних фізико-механічних характеристик сортів Айсберг, Дебют та Лірина, було зіставлено одне з одним і виведено їхнє середнє значення. Було проведено математичний аналіз узагальнених значень показників якості та побудовано однофакторні регресійні математичні моделі. Вони характеризують солому, одержану після комбайнового збирання насіння, за показниками середньої довжини, технічної довжини, діаметра стебел соломи та виходу лубу (масової частки лубу). За результатами регресійного аналізу були одержані лінії тренду (рис. 4.1-4.3) та рівняння (4.1-4.3).

$$y = -0,0002x^3 + 0,0349x^2 - 1,5046x + 9,4045$$

$$R^2 = 0,9972 \quad (4.1)$$

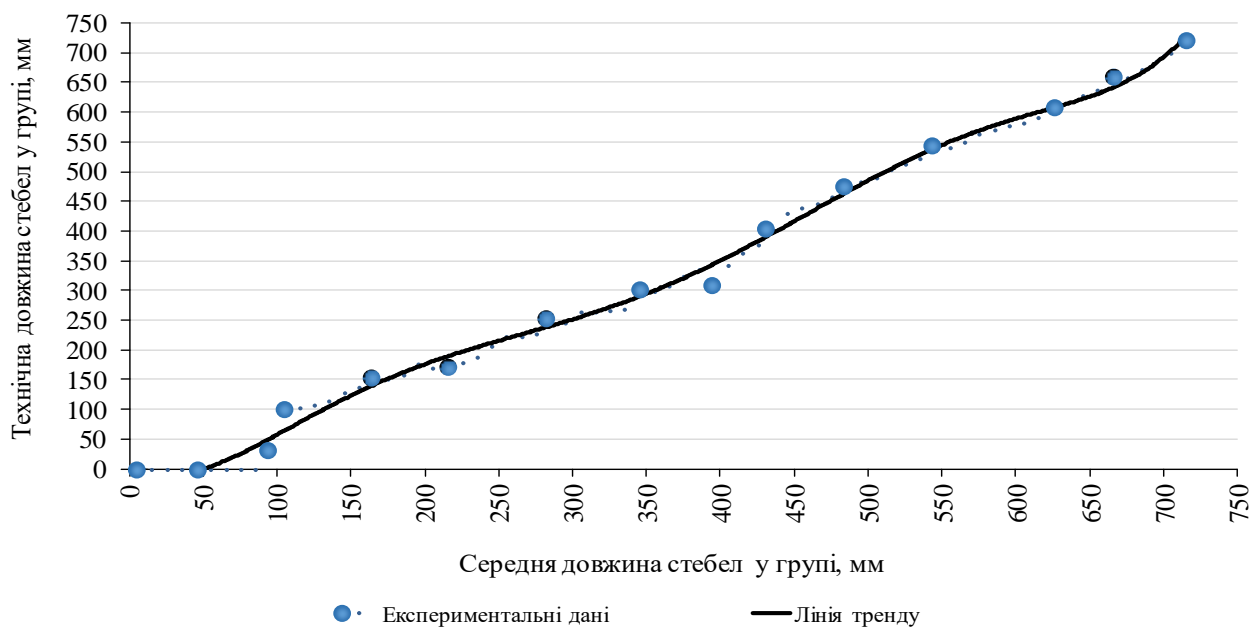


Рис. 4.1 – Розподіл стебел соломи льону олійного за середньою та технічною довжиною в кожній групі

$$y = 0,6x^3 - 0,0005x^2 + 0,0534x - 0,33635$$

$$R^2 = 0,9264$$

(4.2)

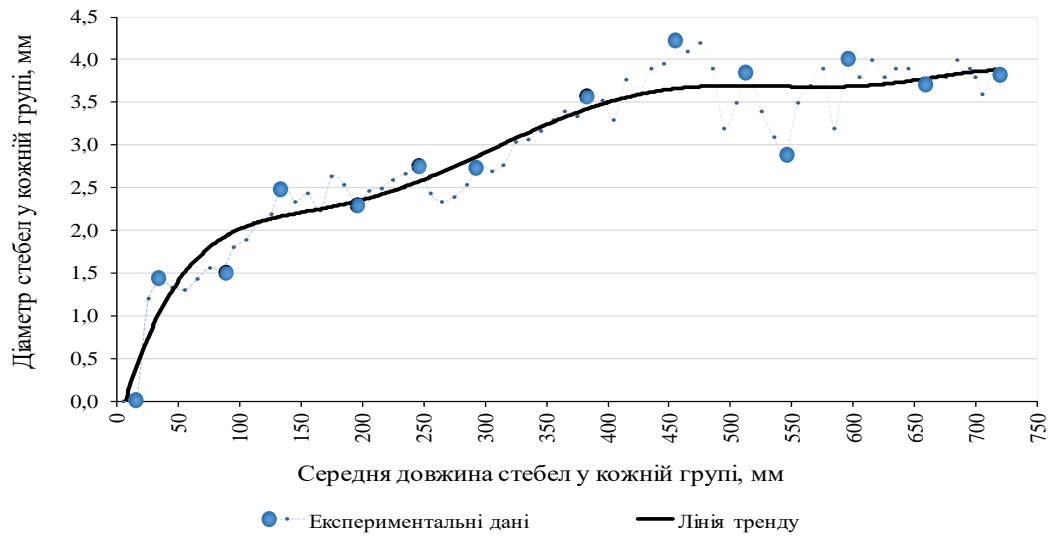


Рис. 4.2 – Розподіл стебел соломи льону олійного за середньою довжиною та діаметром у кожній групі

$$y = 0,7x^3 + 0,0002x^2 - 0,0099x + 0,2582$$

$$R^2 = 0,7924$$

(4.3)

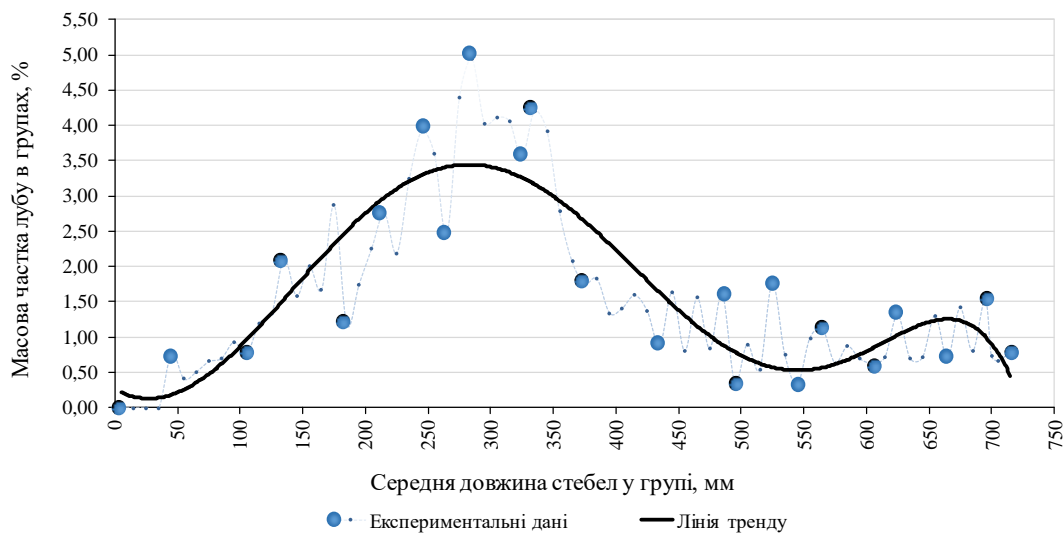


Рис. 4.3 – Розподіл стебел соломи льону олійного за середньою довжиною та виходом лубу в кожній групі

У результаті експериментальних досліджень встановлено фізико-механічні характеристики соломи льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина. Показники якості за всіма сортами узагальнено та визначено їхній діапазон від

мінімального до максимального значень. Здійснено розрахунки з метою встановлення середніх значень фізико-механічних показників соломи льону олійного, яка одержана після комбайнового збирання насіння, а також визначення загального рівня її якості. Це дозволяє не враховувати певний сорт чи вид льону олійного, оскільки на переробний комплекс може надходити сировина різного складу, а саме, в партії може бути згруповано солону декількох сортів або видів даної культури. Узагальнені показники подано в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Фізико-механічні показники соломи льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина, одержаної після комбайнового збирання насіння

№ з/п	Найменування показників	Айсберг	Дебют	Лірина	Середні значення
1	Засміченість, %	6,95	5,28	5,84	6,02
2	Вихід лубу зі стебел, %	34,24	37,02	38,51	36,59
3	Група кольору соломи	II	II	II	II
4	Загальна довжина, мм	220	240	365	275
5	Технічна довжина, мм	200	204	348	251
6	Технічна частина в загальній довжині, %	74,85	69,40	83,28	75,84
7	Діаметр, мм	2,4	2,5	3,0	2,6

Аналіз даних табл. 4.4 та графічних залежностей, наведених на рис. 4.1-4.3, свідчить, що в солоні, тобто стебловій масі льону олійного, одержаній після комбайнового збирання насіння, містяться, в середньому, стебла із загальною довжиною 275 мм, технічною довжиною 251 мм, технічною частиною в загальній довжині 75,84 %, виходом лубу 36,59 %, діаметром 2,6 мм, групою кольору соломи – II (темно-жовта й жовто-бура), а середня засміченість жмені соломи становить 6,02 %.

Було також досліджено якісні характеристики лубу, виділеного із соломи льону олійного сорту Дебют, яка розподілена на діаграмі за групами довжин (табл. 4.2).

Методика та послідовність проведення експериментальних досліджень описана в розділі 3, п. 3.2. Результати визначення показників якості лубу,

виділеного із соломи льону олійного сорту Дебют, одержаного після комбайнового збирання насіння подано в додатку А (А.1).

Подальші експериментальні дослідження були спрямовані на вивчення фізико-механічних властивостей стебел льону олійного, одержаних у результаті ручного брання рослин.

Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей стебел льону олійного після ручного брання. Для отримання повної характеристики стебел льону олійного відібрані жмені стебел кожного сорту розподіляли на 5 частин. Методологію відбору проб та жмені стебел наведено в розділі 3, п. 3.2. Це було здійснено з метою забезпечення п'ятиразової повторюваності експерименту для визначення кожного показника. Потім частини жмень стебел льону олійного кожного з трьох сортів піддавали експериментальним дослідженням. Результати визначення показників якості стебел льону олійного сортів Айсберг, Дебют і Лірина подано в табл. 4.5-4.7.

Таблиця 4.5 – Фізико-механічні показники стебел льону олійного сорту Айсберг

№ з/п	Найменування показників	Частина жмені стебел					Середні значення, $X_{сер}$	Середнє квадратичне відхилення, σ	Похибка експерименту, ν , %
		1	2	3	4	5			
1	Засміченість, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
2	Вихід лубу зі стебел, %	24,5	21,8	17,6	15,3	24,9	20,8	4,24	9,12
3	Група кольору соломи	I	II	II	I	II	II	-	-
4	Загальна довжина, мм	510	540	520	500	530	520	15,81	1,36
5	Технічна довжина, мм	310	350	320	310	310	320	17,32	2,42
6	Технічна частина в загальній довжині, %	60,8	64,8	61,5	62,0	58,5	61,5	2,27	1,65
7	Діаметр, мм	4,0	2,5	2,9	3,7	1,8	3,0	0,89	13,40

Таблиця 4.6 – Фізико-механічні показники стебел льону олійного сорту Дебют

№ з/п	Найменування показників	Частина жмені стебел					Середні значення, $X_{сер}$	Середнє відхилення, σ	Похибка експерименту, $v, \%$
		1	2	3	4	5			
1	Засміченість, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
2	Вихід лубу зі стебел, %	18,3	20,8	21,5	25,8	23,4	22,0	2,82	5,73
3	Група кольору соломи	II	I	II	I	II	II	-	-
4	Загальна довжина, мм	540	550	520	510	530	530	15,81	1,33
5	Технічна довжина, мм	380	390	350	320	360	360	27,39	3,40
6	Технічна частина в загальній довжині, %	70,4	70,9	67,3	62,7	67,9	67,9	3,26	2,15
7	Діаметр, мм	3,2	1,8	2,8	2,7	1,6	2,4	0,69	12,70

Таблиця 4.7 – Фізико-механічні показники стебел льону олійного сорту Лірина

№ з/п	Найменування показників	Частина жмені стебел					Середні значення, $X_{сер}$	Середнє відхилення, σ	Похибка експерименту, $v, \%$
		1	2	3	4	5			
1	Засміченість, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00
2	Вихід лубу зі стебел, %	25,4	28,5	29,1	27,8	24,8	27,1	1,91	3,16
3	Група кольору соломи	II	II	II	I	II	II	-	-
4	Загальна довжина, мм	630	680	620	730	640	660	45,28	3,07
5	Технічна довжина, мм	480	530	470	570	500	510	40,62	3,56
6	Технічна частина в загальній довжині, %	76,2	77,9	75,8	78,1	78,1	77,3	1,13	0,65
7	Діаметр, мм	3,0	2,7	1,9	2,8	2,5	2,6	0,42	7,24

Аналіз даних, наведених у табл. 4.5, свідчить про те, що загальна довжина жмені орієнтованих стебел льону олійного сорту Айсберг у середньому становить 520 мм, технічна довжина дорівнює 320 мм, технічна частина в загальній довжині – 61,5 %, діаметр – 3,0 мм, а вихід лубу – 20,8 %.

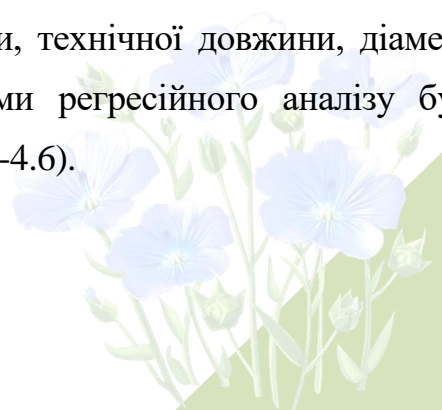
Враховуючи дані табл. 4.6, жменю орієнтованих стебел льону олійного сорту Дебют можна охарактеризувати таким чином: у загальній масі проби містяться стебла із середніми показниками загальної довжини – 530 мм, технічної довжини – 360 мм, технічної частини в загальній довжині – 67,9 %, діаметром – 2,4 мм і виходом лубу – 22,0 %.

Аналізуючи дані, наведені у табл. 4.7, можна зробити такі висновки: загальна довжина жмені орієнтованих стебел льону олійного сорту Лірина, в середньому становить 660 мм, технічна довжина дорівнює 510 мм, технічна частина в загальній довжині – 77,3 %, діаметр – 2,6 мм, а вихід лубу – 27,1 %. При цьому група кольору жмень стебел льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина була однаковою, а саме II. Це зумовлено рівномірним ступенем стиглості даної рослини в період відібрання проб стебел за способом ручного брання.

Засміченість відібраних жмень стебел льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина не визначали, що пов'язано зі способом відбору проб, а саме ручним бранням рослини, під час якого відбирали тільки стебла льону без злакових бур'янів.

Таким чином, у результаті проведених досліджень було встановлено фізико-механічні характеристики стебел льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина. Показники якості за всіма сортами узагальнено для визначення їхнього діапазону від мінімального до максимального значення та середніх значень (табл. 4.8).

На наступному етапі було проведено математичний аналіз узагальнених значень показників якості та побудовано однофакторні регресійні математичні моделі. Вони характеризують стебла досліджуваних сортів, що були об'єднані в загальну масу, за показниками загальної довжини, технічної довжини, діаметра стебел соломи та виходу лубу. За результатами регресійного аналізу були одержані лінії тренду (рис. 4.4-4.6) та рівняння (4.4-4.6).



Таблиця 4.8 – Фізико-механічні показники стебел льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина, одержаних після ручного брання

№ з/п	Найменування показників	Айсберг	Дебют	Лірина	Середні значення
1	Засміченість, %	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Вихід лубу зі стебел, %	20,8	22,0	27,1	23,3
3	Група кольору соломи	II	II	II	II
4	Загальна довжина, мм	520	530	660	570
5	Технічна довжина, мм	320	360	510	397
6	Технічна частина в загальній довжині, %	61,5	67,9	77,3	68,9
7	Діаметр, мм	3,0	2,4	2,6	2,7

$$y = 77,047e^{0,0028x}$$

$$R^2 = 0,9613 \quad (4.4)$$

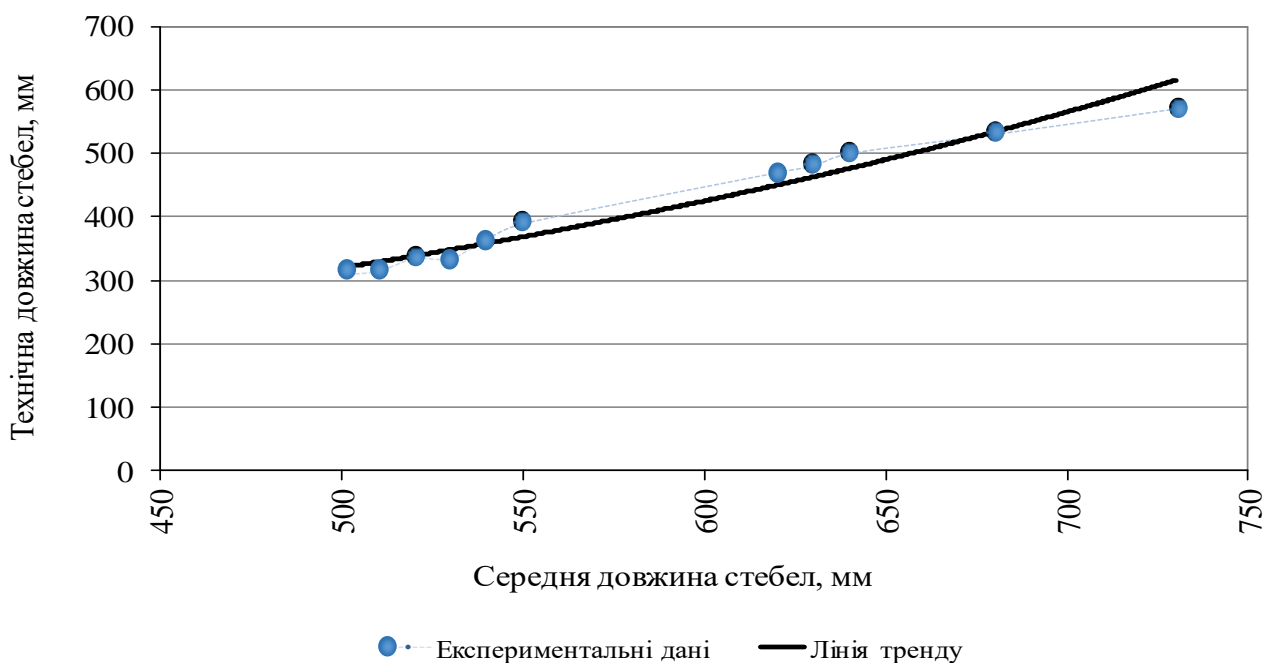


Рис. 4.4 – Розподіл стебел льону олійного за середньою та технічною довжиною

$$y = -0,6x^3 + 0,0024x^2 - 1,5326x + 321, R^2 = 0,5907 \quad (4.5)$$



Рис. 4.5 – Розподіл стебел льону олійного за середньою довжиною та діаметром

$$y = -0,0002x^2 + 0,264x - 67,077, R^2 = 0,6041 \quad (4.6)$$

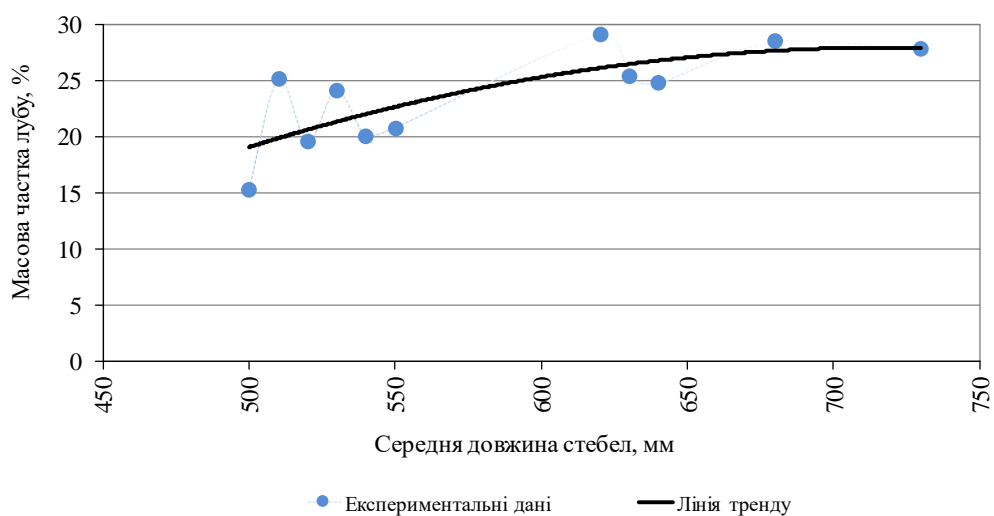


Рис. 4.6 – Розподіл стебел льону олійного за середньою довжиною та виходом лубу зі стебел

Аналіз даних табл. 4.8 та графічних залежностей, наведених на рис. 4.4-4.6, свідчить, що стебла льону олійного, одержані після ручного брання, в середньому мають такі фізико-механічні характеристики: загальна довжина – 570 мм, технічна довжина – 397 мм, технічна частина в загальній довжині – 68,9 %, вихід лубу – 23,3 %, діаметр – 2,7 мм, група кольору соломи – II (темно-жовта й жовто-бура), засміченість – 0,0 %.

Результати експериментальних досліджень фізико-механічних характеристик стебел соломи льону олійного, отриманих різними способами: після комбайнового збирання насіння та ручного брання рослини, було узагальнено за середніми та граничними показниками (табл. 4.9 і рис. 4.7).

Таблиця 4.9 – Середні та граничні значення фізико-механічних показників стебел соломи льону олійного, одержаних за двома способами відбору проб

№ з/п	Найменування показників	Солома після комбайнового збирання насіння		Стебла 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

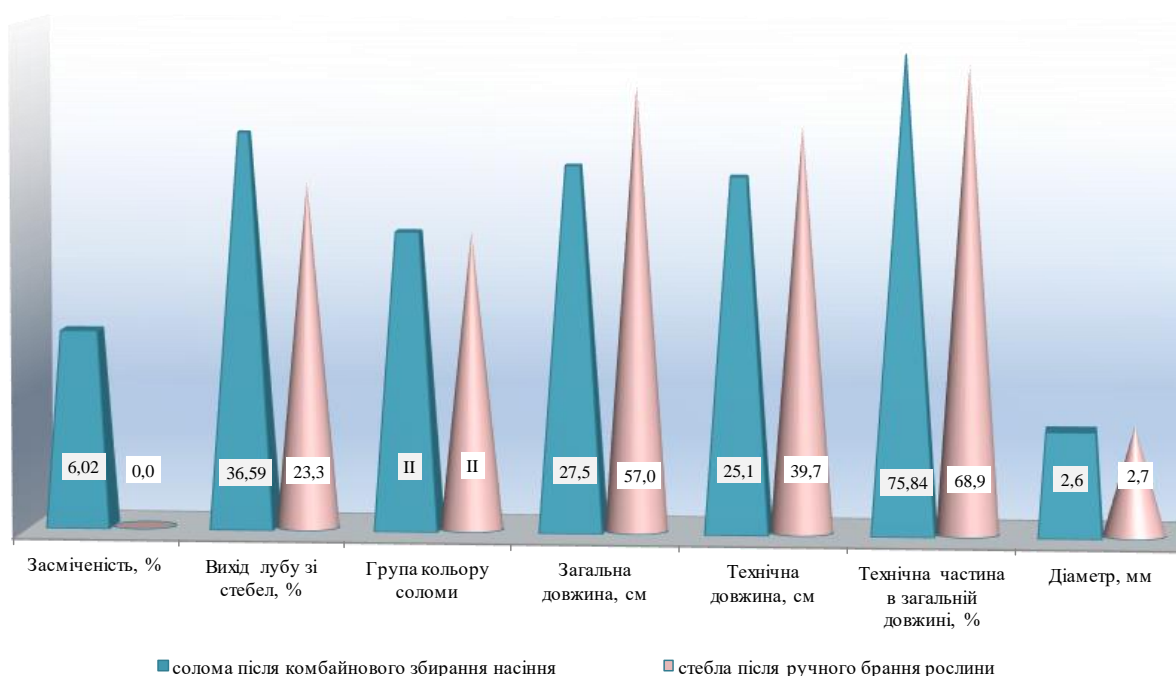


Рис. 4.7 – Діаграма середніх значень показників якості проб соломи та стебел льону олійного, одержаних за різними способами відбору

Аналіз даних, наведених у табл. 4.9 і на рис. 4.7, свідчить, що стебла соломи льону олійного, відібрані різними способами, мають значні відмінності за такими показниками: 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, принцип якого детально описаний у розділі 3, п. 3.2 даної роботи, зовнішні особливості стебла змінюються. Внаслідок обчісування насіння жаткою зернозбирального комбайна верхівкова частина стебла втрачає свої первинні морфологічні ознаки, і її майже не залишається на загальній довжині стебла. Після проходження комбайна залишається стеблостій без наявності насінневих коробочок та суцвіття. Потім стеблостій зрізують на висоті 5-7 см від поверхні ґрунту у валки сільськогосподарською технікою, що оснащена косаркою.

На рис. 4.8 наведено схематичне та ілюстраційне зображення загального вигляду соломи, одержаної після комбайнового збирання насіння.

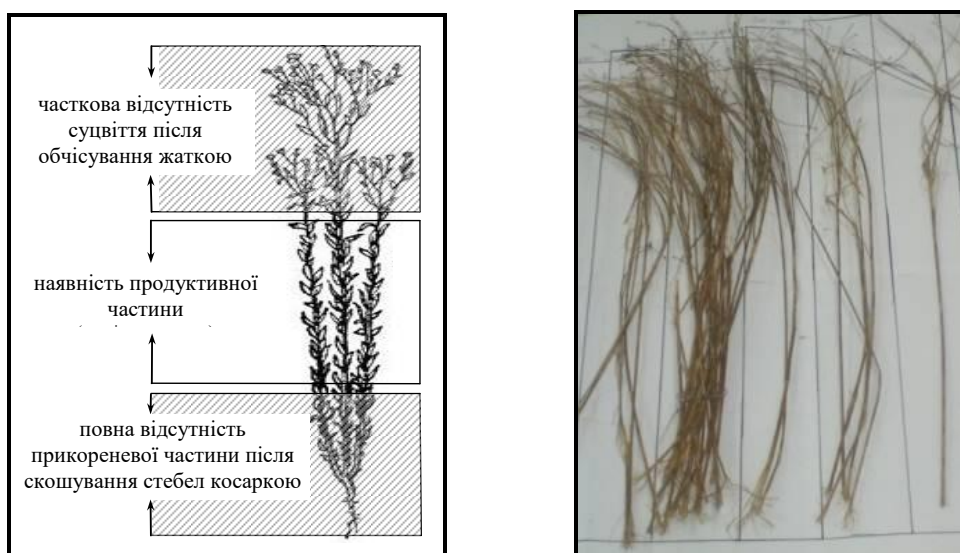


Рис. 4.8 – Схематичний та ілюстраційний вигляд соломи льону олійного, одержаної після комбайнового збирання насіння



За умови ручного брання рослини морфологічна структура стебел не змінюється, і їх біологічні, господарські та технічні ознаки не втрачаються. На рис. 4.9 наведено схематичне та ілюстраційне зображення загального вигляду стебел, одержаних після ручного брання рослини.

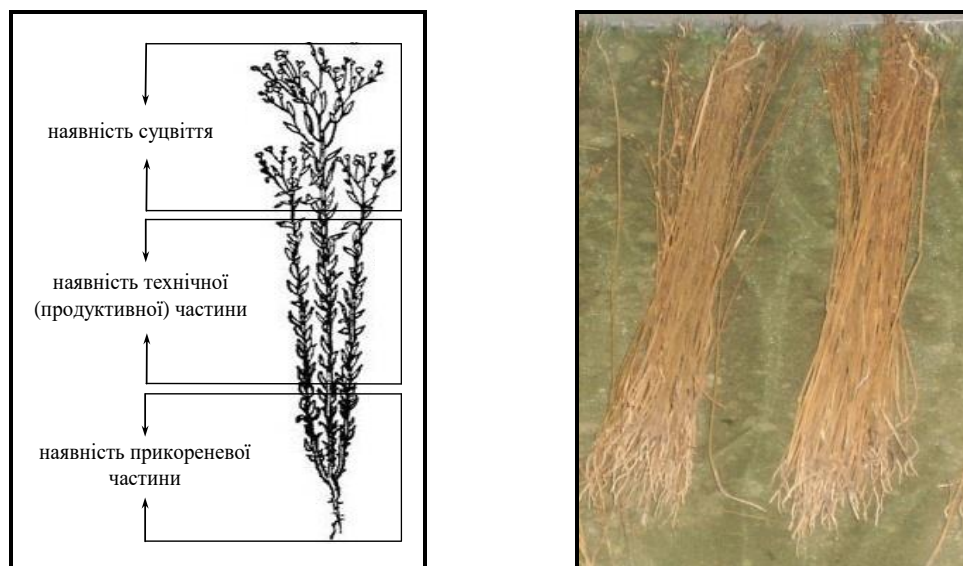


Рис. 4.9 – Схематичний та ілюстраційний вигляд стебел льону олійного, одержаних після ручного брання рослини

Таким чином, на основі проведеного детального аналізу морфологічної структури соломи та стебел, що 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 (технічна довжина) частиною без наявності верхівкової та прикореневої частин стебла. Саме це є головною причиною високого показника виходу лубу із соломи після комбайнового збирання насіння та низького показника виходу лубу, виділеного зі стебел, що відібрані ручним бранням. Дану гіпотезу було науково обґрунтовано наступним чином.

Відсоткове значення виходу лубу зі стебел, у 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 (розділ 2, п. 2.4.1 даної роботи), найбільший відсоток лубу, що дорівнює в середньому 35,1 %, 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. На рис. 4.10 подано графічну інтерпретацію відсоткового вмісту певних частин лляного стебла й лубу, одержаного з неоднорідної соломи та орієнтованих стебел.

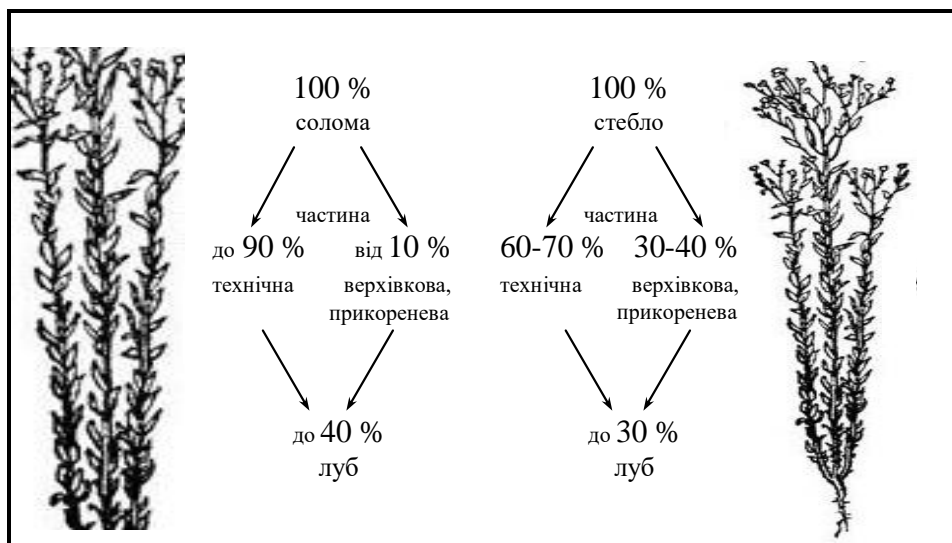


Рис. 4.10 – Відсотковий вміст технічної, верхівкової, прикореневої частин і лубу в соломі та стеблах льону олійного

На підставі вищевикладених результатів експериментальних досліджень, можна зазначити, що загальний рівень якості 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.

Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей трести льону олійного. Аналогічну серію дослідів із визначення фізико-механічних показників, а також узагальнення отриманих результатів було здійснено для трести льону олійного сортів Айсберг, Дебют і Лірина одержаної із соломи льону олійного за різними способами збирання, що детально наведено у додатку А (А.2). Також було досліджено якісні характеристики волокон, виділених із соломи льону олійного сорту Дебют, що розподілена на діаграмі за групами довжин (табл. А.6, додаток А). Методика та послідовність здійснення експерименту описані в розділі 3, п. 3.2. Результати визначення показників якості волокна, виділеного із трести льону олійного сорту Дебют, одержаного після комбайнового збирання насіння подано в додатку А (А.4).

Під час експериментальних досліджень встановлено, що загальний рівень якості трести льону олійного, як промислової сировини, найбільшою мірою характеризують такі показники:

- вологість трести, що впливає на вибір технологічних операцій подальшої обробки після її приймання на промисловий комплекс;
- вихід волокна, за яким прогнозують кількість потенційної продукції різного функціонального призначення;
- засміченість, що свідчить про «ступінь чистоти» сировини;
- група кольору волокна та відокремлюваність, що вказують на ступінь вилежаності трести чи ураження грибковими захворюваннями, а отже, і на якість волокна.

Висновки, які здійснені в ході експерименту, щодо впливу загальної та технічної довжини на значення виходу лубу (волокна) потребують наукового обґрунтування з використанням математично-статистичної обробки даних.

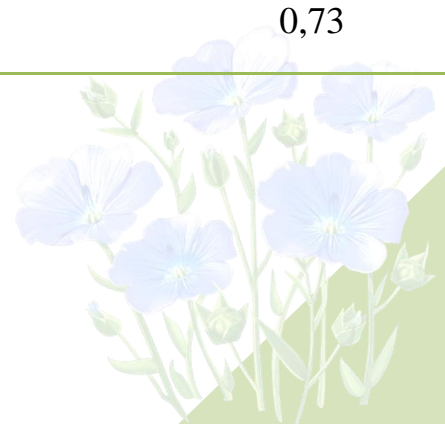
4.2.1. Математичний аналіз якісних характеристик соломи та трести льону олійного. У ході вищезазначених експериментальних досліджень було встановлено залежність значення виходу лубу (волокон) від довжини стебел, що обумовлено різними способами їх збирання. У розділі 2, п. 2.4.2 обґрунтовано номенклатуру показників якості соломи, трести та волокон льону олійного, визначено основні морфологічні та анатомічні ознаки, що можуть характеризувати стебла льону олійного як луб'яну сировину. З метою перевірки зв'язку деяких окреслених характеристик соломи (трести) із показником виходу лубу (виходу волокна), що є важливим для промислового використання льону олійного виконано ряд досліджень.

Дослідження впливу параметрів соломи на вихід лубу. Для вирішення поставленої задачі використано експериментальні дані досліджень технологічних характеристик соломи льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина, одержаної після комбайнового збирання насіння (табл. 4.1, 4.2, 4.3).

1. Проведено кореляційний аналіз якісних показників соломи льону олійного трьох сортів у ході якого встановлено зв'язок між довжиною стебел (середня довжина стебел кожної групи табл. 4.1, 4.2, 4.3), діаметром стебел у кожній групі і виходом лубу. Результати кореляційного аналізу були узагальнені до середніх значень та подано у табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Результати кореляційного аналізу якісних показників соломи льону олійного

№ з/п	Сорт	Якісні показники соломи	Середні значення коефіцієнта кореляції	
			середня довжина стебел у кожній групі, мм	діаметр стебел у кожній групі, мм
1	Айсберг	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %	0,80	0,72
2	Дебют		0,81	0,72
3	Лірина		0,81	0,73



Отримані середні значення коефіцієнта кореляції (табл. 4.10) свідчать про прямий сильний зв'язок, таких технологічних показників соломи як довжина стебел, діаметр та вихід лубу.

2. Виконано дослідження методом трифакторного математичного планування експерименту з метою встановлення впливу середньої довжини стебел, діаметра та маси стебел у кожних групах на вихід лубу. Методику проведення математичного трифакторного експерименту детально викладено у додатку А.5.

Згідно з даною методикою було проведено розрахунки із застосуванням програмного продукту «MathCAD 14», побудовано матриці планування експерименту, поверхні відгуку кодованих і натуральних факторів, складено регресійні рівняння й визначено критерії Кохрена та Стюдента для кожного сорту льону олійного. Під час математичного моделювання впливу якісних характеристик соломи льону олійного досліджуваних сортів одержано регресійні трифакторні математичні моделі залежності вихідної характеристики – вихід лубу. Так, отримані рівняння регресії функції $y = f(x_1, x_2, x_3)$, де y – функція відгуку. У нашому випадку y – вихід лубу, x_1 – середня довжина стебел у кожній групі, x_2 – діаметр стебел у кожній групі, x_3 – маса стебел у кожній групі.

Отримані рівняння регресії для соломи льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина 4.7, 4.8, 4.9 відповідно, мають наступний вигляд:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0003x_1 + 0,0685x_2 + 0,047x_3 + 0,0002x_1x_2 + \quad (4.7)$$

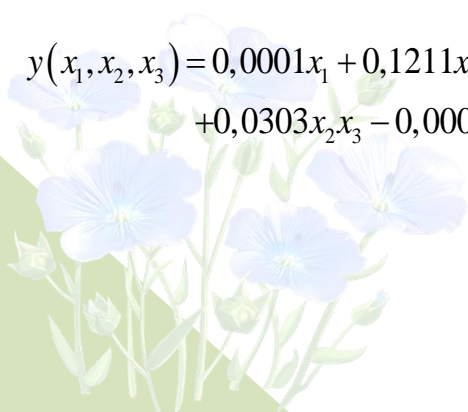
$$+ 0,0008x_1x_3 + 0,0364x_2x_3 - 0,0002x_1x_2x_3 + 0,0485$$

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0004x_1 + 0,0525x_2 + 0,2279x_3 + 0,0002x_1x_2 - \quad (4.8)$$

$$- 0,0001x_1x_3 - 0,015x_2x_3 + 0,0001x_1x_2x_3 - 0,0284$$

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0001x_1 + 0,1211x_2 + 0,1608x_3 + 0,0003x_1x_2 + 0,0003x_1x_3 + \quad (4.9)$$

$$+ 0,0303x_2x_3 - 0,0001x_1x_2x_3 - 0,093$$



За отриманими рівняннями (4.7) – (4.9) побудовано поверхні відгуку в натуральних факторах. Графічну інтерпретацію одержаних результатів за досліджуваними сортами представлено на рис. 4.11. – 4.13.

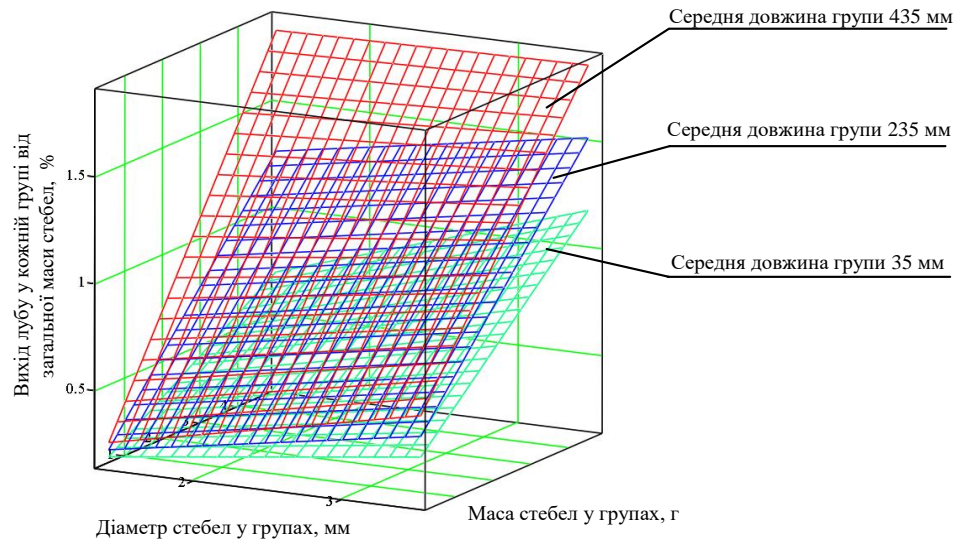


Рис. 4.11 – Вплив якісних характеристик соломи льону олійного сорту Айсберг на вихід лубу

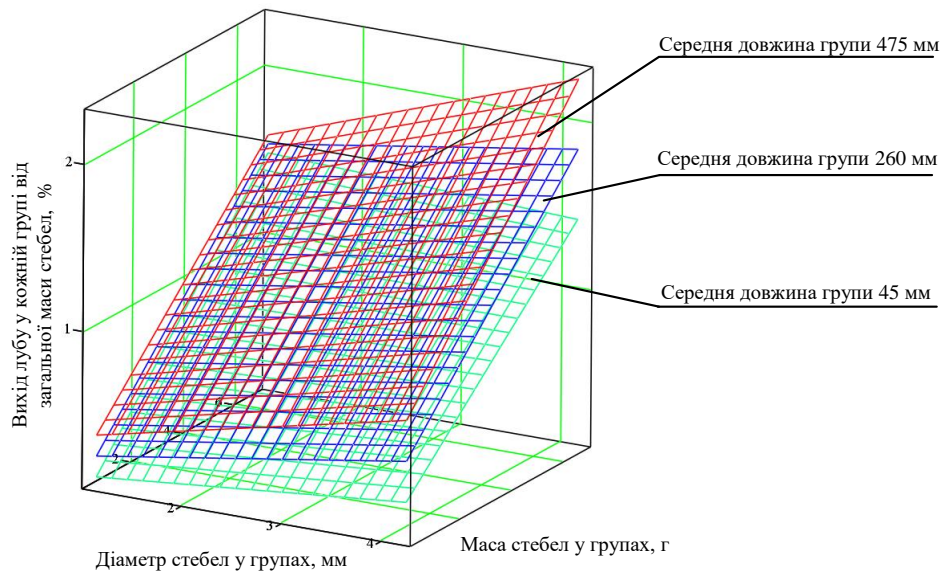


Рис. 4.12 – Вплив якісних характеристик соломи льону олійного сорту Дебют на вихід лубу



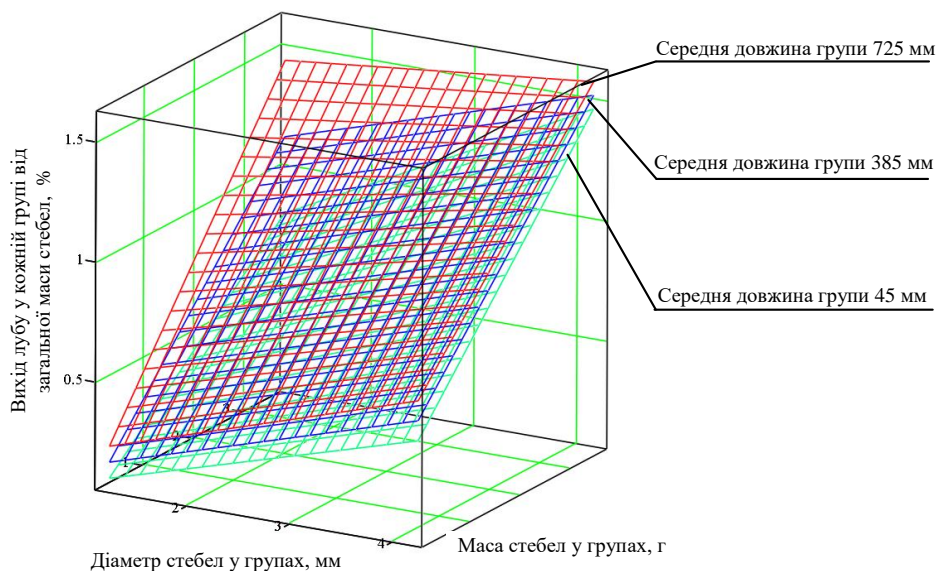


Рис. 4.13 – Вплив якісних характеристик соломи льону олійного сорту Лірина на вихід лубу

Аналіз отриманих результатів дослідження виявив, що найбільш вагомими факторами, що функціонально характеризують вихід лубу, є діаметр стебел і маса стебел у кожних групах. Крім того з наведених регресійних рівнянь (4.7-4.9) бачимо, що показник виходу лубу зростає зі збільшенням середньої довжини стебел у досліджуваній групі. Це зростання проявляється більш значимо за умови зростання показника маси.

Дослідження впливу параметрів трести на вихід волокна. Для вирішення поставленої задачі використано експериментальні дані досліджень технологічних характеристик трести льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина, одержаної після комбайнового збирання насіння (табл. А.5, А.6, А.7).

1. Проведено кореляційний аналіз якісних показників трести льону олійного трьох сортів у ході якого встановлено зв'язок між довжиною стебел (середня довжина стебел кожної групи табл. А.5, А.6, А.7), діаметром стебел у кожній групі і виходом волокна. Результати кореляційного аналізу було узагальнено до середніх значень та подано у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Результати кореляційного аналізу якісних показників соломи льону олійного

№ з/п	Сорт	Якісні показники трести	Середні значення коефіцієнта кореляції	
			середня довжина стебел у кожній групі, мм	діаметр стебел у кожній групі, мм
1	Айсберг	Вихід волокна в кожній групі від загальної маси стебел, %	0,86	0,76
2	Дебют		0,86	0,78
3	Лірина		0,84	0,76

Отримані середні значення коефіцієнта кореляції (табл. 4.11) свідчать про прямий сильний зв'язок, таких технологічних показників трести як довжина стебел, діаметр та вихід волокна.

2. Виконано дослідження методом трифакторного математичного планування експерименту з метою встановлення впливу середньої довжини стебел, діаметра та маси стебел у кожних групах на вихід волокна. Методику проведення математичного трифакторного експерименту детально викладено у додатку А.6.

Згідно з даною методикою було проведено розрахунки із застосуванням програмного продукту «MathCAD 14», побудовано матриці планування експерименту, поверхні відгуку кодованих і натуральних факторів, складено регресійні рівняння й визначено критерії Кохрена та Стьюдента для кожного сорту льону олійного. Під час математичного моделювання впливу якісних характеристик трести льону олійного досліджуваних сортів одержано регресійні трифакторні математичні моделі залежності вихідної характеристики – вихід волокна. Так, отримані рівняння регресії функції $y = f(x_1, x_2, x_3)$, де y – функція відгуку. У нашому випадку y – вихід волокна, x_1 – середня довжина стебел у кожній групі, x_2 – діаметр стебел у кожній групі, x_3 – маса стебел у кожній групі.

Отримано рівняння регресії для трести льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина 4.10, 4.11, 4.12, що мають наступний вигляд:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0011x_1 + 0,2093x_2 + 0,2242x_3 - 0,0003x_1x_2 - 0,0003x_1x_3 - 0,045x_2x_3 + 0,0002x_1x_2x_3 - 0,1861 \quad (4.10)$$

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0006x_1 + 0,1288x_2 + 0,1304x_3 - 0,0001x_1x_2 + 0,0002x_1x_3 - 0,015x_2x_3 + 0,0001x_1x_2x_3 - 0,0468 \quad (4.11)$$

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0004x_1 + 0,1642x_2 + 0,181x_3 - 0,0001x_1x_2 + 0,0001x_1x_3 - 0,0141x_2x_3 - 0,1842 \quad (4.12)$$

За отриманими рівняннями (4.10) – (4.12) побудовано поверхні відгуку в натуральних факторах. Графічну інтерпретацію одержаних результатів за досліджуваними сортами представлено на рис. 4.14. – 4.16.

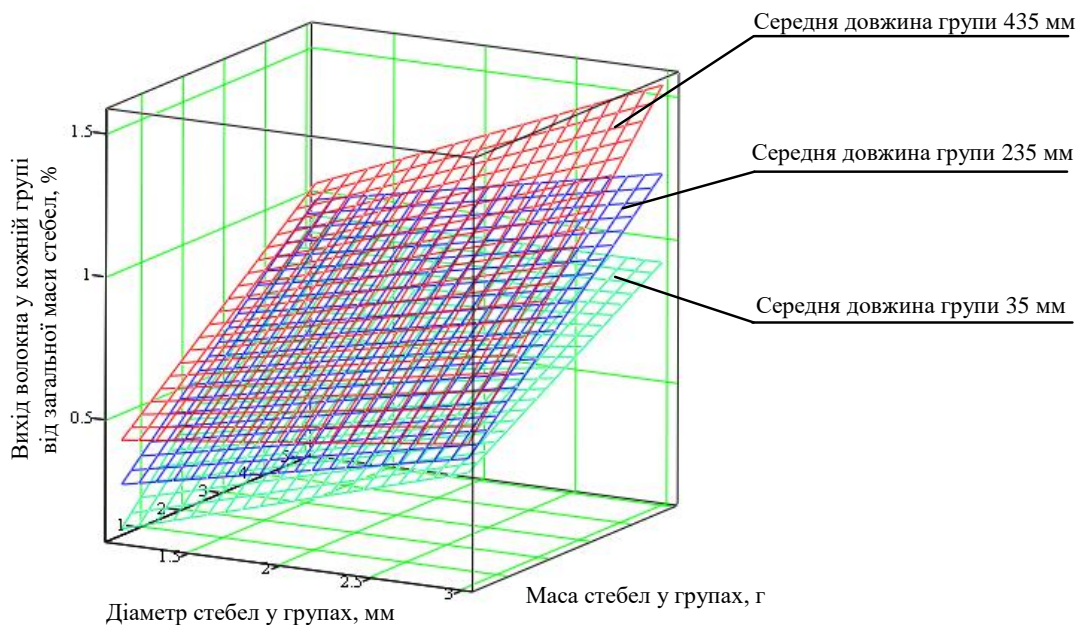


Рис. 4.14 – Вплив якісних характеристик трести льону олійного сорту Айсберг на вихід волокна



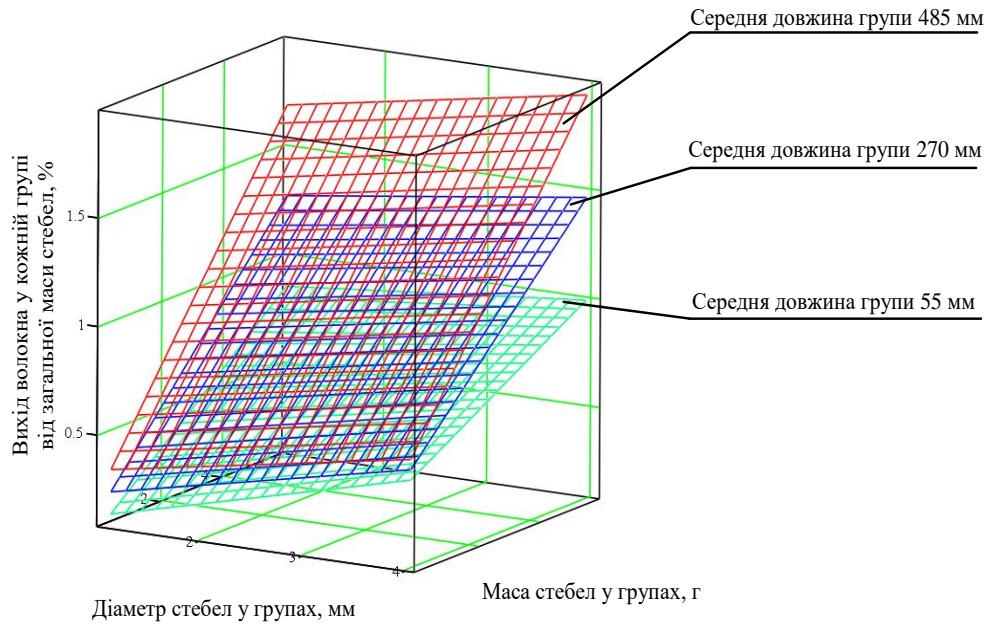


Рис. 4.15 – Вплив якісних характеристик трести льону олійного сорту
Дебют на вихід волокна

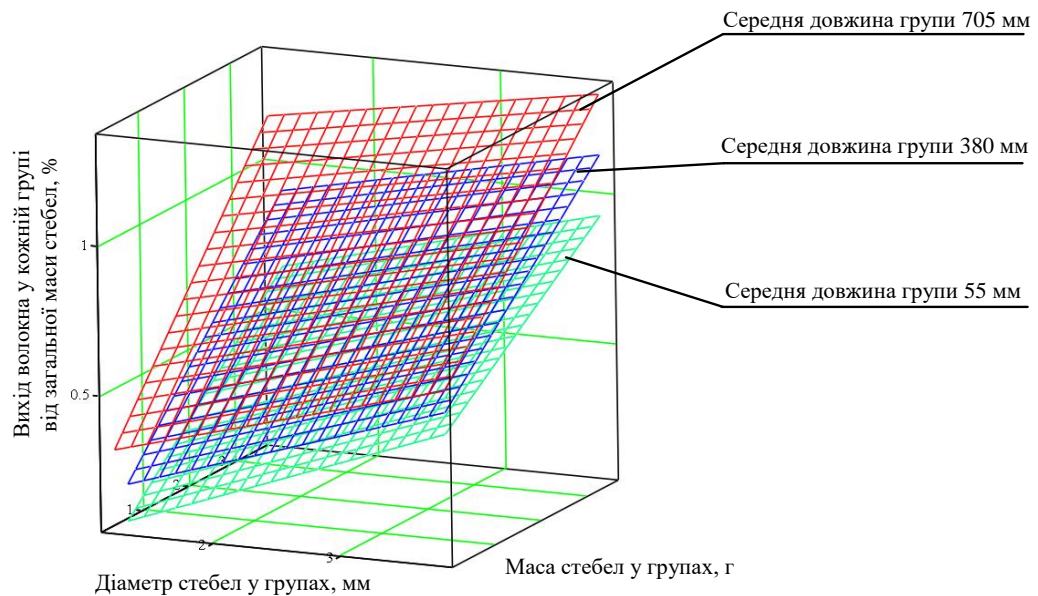


Рис. 4.16 – Вплив якісних характеристик трести льону олійного сорту
Лірина на вихід волокна

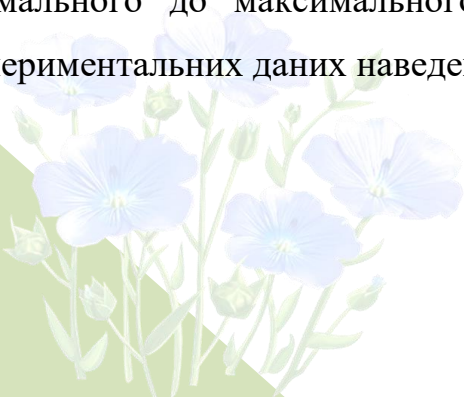
Аналіз отриманих результатів дослідження виявив, що найбільш вагомими факторами, що функціонально характеризують вихід волокна є діаметр стебел і маса стебел у кожних групах. Крім того з наведених регресійних рівнянь (4.10-4.12) бачимо, що показник виходу волокна зростає зі збільшенням

середньої довжини стебел у досліджуваній групі. Це зростання проявляється більш значимо за умови зростання показника маси.

Одержані коефіцієнти кореляції та виконаний трифакторний аналіз доводять висновки, зроблені авторами у ході проведення теоретичного аналізу і експериментальних досліджень технологічних характеристик соломи та трести льону олійного щодо значущості такого показника як вихід лубу (вихід волокна), який має безпосередній зв'язок із іншими параметрами стебел: довжина, діаметр та їх маса.

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.

4.2.2. Встановлення номенклатури показників якості соломи та трести льону олійного як промислової сировини. Під час подальших досліджень одержані експериментальні значення показників якості стебел соломи льону олійного всіх сортів, достовірність яких доведена математично-статистичною обробкою. Науково обґрунтовані теоретичні дані було узагальнено до середніх значень. Це дозволяє не враховувати певний сорт чи вид льону олійного, оскільки на переробний комплекс може надходити сировина різного складу, а саме, в партії може бути згруповано солону декількох сортів або видів даної культури. 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. 4.12 і 4.13 відповідно.



Таблиця 4.12 – 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 4.13 – 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
Продовження табл. 4.13				
№ з/п	Найменування характеристик	Числові значення характеристик якості		
		теоретичні	експериментальні	узагальнені
8	Технічна довжина, см	15,0-78,0	20,0-57,0	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

Наведені у табл. 4.12 і 4.13 середні результати теоретичних та експериментальних досліджень були округлені до цілих чисел, а для загальної довжини стебел було вказано лише найбільший показник, оскільки його найменші значення для соломи льону олійного після комбайнового збирання насіння неможливо однозначно зафіксувати. До того ж, найбільше значення засміченості соломи даної групи льону було взято до 20 %, адже на засміченість соломи впливають, перш за все, агротехнічні заходи: обробка ґрунту чи посівів хімічними препаратами від бур'янів, кількість опадів тощо.

Як свідчить аналіз світового досвіду вирощування олійних та зернових культур, засміченість цих посівних площ не повинна перевищувати 20-25 % [24-28].

Аналізуючи отримані дані табл. 4.13 можна зробити такі висновки: більшість технологічних характеристик (засміченість, вихід волокна, загальна та технічна довжина, технічна частина в загальній довжині, діаметр) трести льону олійного мають однакові значення із значеннями показників якості соломи льону олійного. Таке явище досить передбачуване, оскільки для приготування трести використовуються стебла соломи льону олійного. Відрізняється перелік характеристик якості трести та їхні числові значення від номенклатури для соломи (табл. 4.13 і 4.12 відповідно) лише за такими властивостями, як відокремлюваність (ступінь вилежаності трести або інтенсивність відбитого світлового потоку) та група кольору волокна (показник кольору волокна). Адже ці технологічні характеристики притаманні лубоволокнистій сировині – тресті.

У результаті порівняльного аналізу даних теоретичних та експериментальних досліджень було складено номенклатуру технологічних

характеристик соломи та трести льону олійного і встановлено узагальнені граничні значення показників їхньої якості (табл. 4.14 і 4.15).

Таблиця 4.14 – Технологічні характеристики соломи льону олійного

№ з/п	Найменування характеристик	Граничні значення
Головні технологічні характеристики		
1	Вологість технологічна, %	6,0-8,0
2	Вологість нормована, %	19,0
3	Вихід лубу зі стебел, %	11,0-40,0
4	Засміченість, %	5,0-20,0
5	Група кольору соломи	I, II, III
Другорядні технологічні характеристики		
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

Таблиця 4.15 – Технологічні характеристики трести льону олійного

№ з/п	Найменування характеристик	Граничні значення
Головні технологічні характеристики		
1	Вологість технологічна, %	6,0-8,0
2	Вологість нормована, %	19,0
3	Засміченість, %	5,0-20,0
4	Вихід волокна із трести, %	11,0-40,0
5	Група кольору волокна (показник кольору волокна)	I, II, III, IV (1,0-4,0)
6	Відокремлюваність, од. (ступінь вилежаності або 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 технологічні характеристики		
7	Загальна довжина, см	до 90,0
8	Технічна довжина, см	15,0-78,0
9	Діаметр, мм	1,0-4,1
10	Технічна частина в загальній довжині, %	60,0-90,0

Отримані технологічні характеристики соломи і трести льону олійного та середні значення показників є основоположними під час створення нормативної документації для визначення їх якості як сировини для промислового застосування.

Під час експериментальних досліджень соломи та трести льону олійного було виділено відповідно луб та волокно з метою визначення їхніх якісних характеристик. Під час цих досліджень використано нормативну документацію (розділ 1, табл. 1.10) і проаналізовано комплекс методик, що застосовуються світовими та українськими вченими й підприємцями для визначення якісних характеристик волокон різного функціонального призначення, одержаних зі стебел льону олійного. У результаті було визначено їхню сукупність, що дає можливість визначити якісні характеристики волокон льону олійного за типами, встановленими теоретичним шляхом у розділі 2, п. 2.4.2 даної роботи.

У зв'язку з великою кількістю технологічних процесів одержання волокон льону олійного різного функціонального призначення було зроблено припущення, що за рахунок їхнього розподілу за функціональним призначенням та технологіями одержання, можна оцінювати волокна за типами. Тип волокна обумовлюється переліком якісних показників і свідчить про технологічні процеси обробки стебел та сфери їхнього використання.

Використані методики (деякі з них удосконалені з огляду особливостей структури волокон льону олійного) були покладені в основу нормативної документації для визначення якості волокон льону олійного різного функціонального призначення, що розроблені авторами даної роботи (додаток Д).

Потребує також вирішення задачі з визначення загального рівня якості соломи та трести, за яким можна буде прогнозувати доцільність їхньої переробки та функціональне призначення отриманої продукції. Як відомо, загальний рівень якості соломи, трести, волокна льону-довгунцю чи конопель (комплексний показник їх якості) називають «номер сировини». Ця назва є загальноприйнятою не тільки в Україні, а й у світі в цілому. Номер встановлюється за сукупністю технологічних характеристик, що визначають інструментально, наприклад, для

соломи льону-довгунцю, згідно з методиками, викладеними в ГОСТ 28285-89, а для трести – ДСТУ 4149:2003 «Треста лляна. Технічні умови» [52].

У зв'язку з цим, на нашу думку, буде доречно не змінювати дану назву загального рівня якості і для такої лубоволокнистої сировини, як льон олійний.

Наступним кроком, із урахуванням вищенаведених результатів теоретичних та експериментальних досліджень і розробленої наукової концепції оцінювання якості соломи та трести льону олійного, було визначення їхнього загального рівня якості за сукупністю технологічних характеристик, що будуть придатні для практичного застосування та легкими на сприйняття для «початківців» у галузі промислової переробки стебел льону олійного. Це можливо здійснити за допомогою розробленої методології з використанням основних методів кваліметрії. З метою обґрунтування розподілу показників якості соломи та трести льону олійного на класи, тобто номери, використаємо кластерний аналіз.

4.3 Розрахунок рівня якості соломи та трести льону олійного за допомогою методів кваліметрії

З метою розробки нормативної документації для контролю якості соломи та трести льону олійного необхідно визначити вагомі технологічні характеристики, за сукупністю яких можливо встановити загальний рівень якості – номер сировини. Це можливо здійснити за допомогою методів кваліметрії. Методику визначення загального рівня якості ґрунтовно описано в розділі 2, п. 2.3 та в розділі 3 п. 3.3 даної роботи. Експертна оцінка якості соломи та трести льону олійного здійснювалася експертами із математично-статистичною обробкою одержаних експертних оцінок [124, 125, 127, 140-142]. Експертні операції проводилися за послідовністю, визначеною в розділі 2.3 п. 2.3.1, яка складається з трьох етапів:

1. Етап підготовчий: формування експертної комісії і вибір номенклатури показників якості соломи та трести, що підлягають експертній оцінці.
2. Етап одержання експертних оцінок: вибір процедури призначення оцінок експертами та опитування експертів.

3. Етап математично-статистичної обробки отриманих даних: узагальнення індивідуальних експертних оцінок, визначення узгодженості індивідуальних експертних оцінок та об'єктивності колективних експертних оцінок [124, 141-143].

Перший етап. Для виконання першого етапу було використано номенклатуру показників якості соломи та трести льону олійного, яка визначена з врахуванням вимог їхнього добору (рис. 2.8). З цією метою проведені теоретичні дослідження світового та українського досвіду роботи комплексів із переробки соломи та трести льону олійного і науково-дослідних центрів, які займаються вивченням сировини зі стебел льону олійного; здійснено експериментальні дослідження для визначення граничних значень показників якості соломи та трести; здійснено у критичний аналіз будови та властивостей даної сировини (розділ 2, п. 2.4). Отримані результати досліджень характеристик якості соломи і трести льону олійного узагальнено в табл. 4.14 і 4.15 відповідно і будуть використовуватись для визначення рівня якості досліджуваної сировини.

Під час досліджень особливостей експертного методу було визначено, що кількість експертів впливає на точність і надійність отриманих результатів [124, 124]. Аналіз табл. 2.4 свідчить, що під час подальших досліджень для визначення вагомості показників якості соломи та трести доцільним є підбір експертів, які повинні бути висококваліфікованими фахівцями в даній сфері. Саме таких експертів – відомих спеціалістів із переробки соломи льону олійного – співробітників лабораторій ДПДГ «Асканійське» НААН України та Інституту зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України було залучено для виконання цього завдання. Досліджуваними показниками якості соломи та трести льону олійного обрано всю номенклатуру, що наведена в табл. 4.14 і 4.15 відповідно, але при цьому технологічну та нормовану вологість об'єднано в одну якісну характеристику – вологість.

Другий етап. На даному етапі експертного оцінювання соломи та трести льону олійного виконувався способом ранжування [124]. Завданням експертів було ранжування в порядку зменшення значимості вісьми, найбільш значущих, якісних характеристик соломи льону олійного (табл. 4.14) та дев'яти, найбільш значущих,

якісних характеристик трести льону олійного (табл. 4.15). У розділі 3 даної роботи (п. 3.4.1) за розробленою науковою концепцією (розділ 2 п. 2.3.1) описано алгоритм визначення вагомості показників експертним методом та наведено формули (3.1-3.10) для математично-статистичної обробки даних.

Ранжування інформаційних даних проводилося вісьмома експертами 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 (4.16 і 4.17) з обчисленням суми їх рангів R_i за формулою (3.1).

Таблиця 4.16 – 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 4.17 – 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

Аналіз даних табл. 4.16 і 4.17 свідчить, що для більшості експертів головними критеріями придатності до промислового застосування для соломи льону олійного є вихід лубу зі стебел, група кольору соломи, вологість та засміченість, а для трести – відокремлюваність, вихід волокна, вологість, група кольору волокна та засміченість. Усі інші якісні характеристики соломи й трести льону олійного, а саме технічна частина в загальній довжині, технічна та загальна довжина стебел і їхній діаметр, виявилися менш важливими та отримали низькі рангові оцінки.

Перевірку правильності складання матриць ранжування технологічних характеристик для соломи та трести здійснювали на основі обчислення контрольної суми $\sum x_{ij}$ (4.13 і 4.15) та середньої суми T рангів (4.14 і 4.16) відповідно:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+m) \cdot m}{2} = \frac{(1+8) \cdot 8}{2} = 36, \quad (4.13)$$

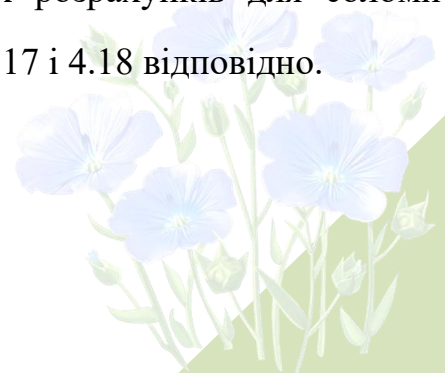
$$T = \frac{\sum R_i}{m} = \frac{288}{8} = 36, \quad (4.14)$$

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+m) \cdot m}{2} = \frac{(1+9) \cdot 9}{2} = 45, \quad (4.15)$$

$$T = \frac{\sum R_i}{m} = \frac{360}{9} = 40. \quad (4.16)$$

Суми у стовпчиках матриць дорівнюють одна одній та контрольній сумі рангів, отже, матриці складені правильно [124, 141].

Визначення достовірності одержаних експертних оцінок, тобто результатів ранжування технологічних характеристик соломи та трести льону олійного і надійності їхнього застосування під час подальших розрахунків вагомості показників якості даної сировини, здійснювали за допомогою математично-статистичного методу, що використовують на третьому етапі досліджень. Достовірність одержаних експертних оцінок показників якості соломи та трести доведено математично-статистичними розрахунками коефіцієнта варіації v_i , квадрата відхилень за кожним параметром Δ_i^2 і загальної суми квадратів відхилень S і коефіцієнта конкордації K_u . Точність експертних оцінок за узгодженістю думок експертів щодо важливості кожного показника, що виражається коефіцієнтом варіації v_i (формула 3.4), оцінювали з урахуванням умов: $v_i < 10\%$ – узгодженість думок експертів вважають високою, $v_i < 15\%$ – вище середньої, $v_i < 25\%$ – середньою, $v_i \leq 35\%$ – нижче середньої і при $v_i > 35\%$ – низькою. Результати математичних розрахунків для соломи та трести представлено у вигляді діаграми на рис. 4.17 і 4.18 відповідно.



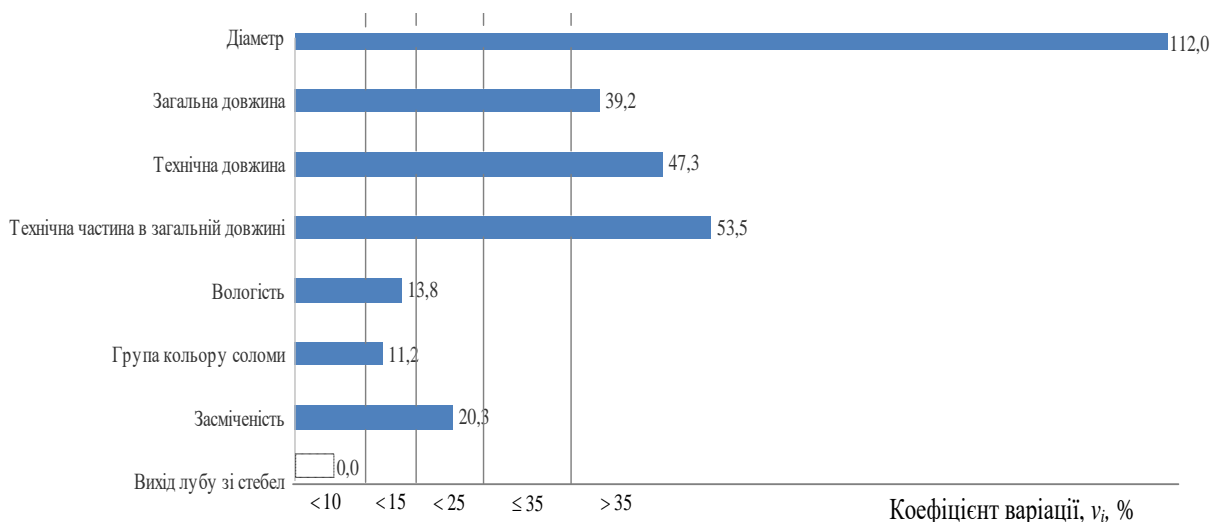


Рис. 4.17 – Діаграми коефіцієнтів варіації кожного показника якості трести льону олійного за узгодженістю думок експертів

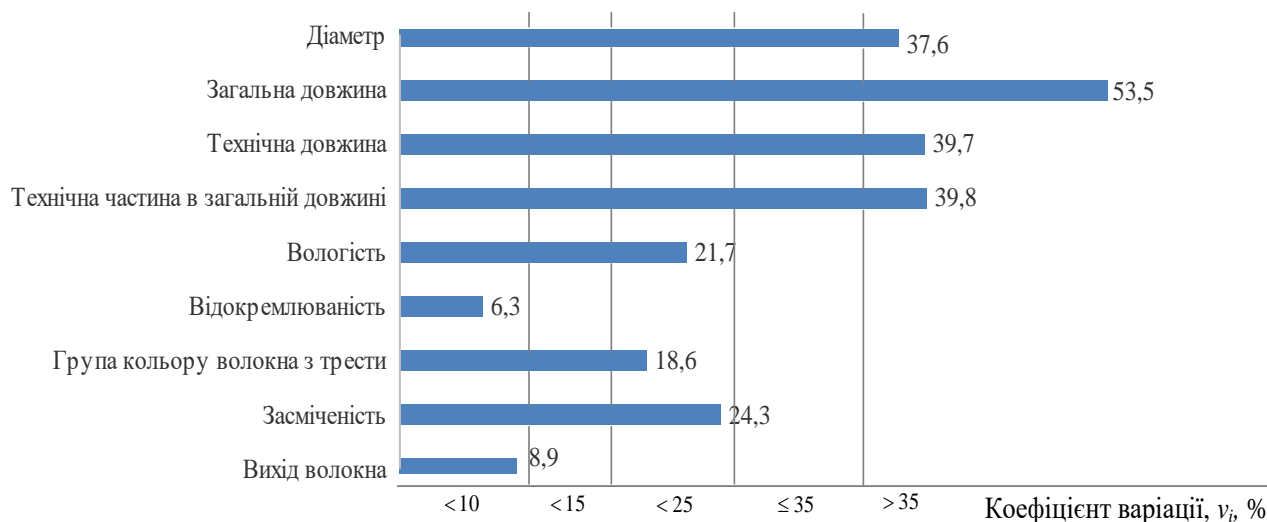


Рис. 4.18 – Діаграми коефіцієнтів варіації кожного показника якості соломи льону олійного за узгодженістю думок експертів

Аналіз рис. 4.17 свідчить про те, що висока узгодженість думок експертів щодо важливості показників якості соломи відповідає такій характеристиці, як вихід лубу зі стебел, що отримала найбільшу рангову оцінку. Рангову оцінку вище середньої отримала характеристика – група кольору соломи; середню – засміченість та вологість, а низьку – технічна частина в загальній довжині, технічна та загальна довжина і діаметр із найменшими ранговими оцінками.

Аналіз рис. 4.18 свідчить про те, що висока узгодженість думок експертів щодо важливості показників якості трести відповідає такій характеристиці, як вихід волокна із трести та відокремлюваність, яким присвоєно було найбільші рангові оцінки, середня – засміченість, вологість та група кольору з трести, а низька – технічна частина в загальній довжині, технічна та загальна довжина і діаметр із найменшими ранговими оцінками.

Оцінку загальної узгодженості думок експертів виражали коефіцієнтом конкордації K_{μ} , який обчислювали за формулою (3.6). Для розрахунку даного показника спочатку визначали квадрат відхилень за кожним параметром Δ_i^2 (формула 3.7) та загальну суму квадратів відхилень S (формула 3.8). Результати математично-статистичної обробки даних узагальнено та наведено в табл. 4.18 і табл. 4.19 відповідно.

Таблиця 4.18 – Математично-статистична обробка результатів ранжування технологічних характеристик соломи льону олійного

№ з/п	Якісні характеристики соломи	Математично-статистична обробка даних		
		R_i	Δ_i	Δ_i^2
1	Вихід лубу зі стебел	64	28	784
2	Засміченість	39	3	9
3	Група кольору соломи	53	17	289
4	Вологість	43	7	49
5	Технічна частина в загальній довжині	24	-12	144
6	Технічна довжина	27	-9	81
7	Загальна довжина	23	-13	169
8	Діаметр	15	-21	441
Разом		288	-	-
Загальна сума квадратів відхилень, S		-	-	1966
Коефіцієнт конкордації, K_{μ}		0,731		

Таблиця 4.19 – Математично-статистична обробка результатів ранжування технологічних характеристик трести льону олійного

№ з/п	Якісні характеристики трести	Математично-статистична обробка даних		
		R_i	Δ_i	Δ_i^2
1	Вихід волокна	67	27	729
2	Засміченість	41	1	1
3	Група кольору волокна	50	10	100
4	Відокремлюваність	68	28	784
5	Вологість	44	4	16
6	Технічна частина в загальній довжині	33	-7	49
7	Технічна довжина	30	-10	100
8	Загальна довжина	16	-24	576
9	Діаметр	11	-29	841
Разом		360	-	-
Загальна сума квадратів відхилень, S		-	-	3196
Коефіцієнт конкордації, K_u		0,832		

Якщо коефіцієнт конкордації дорівнює нулю або близький до нього – це означає повну неузгодженість думок експертів. Із наближенням коефіцієнта конкордації до одиниці можна говорити про єдність думок експертів [124, 141]. Подальша робота з експертними оцінками доцільна лише в тому випадку, коли коефіцієнт конкордації більший або дорівнює 0,4.

У нашому випадку коефіцієнт конкордації показників якості соломи льону олійного $K_u = 0,731$, а трести – $K_u = 0,832$, що свідчить про наявність високого ступеня узгодженості думок експертів і дозволяє оцінити узгодження рішень експертів на «задовільно».

Для оцінки значущості коефіцієнта конкордації було обчислено критерій узгодження Пірсона χ^2 (формула 3.9) [124, 141, 142].

Критерій узгодження Пірсона χ^2 обчислений наступним чином:

- для соломи:

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot 1966}{8 \cdot 8 \cdot (8+1)} = 40,96 ; \quad (4.17)$$

- для трести:

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot 3196}{8 \cdot 9 \cdot (9+1)} = 53,27 . \quad (4.18)$$

Обчислений χ^2 порівнювали з табличним значенням $\chi_{табл}^2$ (табл. 2.4) для числа ступенів свободи $K = m - 1$ і при заданому рівні значущості $\alpha = 0,05$. Якщо $\chi^2 > \chi_{табл}^2$, тоді коефіцієнт конкордації K_u , значимий із встановленою ймовірністю [124, 142].

Оскільки, розрахункові критерії Пірсона χ^2 для соломи ($40,96 > 14,1$) і для трести ($53,27 > 15,5$) перевищують табличні, то коефіцієнти конкордації соломи – $K_u = 0,731$, а також трести – $K_u = 0,832$ є величинами не випадковими. Тому, отримані результати є достовірними й можуть використовуватися під час подальших досліджень.

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 (формула 3.10) [124, 127, 142, 143].

Потім за шкалою порядку проводили пряме вимірювання коефіцієнтів вагомості кожного показника якості соломи та трести з метою встановлення їхньої значущості. Вагомість кожного показника якості соломи та трести q_i обчислювали за формулою (3.10), а коефіцієнти вагомості q_{i0} значущих показників, для яких виконується умова $q_i > 1/m$, – за формулою (3.11). Визначення коефіцієнтів вагомості значущих показників q_{i0} дало можливість обрати з усіх m -показників найбільш значимі якісні характеристики соломи та трести льону олійного, що засвідчують доцільність їх первинної переробки. Результати математичних розрахунків коефіцієнтів вагомості кожного показника якості соломи та трести подано у вигляді табл. 4.20 і 4.21 і діаграм на рис. 4.19 і 4.20 відповідно.

Таблиця 4.20 – Коефіцієнти вагомості показників якості соломи льону олійного

№ з/п	Якісні показники соломи	Коефіцієнт вагомості, q_i	Значущий коефіцієнт вагомості, q_{i0} за умови $q_i > 0,125$
1	Вихід лубу зі стебел	0,222	0,322
2	Засміченість	0,136	0,196
3	Група кольору соломи	0,184	0,266
4	Вологість	0,149	0,216
5	Технічна частина в загальній довжині	0,083	$q_i < 0,125$
6	Технічна довжина	0,094	$q_i < 0,125$
7	Загальна довжина	0,080	$q_i < 0,125$
8	Діаметр	0,052	$q_i < 0,125$
Разом		1,000	-

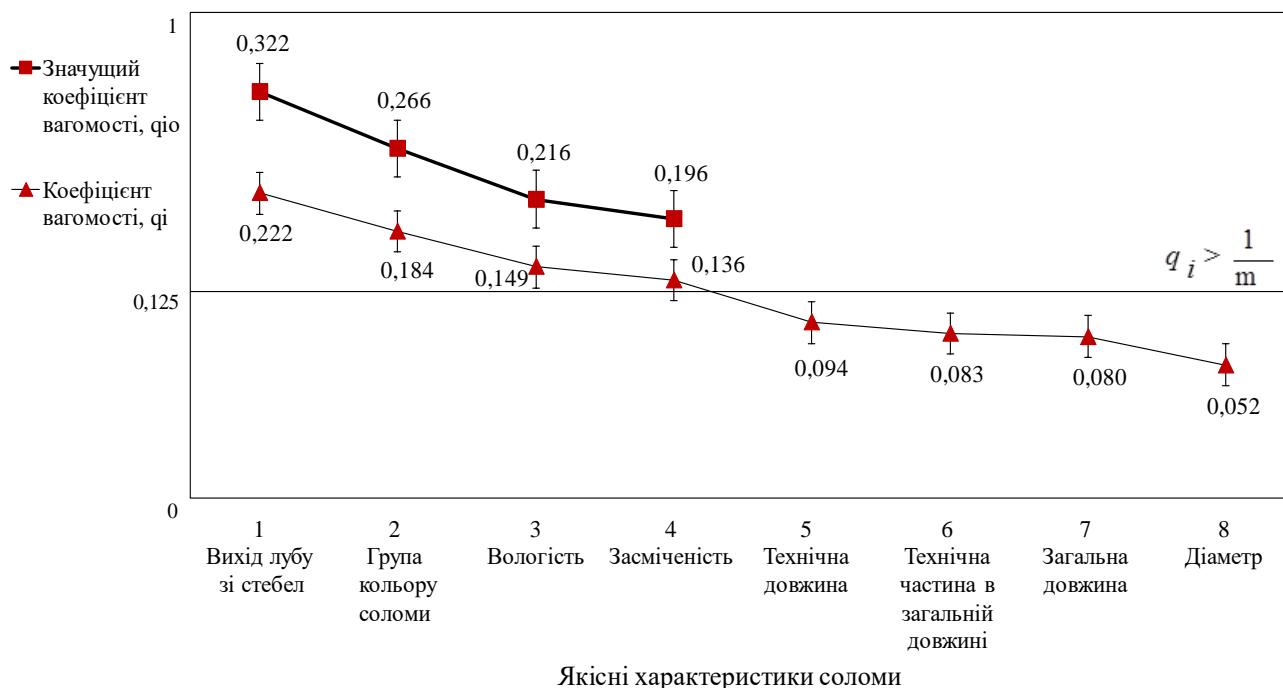


Рис. 4.19 – Шкала порядку для визначення значущості коефіцієнтів вагомості показників якості соломи льону олійного

Таблиця 4.21 – Коефіцієнти вагомості показників якості трести льону олійного

№ з/п	Якісні показники трести	Коефіцієнт вагомості, q_i	Значущий коефіцієнт вагомості, q_{io} за умови $q_i > 0,111$
1	Вихід волокна	0,186	0,248
2	Засміченість	0,114	0,152
3	Група кольору волокна	0,139	0,185
4	Відокремлюваність	0,189	0,252
5	Вологість	0,122	0,163
6	Технічна частина в загальній довжині	0,092	$q_i < 0,111$
7	Технічна довжина	0,083	$q_i < 0,111$
8	Загальна довжина	0,044	$q_i < 0,111$
9	Діаметр	0,031	$q_i < 0,111$
Разом		1,000	-

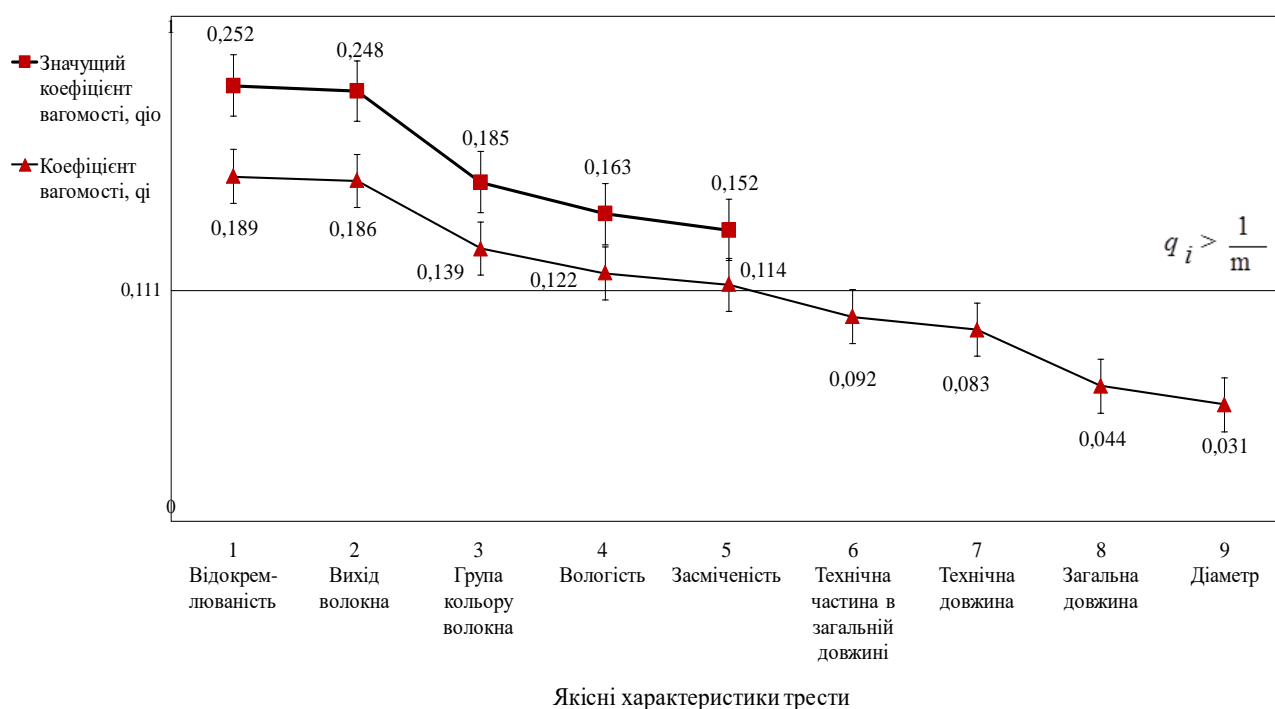


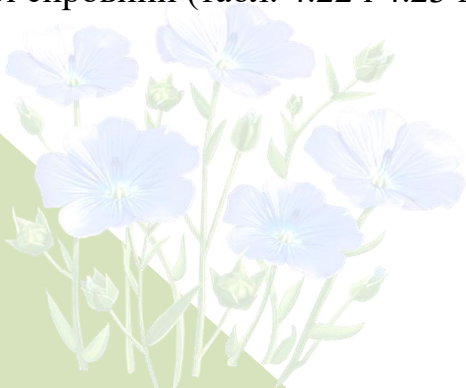
Рис. 4.20 – Шкала порядку для визначення значущості коефіцієнтів вагомості показників якості трести льону олійного

Аналізуючи результати розрахунків, здійснених експертним методом, можна зробити висновок, що найбільш значимими, з вищенаведених показників, для соломи є ті, що 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. 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».

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.

Визначено показники якості соломи й трести льону олійного та їх граничні значення, за якими прогнозують доцільність промислової переробки даної сировини (табл. 4.22 і 4.23 відповідно).



Таблиця 4.22 – 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: - у рулонах – не більше 20,0; - у 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 4.23 – 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: - у рулонах – не більше 20,0; - у 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

Дані технологічні характеристики соломи та трести льону олійного є важливими показниками якості, оскільки вологість сировини впливає на вибір технологічних операцій обробки після її приймання на промисловий комплекс; значення виходу лубу (виходу волокна) свідчить про кількість потенційної продукції – волокон; засміченість характеризує «ступінь чистоти» всієї партії сировини; колір соломи (колір волокна з трести) вказує на ступінь стиглості стебел чи ураження грибовими захворюваннями; відокремлюваність визначає ступінь відділення інкрустуючих речовин, а отже, і якість лубу або волокна.

Взагалі колір є важливим показником якості лляної сировини: стебел, соломи, трести, лубу та волокон. Залежно від кольору стебел можна робити висновок про ступінь стиглості, наявність уражень і прогнозувати строки збирання врожаю та спосіб обробки сировини [137]. У розділі 2, п. 2.4.2. даної наукової роботи науково обґрунтовано порядок визначення кольору стебел, а в додатках Б і В докладно описано методику визначення групи кольору соломи льону олійного та групи кольору волокна з трести відповідно. Оскільки культура вирощується переважно для збирання насіння та скошується в період жовтої стиглості, то доцільно розрізняти колір соломи льону олійного за трьома групами: I – жовта й жовто-зелена; II – темно-жовта й жовто-бура; III – бура й темно-сіра.

Номер соломи та номер трести льону олійного авторами роботи запропоновано визначати за сукупністю найвагоміших показників якості, але це можна здійснити у разі їх однакової розмірності.

Детальний аналіз світових і українських робіт наукового та практичного характеру, а також результати вищезазначених експериментальних досліджень (табл. 4.22 і 4.23) 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 можливості сумування показників якості соломи та трести з однаковою розмірністю було запропоновано обчислити відносні значення цих характеристик у балах за допомогою диференційного методу [124, 126].

У розділі 3, п. 3.3.2 детально описано алгоритм проведення розрахунків диференційним методом та наведено формули (3.12, 3.13) для математично-статистичної обробки даних. Результати математичної обробки значень таких показників якості соломи, як вихід лубу та засміченість, наведено в табл. 4.24 і 4.25, а таких показників якості трести як вихід волокна, засміченість та показник кольору волокна, наведено в табл. 4.26, 4.27 і 4.28 відповідно.

Таблиця 4.24 – Визначення відносних значень за виходом лубу зі стебел льону олійного

№ з/п	Вихід лубу зі стебел		№ з/п	Вихід лубу зі стебел	
	%	бали		%	бали
1	11	27,5	16	26	65,0
2	12	30,0	17	27	67,5
3	13	32,5	18	28	70,0
4	14	35,0	19	29	72,5
5	15	37,5	20	30	75,0
6	16	40,0	21	31	77,5
7	17	42,5	22	32	80,0
8	18	45,0	23	33	82,5
9	19	47,5	24	34	85,0
10	20	50,0	25	35	87,5
11	21	52,5	26	36	90,0
12	22	55,0	27	37	92,5
13	23	57,5	28	38	95,0
14	24	60,0	29	39	97,5
15	25	62,5	30	40	100,0



Таблиця 4.25 – Визначення відносних значень за засміченістю соломи льону олійного

№ з/п	Засміченість		№ з/п	Засміченість	
	%	бали		%	бали
1	5	100,0	9	13	38,5
2	6	83,3	10	14	35,7
3	7	71,4	11	15	33,3
4	8	62,5	12	16	31,3
5	9	55,5	13	17	29,4
6	10	50,0	14	18	27,7
7	11	45,4	15	19	26,3
8	12	41,7	16	20	25,0

Таблиця 4.26 – Визначення відносних значень за виходом волокна з трести льону олійного

№ з/п	Вихід волокна з трести		№ з/п	Вихід волокна з трести	
	%	бали		%	бали
1	11	27,5	16	26	65,0
2	12	30,0	17	27	67,5
3	13	32,5	18	28	70,0
4	14	35,0	19	29	72,5
5	15	37,5	20	30	75,0
6	16	40,0	21	31	77,5
7	17	42,5	22	32	80,0
8	18	45,0	23	33	82,5
9	19	47,5	24	34	85,0
10	20	50,0	25	35	87,5
11	21	52,5	26	36	90,0
12	22	55,0	27	37	92,5
13	23	57,5	28	38	95,0
14	24	60,0	29	39	97,5
15	25	62,5	30	40	100,0

Таблиця 4.27 – Визначення відносних значень за засміченістю трести льону олійного

№ з/п	Засміченість		№ з/п	Засміченість	
	%	бали		%	бали
1	5	100,0	9	13	38,5
2	6	83,3	10	14	35,7
3	7	71,4	11	15	33,3
4	8	62,5	12	16	31,3
5	9	55,5	13	17	29,4
6	10	50,0	14	18	27,7
7	11	45,4	15	19	26,3
8	12	41,7	16	20	25,0

Таблиця 4.28 – Визначення відносних значень за кольором волокна з трести льону олійного

№ з/п	Показник кольору волокна		№ з/п	Показник кольору волокна	
	розрахунковий	бали		розрахунковий	бали
1	1,0	25,0	16	2,5	62,5
2	1,1	27,5	17	2,6	65,0
3	1,2	30,0	18	2,7	67,5
4	1,3	32,5	19	2,8	70,0
5	1,4	35,0	20	2,9	72,5
6	1,5	37,5	21	3,0	75,0
7	1,6	40,0	22	3,1	77,5
8	1,7	42,5	23	3,2	80,0
9	1,8	45,0	24	3,3	82,5
10	1,9	47,5	25	3,4	85,0
11	2,0	50,0	26	3,5	87,5
12	2,1	52,5	27	3,6	90,0
13	2,2	55,0	28	3,7	92,5
14	2,3	57,5	29	3,8	95,0
15	2,4	60,0	30	3,9	97,5
			31	4,0	100,0

Отримані відносні значення показників якості соломи (засміченість, вихід лубу зі стебел) та трести (засміченість, вихід волокна та показник кольору волокна), що виражені в однаковій розмірності – у балах, можна підсумовувати. Суму одержаних балів округлюють до цілого числа.

Оскільки рівень якості досліджуваної сировини льону олійного, тобто номер соломи і номер трести, залежить від вагомих якісних показників та їх значень (табл. 4.22 і 4.23), в подальшому, було здійснено кластеризацію цих характеристик із метою поділу показників якості соломи та трести на номери (класи сортності) з використанням багатомірного статистичного аналізу.

4.4 Розподіл показників якості соломи та трести льону олійного за номерами із використанням кластерного аналізу

На підставі кваліметричних розрахунків було визначено вагомі показники якості соломи та трести льону олійного, що впливають на їхню технологічну цінність як сировини промислового застосування. За умови підсумовування відносних значень показників соломи та трести у балах повинен визначатися рівень їх якості – номер соломи або номер трести. Враховуючи вищевикладене, з метою розробки нормативної документації для контролю якості стебел соломи та трести льону олійного необхідно здійснити розподіл балових значень соломи та трести на номери, що будуть свідчити про їх рівень якості, тобто сортність.

Для вирішення задачі розподілу показників якості соломи та трести скористаємось основами багатомірного статистичного аналізу і використаємо один із його методів – кластерний аналіз [131]. Техніка такого аналізу базується на поняттях подібності об'єктів, за умови групування спостережень, ознак.

Перші дві ознаки для соломи – вихід лубу L , % та засміченість Z , %. Для проведення процедури кластеризації показників якості соломи попередньо оцінимо щільність прояву показника засміченості за умови прийнятих меж показника виходу лубу:

$$p(Z) = \frac{p_i(Z)}{n}, \quad (4.19)$$

де p_i – кількість проявів i -ї величини;

n – загальна кількість дослідів.

Загальну кількість дослідів приймали:

n_1 – для досліджуваних зразків соломи, що мають показник виходу лубу $L = 11 - 12\%$;

n_2 – для зразків соломи із $L = 13 - 15\%$;

n_3 – $L = 16 - 18\%$;

n_4 – $L = 19 - 24\%$;

n_5 – $L = 25 - 40\%$.

З урахуванням цього щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості визначиться:

$$p_k(Z) = \frac{p_i(Z)}{n_k}, \quad (4.20)$$

де $k = 1 - 5$.

Аналогічно, з врахуванням того, що перші три ознаки для трести – вихід волокна L , %, засміченість Z , %, та показник кольору волокна K , проведемо оцінку щільності ймовірності їхнього прояву.

У табл. 4.29-4.33 наведено результати виконаних розрахунків для соломи льону олійного, а у табл. 4.34-4.43 для трести (середні значення; розгорнуті результати наведені в додатку А). На рис. 4.21-4.25 наведено графічну інтерпретацію отриманих значень щільності розподілу показників якості соломи льону олійного, а на рис. 4.26-4.35 трести.



Таблиця 4.29 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі соломи з виходом лубу 11-12 %

№ з/п	Показник	Значення					
1	Z_i	20	19	18	17	16	15
2	$p_k(Z_i)$	0,35	0,3	0,22	0,12	0,01	0

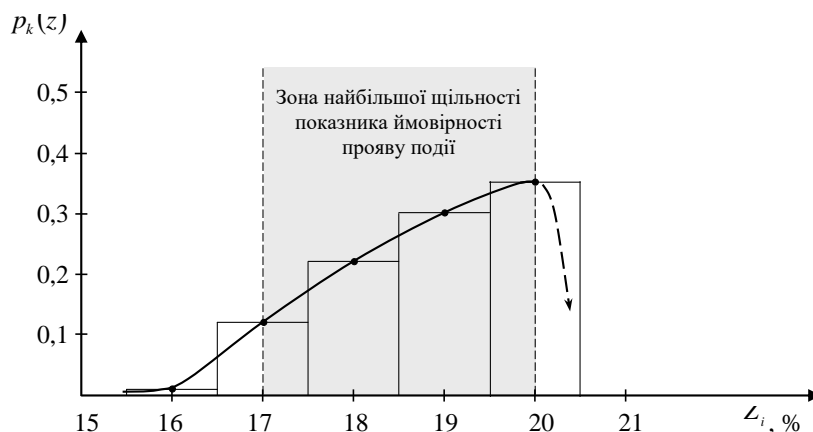


Рис. 4.21 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 11-12 \%$

Таблиця 4.30 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі соломи з виходом лубу 13-15 %

№ з/п	Показник	Значення					
1	Z_i	17	16	15	14	13	12
2	$p_k(Z_i)$	0,03	0,2	0,42	0,33	0,02	0

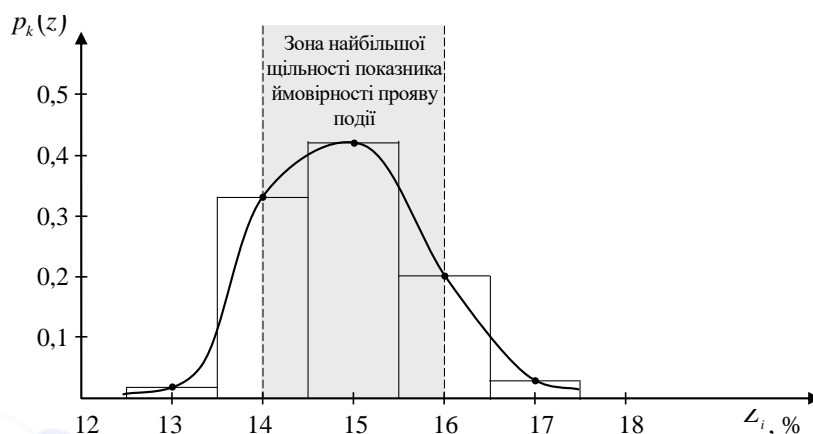


Рис. 4.22 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 13-15 \%$

Таблиця 4.31 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі соломи з виходом лубу 16-18 %

№ з/п	Показник	Значення					
1	Z_i	14	13	12	11	10	9
2	$p_k(Z_i)$	0,02	0,17	0,43	0,35	0,03	0

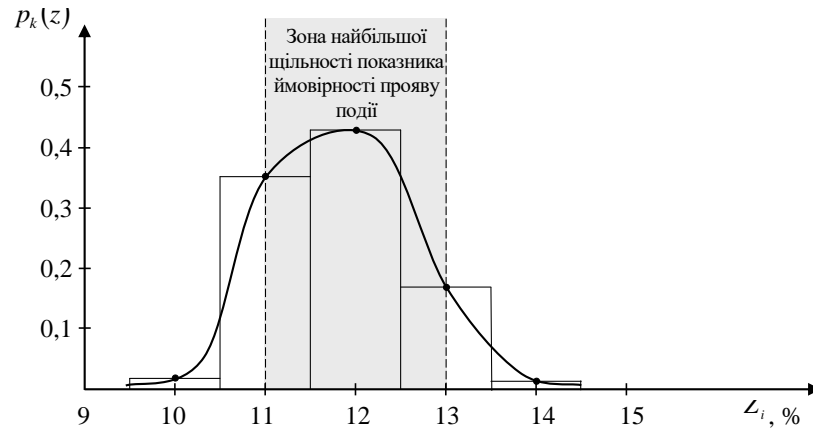


Рис. 4.23 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 16-18\%$

Таблиця 4.32 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі соломи з виходом лубу 19-24 %

№ з/п	Показник	Значення					
1	Z_i	11	10	9	8	7	6
2	$p_k(Z_i)$	0,02	0,24	0,45	0,28	0,01	0

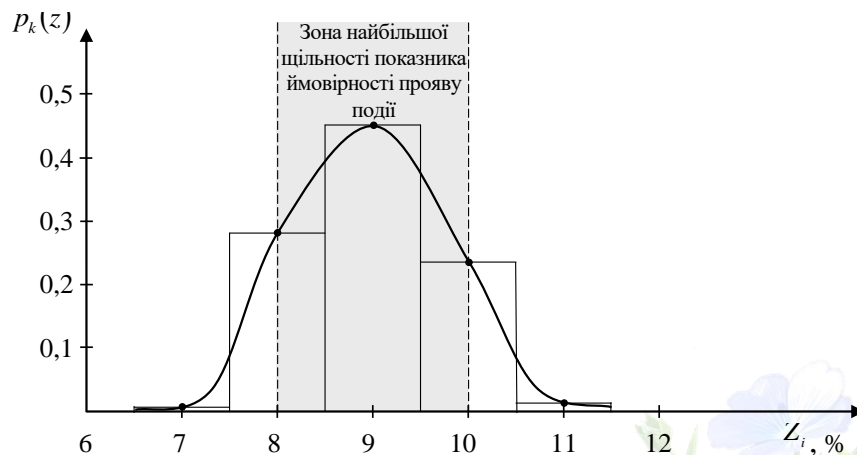


Рис. 4.24 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 19-24\%$

Таблиця 4.33 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі соломи з виходом лубу 25-40 %

№ з/п	Показник	Значення				
1	Z_i	9	8	7	6	5
2	$p_k(Z_i)$	0,01	0,03	0,15	0,34	0,48

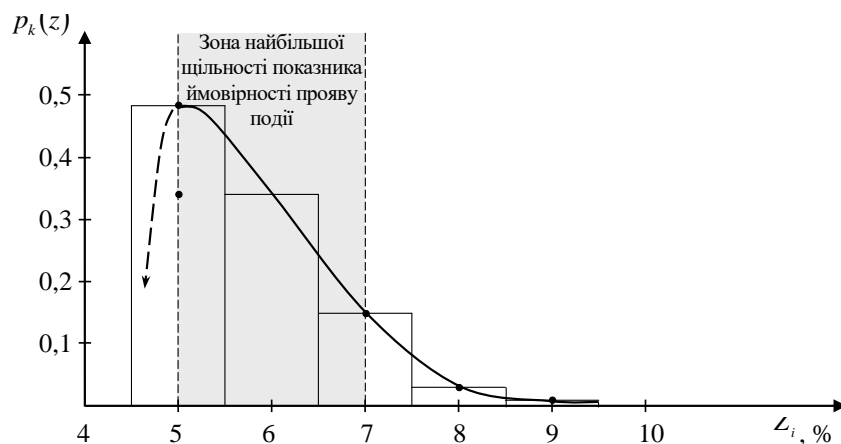


Рис. 4.25 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 7 - 5 \%$

Таблиця 4.34 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі трести з виходом волокна 11-12 %

№ з/п	Показник	Значення					
1	Z_i	20	19	18	17	16	15
2	$p_k(Z_i)$	0,4	0,3	0,175	0,1	0,025	0

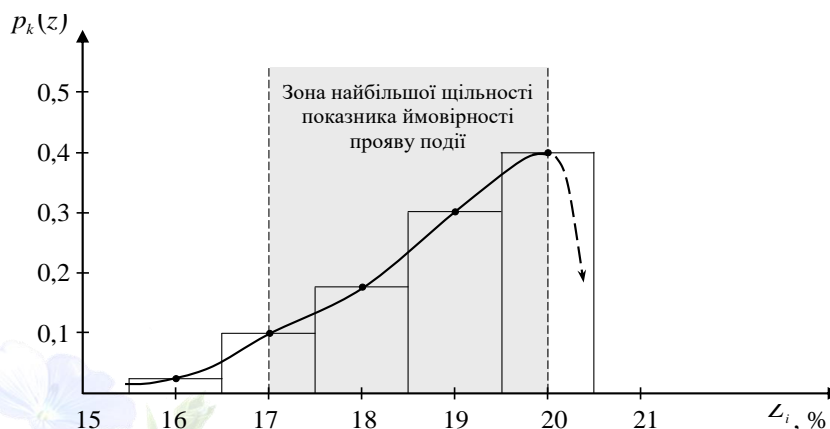


Рис. 4.26 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 11 - 12 \%$

Таблиця 4.35 – Щільність розподілу ймовірності показника кольору волокна в групі трести з виходом волокна 11-12 %

№ з/п	Показник	Значення								
1	K_i	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	
2	$p_k(K_i)$	0,26	0,24	0,18	0,12	0,1	0,08	0,02	0	

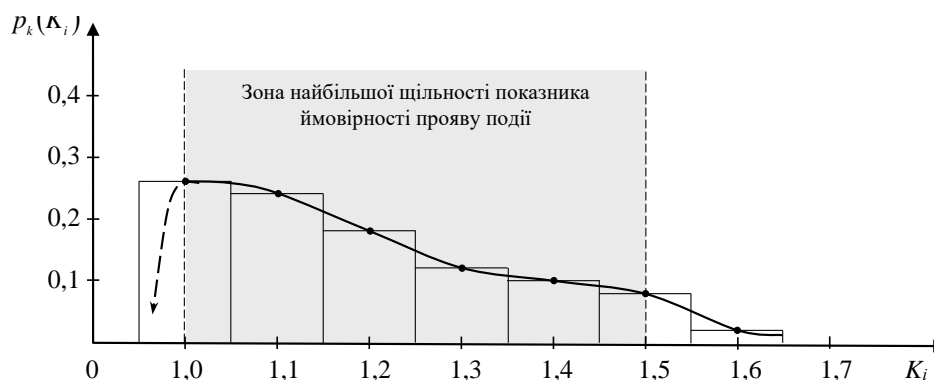


Рис. 4.27 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника кольору волокна K_i для $L = 11-12\%$

Таблиця 4.36 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі трести з виходом волокна 13-15 %

№ з/п	Показник	Значення					
1	Z_i	17	16	15	14	13	12
2	$p_k(Z_i)$	0,01	0,26	0,4	0,32	0,01	0

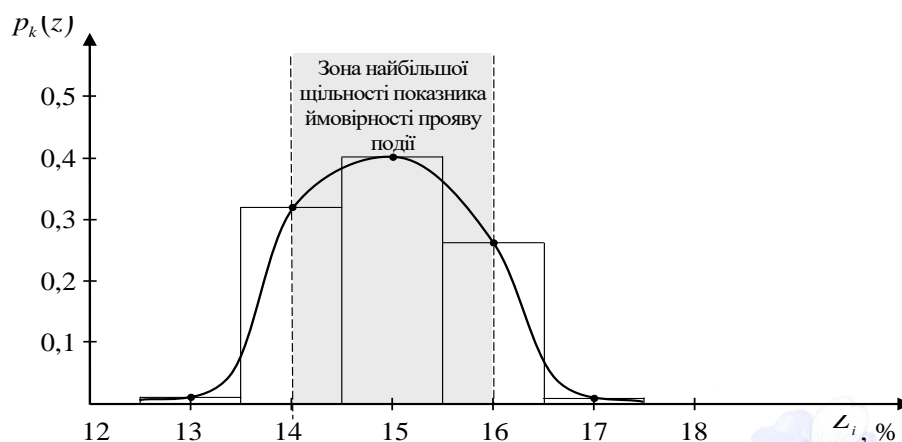


Рис. 4.28 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 13-15\%$

Таблиця 4.37 – Щільність розподілу ймовірності показника кольору волокна в групі трести з виходом волокна 13-15 %

№ з/п	Показник	Значення									
1	K_i	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	
2	$p_k(K_i)$	0,03	0,11	0,14	0,19	0,23	0,17	0,12	0,01	0	

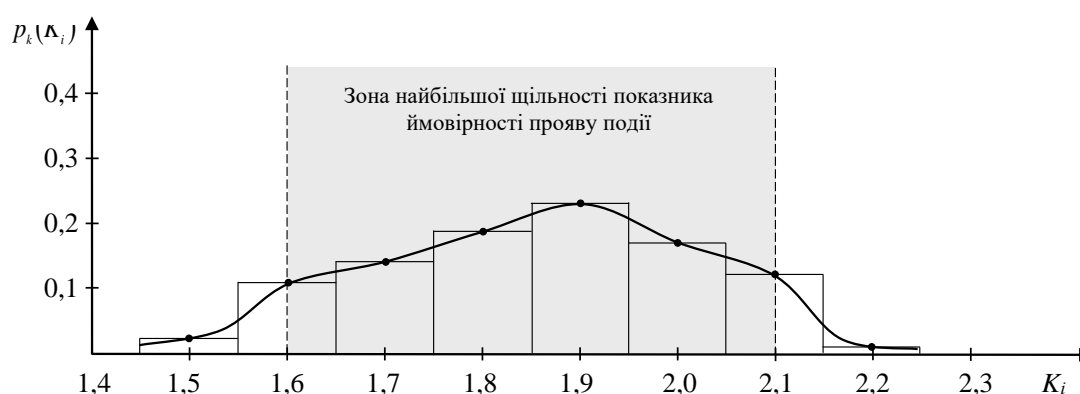


Рис. 4.29 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника кольору волокна K_i для $L = 13-15\%$

Таблиця 4.38 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі трести з виходом волокна 16-18 %

№ з/п	Показник	Значення						
1	Z_i		14	13	12	11	10	9
2	$p_k(Z_i)$		0,03	0,3	0,45	0,2	0,02	0

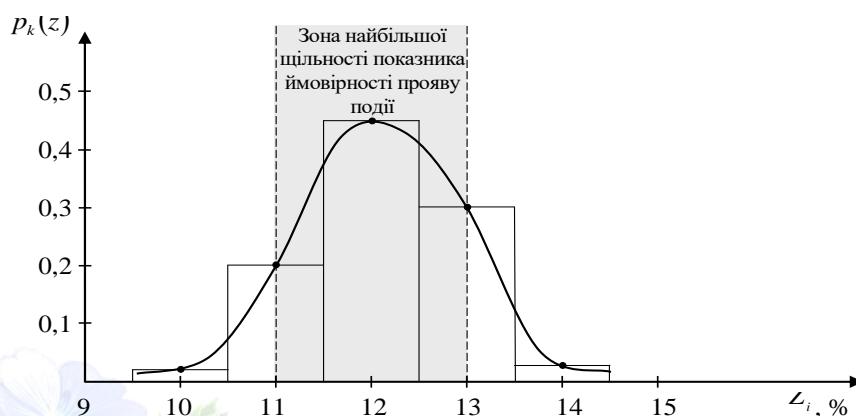


Рис. 4.30 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 16-18\%$

Таблиця 4.39 – Щільність розподілу ймовірності показника кольору волокна в групі трести з виходом волокна 16-18 %

№ з/п	Показник	Значення									
1	K_i	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9
2	$p_k(K_i)$	0,02	0,1	0,14	0,2	0,22	0,18	0,12	0,02	0	0

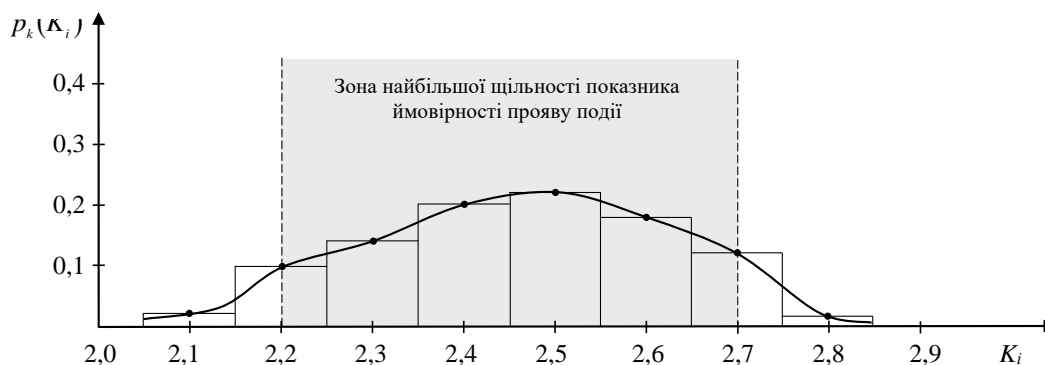


Рис. 4.31 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника кольору волокна K_i для $L = 16 - 18\%$

Таблиця 4.40 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі трести з виходом волокна 19-20 %

№ з/п	Показник	Значення					
1	Z_i	11	10	9	8	7	6
2	$p_k(Z_i)$	0,02	0,2	0,42	0,35	0,01	0

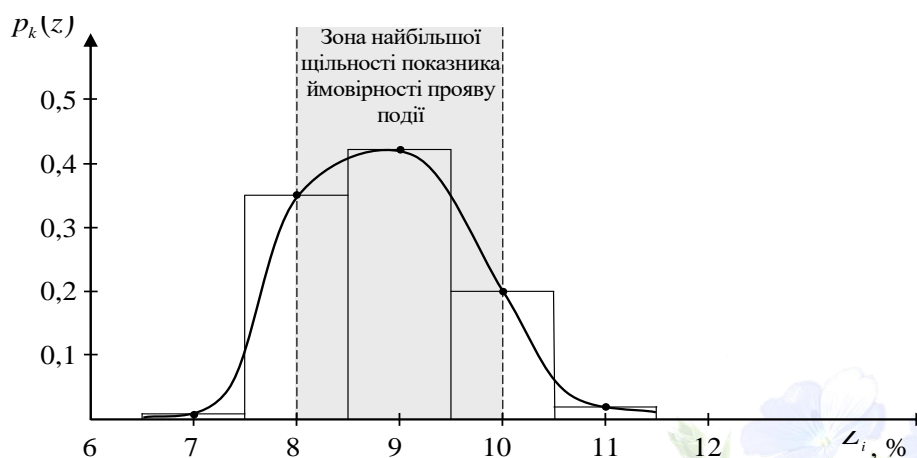


Рис. 4.32 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 19 - 24\%$

Таблиця 4.41 – Щільність розподілу ймовірності показника кольору волокна в групі трести з виходом волокна 19-20 %

№ з/п	Показник	Значення									
1	K_i	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	
2	$p_k(K_i)$	0,03	0,12	0,13	0,19	0,24	0,17	0,11	0,01	0	

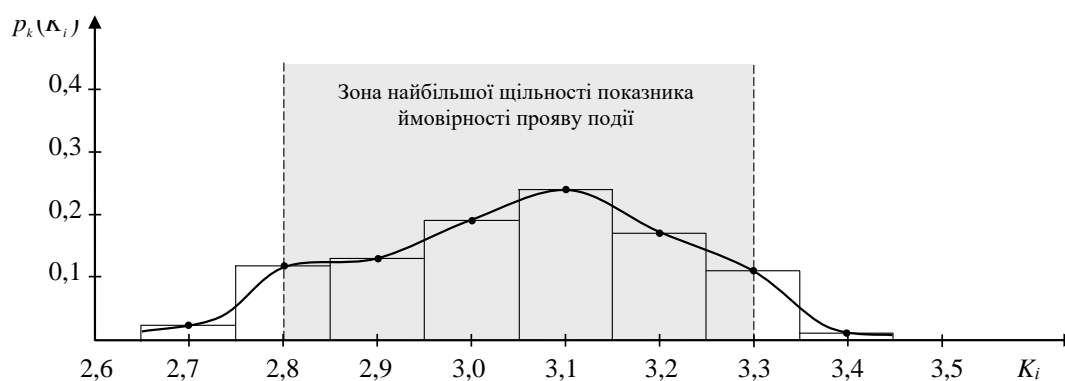


Рис. 4.33 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника кольору волокна K_i для $L = 19 - 24\%$

Таблиця 4.42 – Щільність розподілу ймовірності показника засміченості в групі трести з виходом волокна 25-40 %

№ з/п	Показник	Значення				
1	Z_i	9	8	7	6	5
2	$p_k(Z_i)$	0	0,05	0,18	0,32	0,45

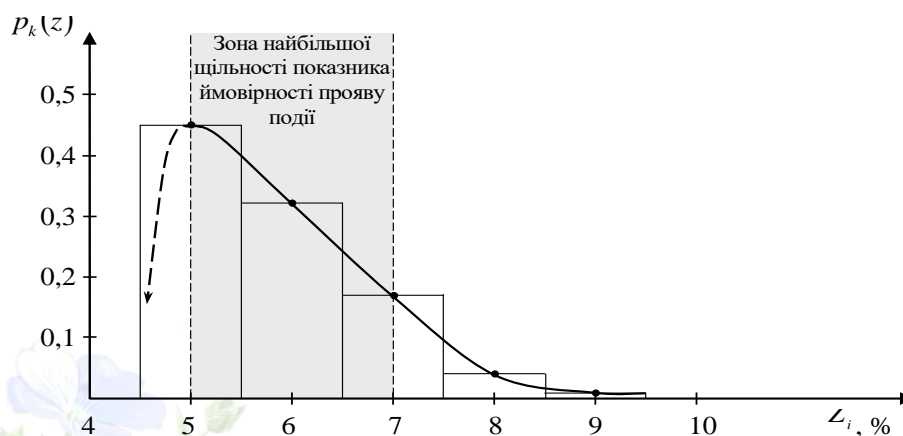


Рис. 4.34 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника засміченості Z_i для $L = 25 - 40\%$

Таблиця 4.43 – Щільність розподілу ймовірності показника кольору волокна в групі трести з виходом волокна 25-40 %

№ з/п	Показник	Значення									
1	K_i	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	
2	$p_k(K_i)$	0	0,01	0,07	0,09	0,11	0,15	0,17	0,19	0,21	

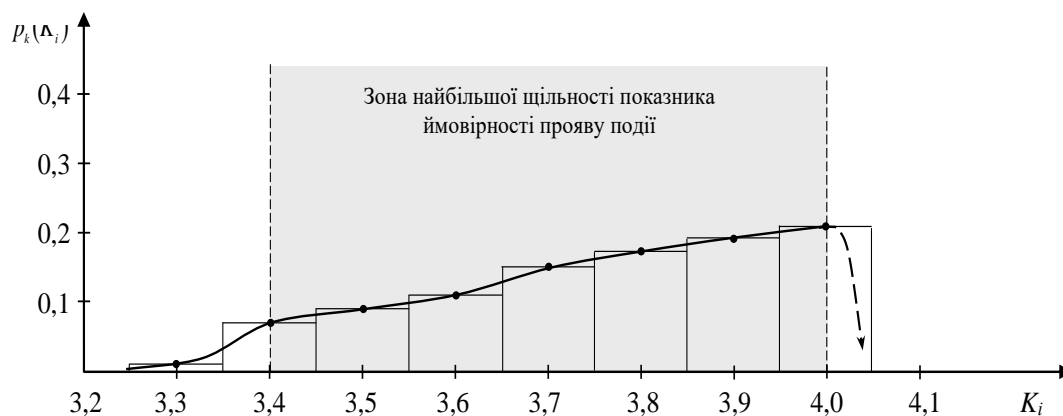


Рис. 4. 35 – Щільність розподілу ймовірності прояву показника кольору волокна K_i для $L = 25 - 40\%$

Аналіз отриманих гістограм дозволив встановити зв'язок між показниками та встановити межі відповідності тих показників, що відповідають зонам найбільшої їхньої щільності. З використанням встановлених зв'язків проведемо подальші дослідження, спрямовані на обґрунтування поділу показників якості соломи та трести льону олійного на номери.

Розділення соломи та трести льону олійного за номерами (кластерами) будемо проводити з використанням графів-дендрограм. Як відомо з літератури [131], формувати кластери можна за ієрархічною або агломеративною процедурою. Для нашого випадку використаємо агломеративну процедуру кластеризації. З цією метою розглянемо первинну сукупність даних n , що отримана під час проведення експериментальних досліджень.

Принцип роботи агломеративної процедури полягає в послідовному об'єднанні в кластер спочатку двох найближчих, а потім більш віддалених один від одного об'єктів. Інформаційною базою кластерного аналізу є матриця

відстаней розміром $n \times n$. На кожному кроці об'єднання найближчими є ті об'єкти між якими відстань d_{ij} є мінімальною. Відстань між об'єктами визначали з використанням евклідової відстані:

$$d_{ij}(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_{ij} - x_{ji})^2}, \quad (4.21)$$

де x_{ji} – величина i -ї компоненти j -го об'єкта;

k – число змінних;

i, j – об'єкти, що досліджуються.

Відстані між об'єктами розраховані за формулою (4.21), представляються у вигляді матриці відстаней:

$$D = \begin{pmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{pmatrix}. \quad (4.22)$$

Послідовність об'єднання кластерів подається візуально у вигляді деревовидної діаграми-дендрограми. На одній осі дендрограми представлені об'єкти, на другій – відстані, за якими відбувається об'єднання (рис. 4.36).

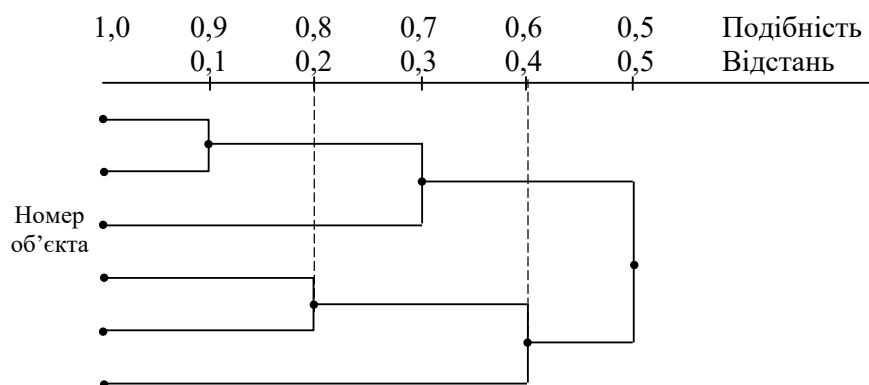


Рис. 4.36 – Приклад дендрограми

На рис. 4.36 наведено приклад дендрограми, що відповідає шести об'єктам, де найбільш близькими є об'єкти 1 і 3, тому вони об'єднані в один

кластер на рівні подібності (близькості) 0,9, а об'єкти 4 і 5 об'єднані на рівні 0,8. На цьому кроці є чотири кластера: (1, 3), (6), (5, 4), (2). На третьому і четвертому кроках процесу утворюються кластери (1, 3, 6) і (5, 4, 2), що відповідають рівню близькості, що дорівнює 0,7 і 0,6. У кінцевому рахунку всі об'єкти групуються в один кластер на рівні 0,5.

Як бачимо, загальну схему агломеративної кластер-процедури можна подати як повторення трьох операцій:

- 1) пошук мінімальної відстані між i та j ;
- 2) об'єднання i та j в один кластер та надання останньому спільного індексу q ;
- 3) розрахунок відстаней від сформованого кластера $d(q, s)$ за формулою:

$$\left. \begin{array}{l} d(q, s) = a; \\ 1. d(j, s) + a; \\ 2. d(k, s) + a; \\ 3. d(j, k) + a; \\ 4. [d(j, s) - d(k, s)] \cdot d(q, s) = a; \\ \vdots \\ 1. a; \\ 2. a; \\ 3. a. \end{array} \right\} \quad (4.23)$$

Геометрична інтерпретація кластер-процедури подана на рис. 4.37.

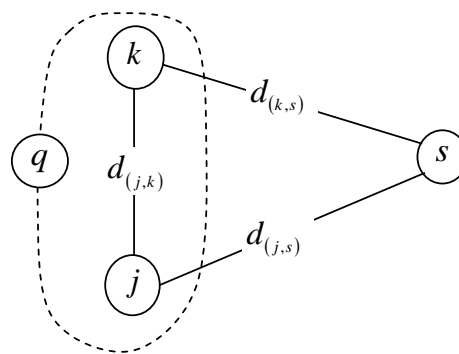


Рис. 4.37 – Геометрична інтерпретація кластер-процедури

Кластерний аналіз значущих показників якості соломи і 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. Для розрахунку використано експериментальні дані, що подано в додатку А.7.

На рис. 4.38 представлено результати кластеризації соломи льону олійного за показниками засміченості та виходу лубу, а на рис. 4.40 – результати кластеризації трести льону олійного за показниками засміченості, виходу волокна та кольору волокна. Послідовність агломерації соломи та трести льону олійного простежується на графіках, що наведено на рис. 4.39 і 4.41 відповідно.

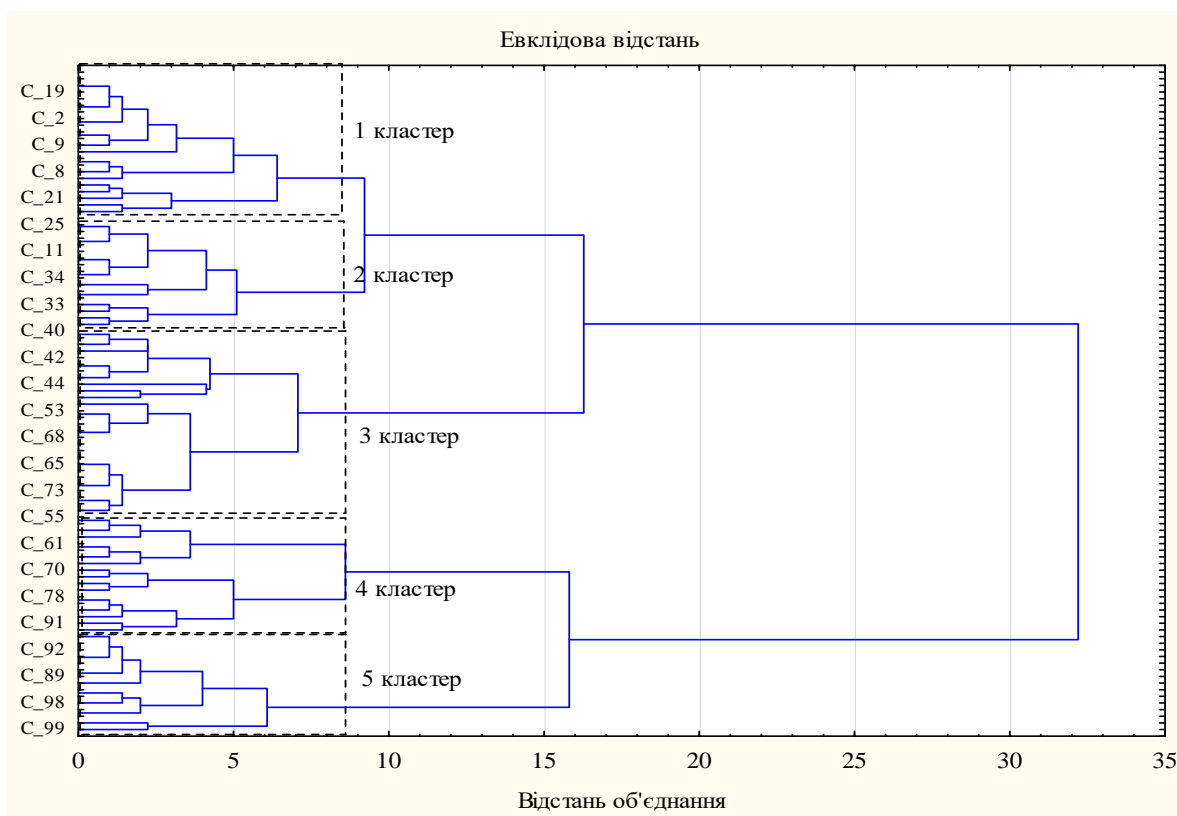


Рис. 4.38 – Дендрограма розподілу показників якості соломи льону олійного на кластери



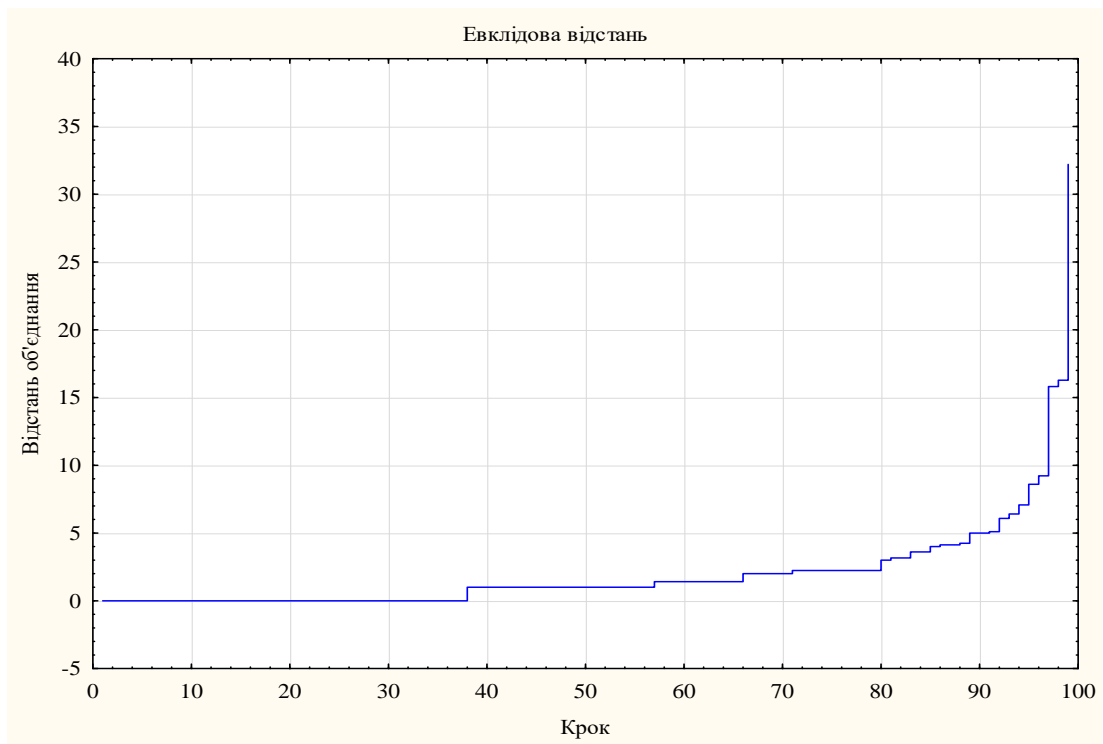


Рис. 4.39 – Послідовність агломерації соломи льону олійного за показниками засміченості та виходу лубу

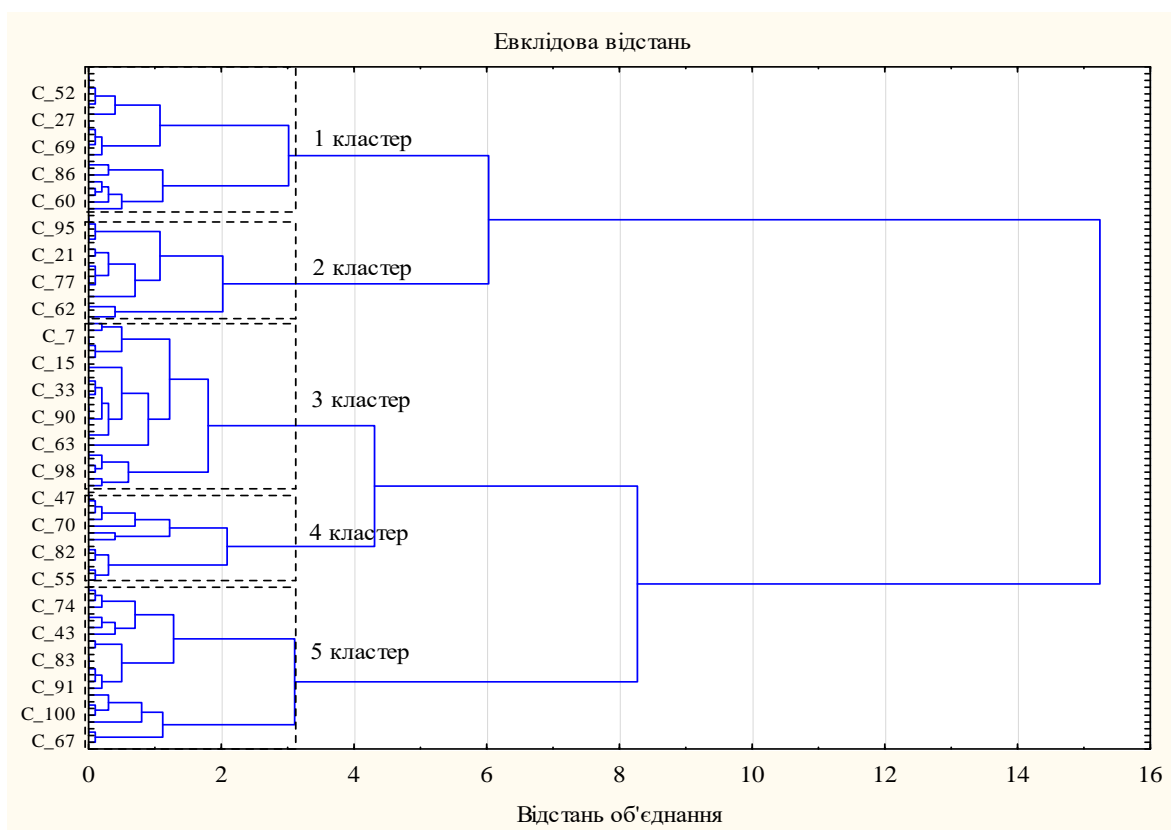


Рис. 4.40 – Дендродіаграма розподілу показників якості трести льону олійного на кластери

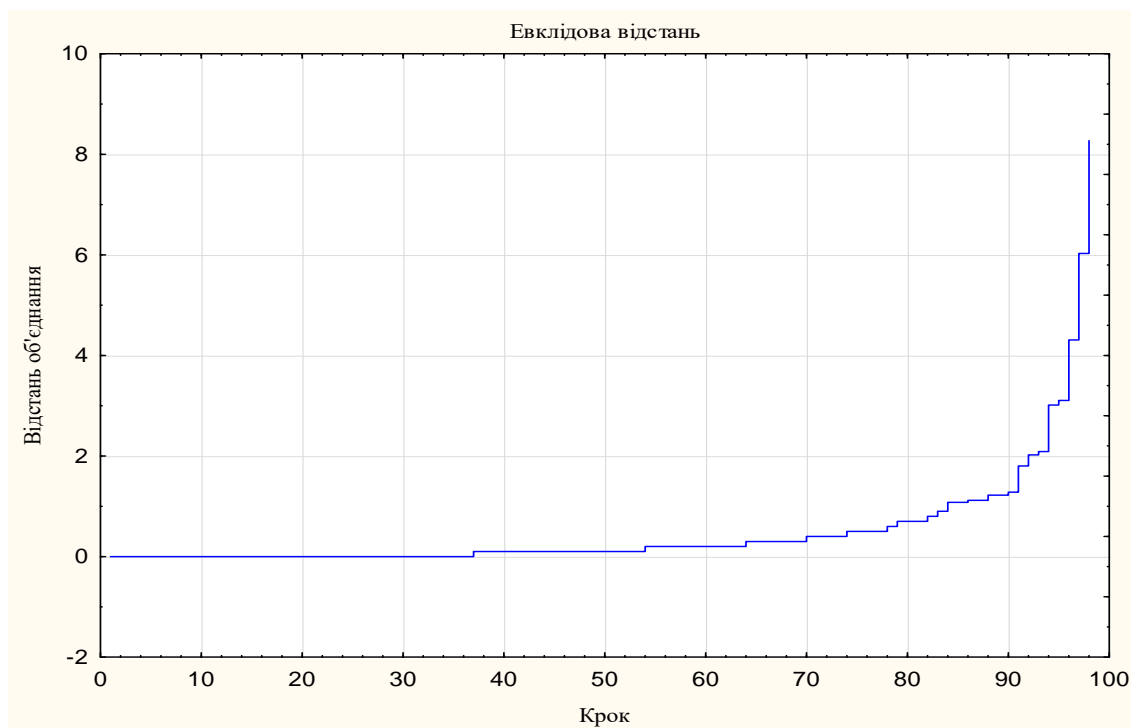


Рис. 4.41 – Послідовність агломерації трести льону олійного за показниками засміченості, виходу лубу та кольору волокна

Аналіз рис. 4.39 і 4.41 свідчить, що мінімальна міжкластерна відстань починає стрімко зростати приблизно на 95-му (для соломи) та приблизно на 94-му кроці (для трести). Дана зміна $\min d(j, k)$ 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. 4.38) і графік агломерації соломи за показниками засміченості та виходу лубу (рис. 4.39), а також дендрограма (рис. 4.40) і графік агломерації трести за показниками засміченості, виходу волокна та кольору волокна (рис. 4.41) підтверджують доцільність поділу даної луб'яної сировини з льону олійного на п'ять кластерів, тобто номерів.

Отже, в результаті одержаних теретично-експериментальним шляхом номенклатури характеристик і значень соломи та трести льону олійного, визначених значущих коефіцієнтів вагомості, було побудовано дендрограми розподілу показників якості даної луб'яної сировини на кластери. За

отриманими результатами було проведено кластеризацію показників якості соломи та трести для вибору найбільш об'єднаних між собою об'єктів.

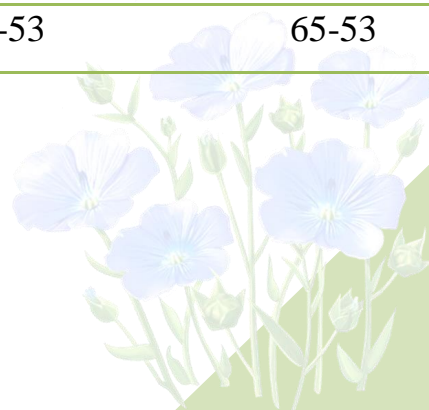
На підставі кластерного аналізу вперше запропоновано визначати номер як соломи, так і трести льону олійного за п'ятьма рівнями якості: 5, 4, 3, 2, 1. Наприклад, солома або треста № 5 характеризується найкращими значеннями показників якості, а солома або треста № 1 – найгіршими.

4.5. Визначення номера соломи та номера трести льону олійного за розробленою методологією

Базуючись на результатах виконаного кластерного аналізу та викладеної у п. 4.3 методології кваліметричної оцінки якості соломи та трести льону олійного авторами наукової роботи були розроблені таблиці для визначення номерів досліджуваної сировини з фіксованим діапазоном балових значень, що відповідають певному рівню її якості (табл. 4.44 і 4.45). Ці таблиці було введено в розроблені авторами роботи технічні умови для визначення якості соломи та трести льону олійного (додаток Б і В).

Таблиця 4.44 – Визначення номера соломи льону олійного

№ з/п	Номер соломи	Показник якості для соломи I групи за кольором у балах	Показник якості для соломи II групи за кольором у балах	Показник якості для соломи III групи за кольором у балах
1	5	200-132	-	-
2	4	131-98	200-110	-
3	3	97-79	109-82	200-90
4	2	78-64	81-65	89-66
5	1	63-53	64-53	65-53

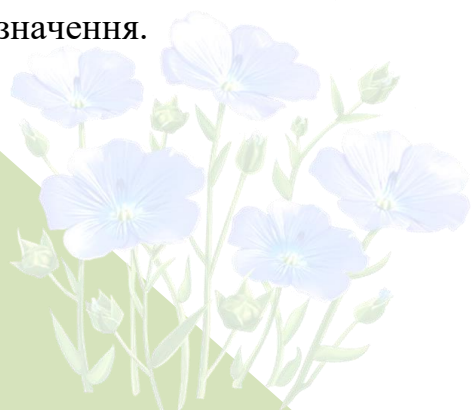


Таблиця 4.45 – Визначення номера трести льону олійного

№ з/п	Номер трести	Ступінь вилежаності трести (відокремлюваність, од.)		
		вилежана (4,1 і більше)	недолежана (від 3,1 до 4,0)	солома (3,0 і менше)
1	5	300-217	-	-
2	4	216-168	300-190	-
3	3	167-134	189-142	300-165
4	2	133-104	141-109	164-116
5	1	103-78	108-78	115-78

Таким чином, згідно з табл. 4.44, номер соломи льону олійного, як промислової сировини, визначають за одержаною сумою балів виходу лубу та засміченості, враховуючи групу кольору. Для визначення номера трести льону олійного підсумовують бали за засміченістю, виходом волокна та показником кольору волокна із трести. За одержаною сумою балів, що заокруглюють до цілого числа, враховуючи ступінь вилежаності трести (відокремлюваність), згідно з табл. 4.45, визначають її номер. Номер соломи та трести льону олійного, що визначено для проби, відносять до всієї досліджуваної партії.

Отже, під час проведення розрахунків загального рівня якості соломи та трести льону олійного було визначено найвагоміші показники якості, що прогнозують їхню технологічну цінність, а за допомогою кластерного аналізу здійснено поділ даної сировини на певні класи – номер соломи та трести. До того ж, у результаті теоретичних та експериментальних досліджень було розроблено методику оцінки якості соломи та трести льону олійного як промислової сировини для одержання продукції різного функціонального призначення.



РОЗДІЛ 5: НОВІТНІ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЛУБ'ЯНОЇ СИРОВИНИ З ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО: УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

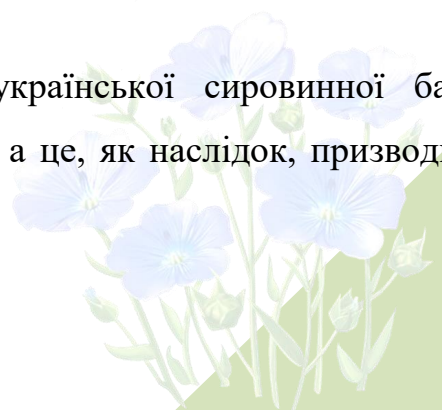
5.1. Стандартизація соломи, трести й волокон льону олійного

Економічну ефективність та стабільність розвитку галузі легкої промисловості в Україні можливо забезпечити лише за умови розширення української сировинної бази та застосування інноваційного технічного устаткування. На даний час одним із найважливіших завдань української легкої промисловості є підвищення якості виготовленої продукції, її надійності, довговічності та покращення естетичних властивостей. Із урахуванням цього, промислові підприємства повинні постійно удосконалювати виробництво продукції народного споживання, розширювати асортимент і покращувати її якість [15, 144]. Додержання цих вимог є запорукою успіху підприємств України та створення іміджу надійного партнера на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Стандартизація та сертифікація є не від'ємною частиною діяльності підприємства, що є успішним та конкурентоспроможним. Підвищення конкурентоспроможності продукції свідчить про високу її якість та відповідність вимогам споживачів. Будь-які зміни на виробництві повинні супроводжуватись одночасним постійним контролюванням якості продукції в процесі технологічного циклу за допомогою певних методик, що мають бути задекларовані на державному рівні.

Відомо, що якісні конкурентоспроможні вироби можуть бути виготовлені лише з якісної сировини.

На даний час, в умовах відсутності української сировинної бази, підприємства України стали імпортозалежними, а це, як наслідок, призводить



до збільшення собівартості, погіршення якості готової продукції та зниження її конкурентоспроможності [9, 14].

В Україні є потенційні можливості використання власних сировинних ресурсів – льону олійного – для виготовлення широкого асортименту промислових виробів. Але, на ринку волокнистої сировини України стебла та волокно льону олійного не фігурують. Це пов'язано з відсутністю стандартів для визначення рівня якості як сировини, так і готової продукції зі стебел льону олійного. Це унеможливує вихід наукових розробок за рамки лабораторних досліджень та промислове виробництво даної продукції для реалізації як на українському, так і на світовому ринках.

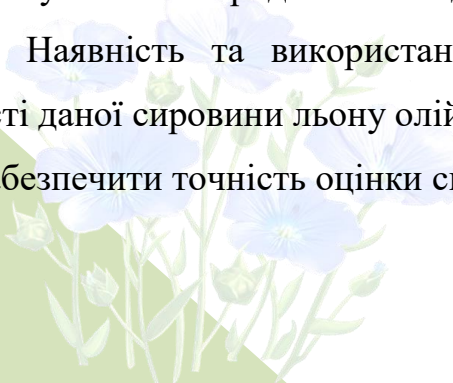
Забезпечення промисловців стандартами на сировину з льону олійного дозволить значно покращити процеси виробництва інноваційної продукції, починаючи з переробки соломи й трести, одержання волокон різного функціонального призначення та закінчуючи виготовленням готових виробів. Окрім цього, враховуючи багатофункціональність властивостей даної сировини, доцільно виявити пріоритетні сфери її застосування в різних галузях промисловості.

Практичне впровадження результатів наукових досліджень сприятиме як відновленню діяльності, так і створенню в Україні нових льонопереробних комплексів. Текстильні, целюлозно-паперові та інші підприємства зможуть використовувати українські, щорічно відновлювані, сировинні ресурси для виробництва своєї продукції. Фермерські господарства підвищать свої прибутки від вирощування льону олійного за рахунок реалізації соломи та трести.

Тому актуальним завданням сьогодення є розробка нормативних документів із визначення якості соломи, трести та волокон льону олійного, що дозволить встановити їхню придатність для промислової переробки та виготовлення на їхній основі інноваційної продукції. Це необхідно здійснити, враховуючи міжнародні вимоги до даної сировини.

Наявність та використання нормативної документації для контролю якості даної сировини льону олійного дозволить:

– забезпечити точність оцінки сировини;

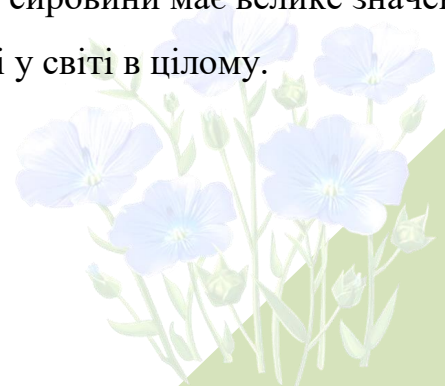


- пришвидшити процес проведення стандартизації соломи та трести як промислової сировини для прогнозування технологічних режимів їхньої первинної та вторинної обробки, а також передбачати функціональне призначення одержаних із них лубу чи волокна;
- визначити ступінь відповідності готової продукції запитам тих або інших груп споживачів.

Для вирішення поставленого завдання було проведено теоретичні та експериментальні дослідження з визначення номенклатури основних технологічних характеристик соломи, трести та волокон льону олійного та їхнього діапазону значень, за якими можна прогнозувати доцільність їхньої первинної та вторинної обробки. Здійснено технологічну оцінку соломи та трести льону олійного як промислової сировини, визначено найвагоміші показники їхньої якості та розроблено наукову концепцію для встановлення номера соломи і номера трести льону олійного, тобто загального рівня їхньої якості.

Розробка методики номерної оцінки соломи та трести льону олійного на основі ґрунтовних експериментальних і теоретичних досліджень дає можливість конкретизувати та узагальнити сукупність основних технологічних показників якості сировини, що дозволить прогнозувати функціональне призначення готової продукції. Оцінювання волокон льону олійного надає можливість використовувати сировину за рівнем якості в конкретній сфері промисловості (текстильна, целюлозно-паперова та ін.) для виготовлення різногалузевої продукції; здійснювати маркетинг української сертифікованої продукції на українському ринку луб'яної сировини, що є стратегічно важливим аспектом розвитку українських підприємств в умовах їхньої повної імпортозалежності. На основі сертифікованої сировини можливо виготовляти конкурентоспроможні товари широкого асортименту, що відповідають вимогам споживачів і будуть успішно реалізовані як на українському, так і на світовому ринках.

Номерна оцінка будь-якої лубоволокнистої сировини має велике значення для промислового виробництва як в Україні, так і у світі в цілому.



Номер соломи та трести льону олійного – це комплексний показник якості даної сировини, який визначають згідно з табл. 4.29 і 4.30 відповідно (розділ 4, п. 4.3), що розроблено авторами даної наукової роботи.

Комплексний показник якості соломи льону олійного – це сума вагомих показників якості соломи льону олійного, а саме: засміченості, групи кольору соломи та виходу лубу зі стебел (масової частки лубу). Комплексний показник якості трести льону олійного – це сума вагомих показників якості трести льону олійного, а саме: засміченості, групи кольору волокна з трести, виходу волокна з трести (масової частки волокна) та відокремлюваності.

Якість готової продукції обумовлюється якістю сировини, з якої вона була виготовлена. Таким чином, щоб отримати повне уявлення про якість сировини всієї партії, необхідно провести детальний аналіз фізико-механічних характеристик відібраної проби на високому технологічному рівні [145]. Зазвичай контроль якості здійснюється органолептично або інструментальним (інструментально-лабораторним) методом.

Органолептичне оцінювання соломи або трести льону олійного – це оцінка якості даної сировини органами чуття за зовнішніми властивостями та ознаками. Органолептична оцінка є суб'єктивною, оскільки достовірність її результатів залежить від кваліфікації спеціаліста та його індивідуальних якостей.

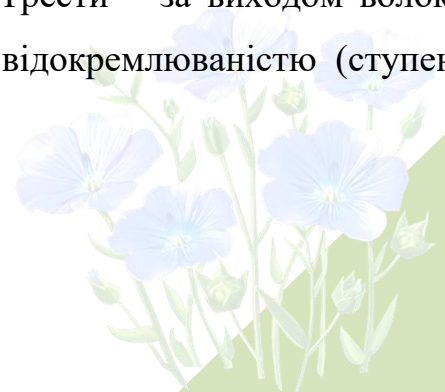
Інструментальна оцінка якості соломи або трести льону олійного – це оцінка якості даної сировини за її фізико-механічними властивостями із застосуванням вимірювальних приладів у сертифікованих лабораторних установах. Отримані показники характеризують якісні ознаки сировини, мають задану розмірність і виражаються певними числовими значеннями. На основі цих значень, розрахунковим методом, за установленими формулами та розробленими таблицями, обчислюють номер соломи або номер трести. Інструментальне оцінювання сировини вважається найбільш досконалим, що забезпечує достовірний і стійкий рівень результатів контролю якості, а також дає характеристику окремим властивостям досліджуваної сировини, що дає можливість обирати оптимальні режими її механічної обробки. До того ж, дана оцінка є

найбільш простою і доступною для непрямих спеціалістів, тобто початківців у даній галузі [142, 145].

Промислова переробка соломи та трести льону олійного в Україні є новою галуззю, що тільки зароджується, а підприємці-початківці не мають досвіду оцінювання цієї сировини. Тому, для проведення точного аналізу сировини та отримання достовірних результатів нами рекомендовано здійснювати оцінку її якості саме інструментальним методом.

Як зазначалося раніше, критеріями якості соломи та трести є номер, одержаний у результаті технологічної оцінки. Під час розробки інструментально-лабораторного методу оцінки якості соломи та трести льону олійного та визначення їхнього номера було поставлене завдання встановити такі залежності між окремими технологічними характеристиками досліджуваної сировини, що б забезпечували відповідність результатів визначення номера даної сировини показникам, що встановлено технологічним та інструментальним шляхом. Інакше кажучи, необхідно було для кожного номера сировини, визначеного методом технологічної оцінки, встановити сукупність показників якості та розробити таблиці, що дозволяють визначити номер соломи та трести із усім діапазоном фізико-механічних характеристик за різних їх комбінацій.

У результаті ґрунтовних науково-дослідних робіт та математично-статистичної обробки даних, одержаних теоретично-експериментальним шляхом, авторами даної роботи було встановлено необхідні залежності певних номерів соломи та трести від її основних фізико-механічних характеристик. Ці залежності покладено в основу створення нормативної документації для контролю якості соломи та трести льону олійного. Номер соломи льону олійного визначається за обчисленими значеннями показників виходу лубу зі стебел, засміченості та групи кольору соломи. Трести – за виходом волокна, засміченістю, показником кольору волокна та відокремлюваністю (ступенем вилежаності).



Для кожного числового значення, що характеризує якість соломи та трести льону олійного за її окремими технологічними властивостями, було встановлено показник якості в балах. Чим більше цифрове (балове) значення, що характеризує якість сировини за її вищезазначеними властивостями, тим вище показник якості.

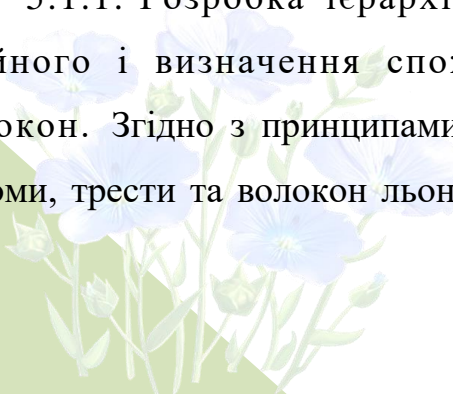
Наприклад, засміченість трести становить 7 % (показник якості – 71,4 балів), вихід волокна з трести – 35 % (87,5 балів), показник кольору волокна з трести – 2,7 (67,5), а відокремлюваність (ступінь вилежаності трести) – вилежана (4,1 і більше). У цьому випадку треста набрала велику кількість балів за всіма властивостями, що становить 227 й відповідно оцінюється найвищим номером – 5. Однак, якщо треста з такими самими показниками засміченості, виходу волокна з трести та показника кольору волокна має відокремлюваність (ступінь вилежаності трести) – недолежана (від 3,1 до 4,0), то номер сировини буде нижчий – 4, незважаючи на те, що сума балів показників якості залишилася незмінною.

Важливо зазначити, що під час оцінювання трести, за умови однакової комбінації трьох її показників і зміни тільки четвертого показника якості під час інструментальної оцінки, можна отримати інший результат. Для соломи може змінюватись результат оцінювання за умови однакової комбінації двох показників і зміни лише третього показника якості.

Таким чином, установлені залежності між номером соломи та трести льону олійного, одержаними згідно з розробленим інструментально-лабораторним методом, та певними значеннями технологічних характеристик, дозволяють точно визначити рівень якості цієї сировини та функціональне призначення готової продукції – лубу або волокон. При цьому залишається відкритим питання оцінювання волокон льону олійного.

Враховуючи вищевикладене, для досягнення головної мети даної роботи необхідно визначити принципи оцінювання якості волокон льону олійного.

5.1.1. Розробка ієрархічної системи класифікації стебел льону олійного і визначення споживних властивостей соломи, трести й волокон. Згідно з принципами вибору номенклатури якісних характеристик соломи, трести та волокон льону олійного (рис. 2.8, розділ 2 даної роботи) їх



добір проводять із урахуванням класифікації за призначенням і умовами використання продукції, виду (групи) продукції та цілей застосування номенклатури показників якості, складу, структури, властивостей, що характеризують продукцію [131, 146-151].

Аналіз світових та українських науково-прикладних робіт, що проведений у розділі 1 (п. 1.2 і 1.3), дав можливість встановити, що не зважаючи на розвиток переробної галузі стебел льону олійного, до цього часу не здійснено товарознавчого оцінювання основних властивостей соломи, трести та волокон даної культури, що дозволило б застосовувати оптимальні технології їхньої обробки та прогнозувати функціональне призначення готової продукції.

В усьому світі льон олійний набув статусу культури двостороннього використання, тобто для збирання насіння та виділення волокон зі стебел соломи. У сучасних умовах найбільшу увагу виробники та науковці приділяють питанням удосконалення технологічних процесів первинної переробки соломи та трести і розробці нових способів вторинної обробки одержаних коротких волокон із метою розширення сфер їхнього промислового застосування [26]. У той же час, встановлено, що вивченню показників якості соломи, трести та волокон льону олійного, що відіграють вирішальну роль під час вибору сфери їхнього застосування, присвячена незначна кількість наукових праць зарубіжних та українських вчених: Денні Е. Акіна (США), Х. Санкарі (Фінляндія), Х.С.С. Шарма (Північна Ірландія), Д.М. Ель-Харірі (Єгипет), Д. ван Дама (Німеччина), Б. Смедера, С. Лільедаля (Швеція), Чурсіної Л.А., Тіхосової Г.А., Горач О.О. (Україна) [31-41, 90, 92, 101-104]. У даних роботах досліджено морфологічні, анатомічні ознаки, хімічний склад, фізико-механічні властивості стебел і волокон льону олійного та здійснено їхній порівняльний аналіз із характеристиками сировини, одержаної з льону-довгунцю. Вченими запропоновано різноманітні критерії відбору основних показників якості стебел і волокон льону олійного залежно від технологій їхньої обробки та напрямку використання. 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 технологічну цінність промислової сировини різного функціонального призначення. Така неузгодженість між фахівцями перешкоджає створенню нормативної документації з контролю якості соломи, трести та волокон даної культури, її науково-технічному обґрунтуванню та забезпеченню міжнародного визнання розроблених рекомендацій.

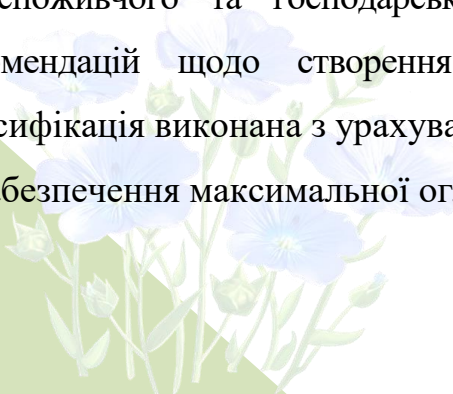
На підставі зазначеного вище, товарознавче дослідження властивостей льономісних матеріалів з льону олійного є необхідним для досягнення основної мети роботи.

У розділі 2 п. 2.4.2, табл. 2.21 наведено аналіз українських робіт [31-41], присвячених розробленню та удосконаленню механічних (хімічних) технологій первинної та вторинної обробки стебел льону олійного, а також процесів приготування трести. Це дозволило визначити загальний перелік якісних показників одержаної сировини та готової продукції зі стебел льону олійного за розробленими або удосконаленими технологіями їхньої обробки. У подальшому, з метою визначення якісних показників волокон льону олійного, що свідчать про їх технологічну цінність, здійснено розподіл всієї номенклатури. При цьому враховано технологічні процеси їхнього одержання та функціональне призначення готової продукції.

З урахуванням цього, фундаментальною основою нормативних документів для оцінювання волокон льону олійного повинна бути методологія, що регламентує порядок визначення характеристик, що в сукупності свідчать про їхнє функціональне призначення. За результатами такої оцінки можливо буде надавати сертифікат якості на волокна льону олійного із зазначенням її походження.

Поставлена задача створення ієрархічної класифікації стебел льону олійного, як споживчого та господарського об'єкта, вирішена нами з урахуванням рекомендацій щодо створення класифікації промислової продукції [146]. Класифікація виконана з урахуванням наступних вимог:

– забезпечення максимальної оглядовості номенклатури продукції;



- повного виявлення основних властивостей і особливостей продукції;
- врахування можливих зміни в асортименті товарів і поповнення її номенклатури новими видами.

Згідно з [147] класифікація передбачає обов'язкову наявність наступних елементів: об'єкт класифікації, мета класифікації, класифікаційні ознаки та класифікаційна одиниця.

Головними елементом, що визначає широту і функціональні можливості використання тієї чи іншої системи класифікації, є об'єкт класифікації [148, 149].

Об'єктом класифікації, в нашому випадку, є стебла льону олійного, що було запропоновано розподілити за такими класифікаційними ознаками: сировина (клас, підклас), походження (група), спосіб виробництва (підгрупа), вид (вид), конструкція (будова стебла), метод виготовлення або обробка (основні процеси механічно-хімічного оброблення стебла), різновид продукції (тип), споживні властивості продукції (якісні властивості одержаної продукції зі стебел), галузь застосування продукції (функціональне призначення).

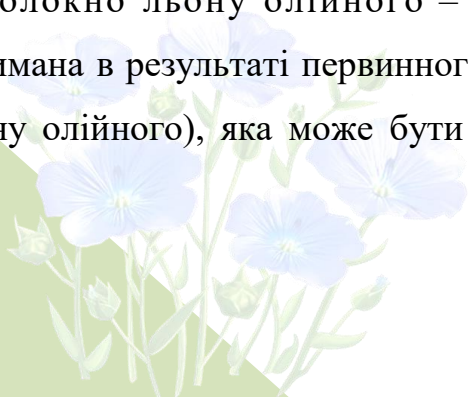
Метою проведення ієрархічної класифікації є представлення максимально повного переліку класифікаційних ознак стебел льону олійного на різних ієрархічних ступенях їхнього використання. Під час формування першого ступеня ієрархії авторами розглянуто наступні загальноприйняті класифікаційні категорії: клас, підклас, група, підгрупа, рід, вид. (рис. 5.1). Другий ступінь ієрархії розкриває будову стебел льону олійного з точки зору морфологічних та анатомічних ознак та хімічного складу. Перші два ступеня назвемо «узагальнюючими».

Розглянемо третій ступінь ієрархічної класифікації, що розкриває основні процеси механічно-хімічного оброблення стебел, представлених у вигляді трьох основних груп та відображає всю продукцію, що одержується зі стебел льону олійного.

Результати попередніх теоретичних досліджень свідчать про те, що при різних технологіях і режимах обробки соломи або трести льону олійного одержують волокно різного функціонального призначення. У зв'язку з цим

запропоновано оцінювати волокна за певними групами якісних характеристик згідно з якими можна обрати технологію обробки сировини та прогнозувати сферу застосування одержаної продукції для задоволення потреб споживачів. Сукупність продукції запропоновано розподілити за класифікаційною ознакою «тип продукції», а її найменування відображає спосіб отримання і прогнозує сферу подальшого галузевого застосування. Певний тип продукції характеризується чітким переліком фізико-механічних властивостей. Із врахуванням групи процесу механічно-хімічної обробки стебел, авторами вперше надано рекомендації щодо вибору відповідного їй типу продукції. Варто зауважити, що автор вперше запропонував надати назву та визначення кожному типу продукції, що одержують за певною групою процесів механічно-хімічної обробки стебел льону олійного:

1. Стебла льону олійного – це звільнені від насінневих коробочок стебла технічної культури льону олійного зі збереженими морфологічними ознаками по всій довжині, які отримані під час ручного брання, призначені для здійснення наукових досліджень. Після дозрівання насіння, у стадії жовтої стиглості, сільськогосподарською технікою здійснюється обмолот насіння та скошування стебел.
2. Солома льону олійного – це звільнені від насінневих коробочок стебла технічної культури льону олійного, які отримані під час обмолоту насіння зернозбиральними комбайнами. Солома призначена для отримання лубу або приготування трести.
3. Треста льону олійного – це солома (стебла) льону олійного, в якій під впливом біологічної, хімічної або фізико-хімічної дії порушено зв'язки луб'яних пучків із суміжними тканинами. Треста льону олійного призначена для первинного перероблення на льонозаводах з метою отримання короткого волокна.
4. Волокно льону олійного – це продукція (неорієнтовані короткі волокна), отримана в результаті первинного та вторинного оброблення сировини (трести льону олійного), яка може бути різного типу. Волокно льону олійного являє



собою сукупність коротких, неорієнтованих та неоднорідних за фізико-механічними властивостями волокон.

5. Луб льону олійного – це продукція (неорієнтований короткий луб), отримана в результаті первинного та вторинного оброблення сировини (солом льону олійного), яка може бути різного типу.

6. Комплексне волокно льону олійного (комплексний луб льону олійного) – це продукція, отримана в результаті первинного оброблення трести льону олійного (солом льону олійного), що супроводжується механічними операціями м'яття, тіпання та трясіння для руйнування, розділення й очищення волокнистої тканини від деревини. Дана продукція складається із щільно скріплених між собою комплексів волокон та частково невідділеної деревини (костриці), яка розташована на волокнах суцільно чи з невеликими проміжками на довжині до 5 см і більше.

7. Технічне волокно льону олійного (технічний луб льону олійного) – це продукція, отримана в результаті вторинної обробки комплексного волокна льону олійного (комплексного лубу льону олійного), що супроводжується механічними операціями – аеродинамічним розволокненням грубих комплексів із метою розпушування (поздовжнього поділу волокон на більш тонкі) і/або грубим чесанням для очищення, часткового укорочення та відокремлення елементарних волокон. Дана продукція складається з пучків елементарних волокон, щільно склеєних між собою пектиновими речовинами, та частково невідділеної деревини (костриці), яка розташована на волокнах суцільно чи з невеликими проміжками на довжині до 1 см.

8. Котонін із льону олійного – це продукція, отримана в результаті вторинної обробки технічного волокна льону олійного (технічного лубу льону олійного) шляхом механічної (чесання на машинах тонкого чесання, різання) або хімічної (відварювання, відбілювання, обробки хімічними речовинами) модифікації з метою повного очищення від костриці та смітєвих домішок, розщеплення пучків волокон на елементарні волокна, формування певного штапелю та видалення пектинових речовин і лігніну. Якісні характеристики котоніну з льону олійного залежать від вибору технології обробки (сірий котонін

із льону олійного – це продукція, отримана в результаті вторинної обробки технічного волокна льону олійного (технічного лубу льону олійного) шляхом механічної модифікації (чесання на машинах тонкого чесання) з метою повного очищення від костриці та сміттєвих домішок і розщеплення пучків волокон на елементарні волокна; відбілений котонін із льону олійного – це продукція, отримана в результаті вторинної обробки сірого котоніну з льону олійного шляхом хімічної модифікації (опоряджувальні процеси з використанням хімічних речовин: відварювання, відбілювання, обробки хімічними речовинами) з метою повного розщеплення пучків волокон на елементарні волокна, видалення пектинових речовин, лігніну та відбілювання одержаної продукції).

9. Целюлоза з котоніну льону олійного (целюлозний напівфабрикат) – це продукція, отримана в результаті вторинної обробки котоніну з льону олійного шляхом хімічної модифікації (опоряджувальні процеси з використанням хімічних речовин: відварювання, відбілювання з деполімеризацією, обробки хімічними речовинами) з метою одержання природного полімеру (целюлозного напівфабрикату).

10. Костриця льону олійного – це деревина стебел трести льону олійного, зруйнована механічним шляхом і відокремлена від волокон.

Всі вищезазначені терміни та їх визначення будуть використані в процесі розробки нормативної документації для визначення якості соломи, трести та волокон льону олійного (додаток Б, В, Д).

Четвертий ступінь ієрархічної класифікації відображає якісні властивості продукції зі стебел льону олійного та є результатом аналітичного узагальнення чинних досліджень, результати яких наведено в розділі 1 (п. 1.2, 1.3.) і розділі 2 (п. 2.4.2, табл. 2.21) даної роботи.

П'ятий ступінь ієрархічної класифікації містить інформацію щодо функціонального призначення продукції, яка сформована з урахуванням новітніх тенденцій її застосування. Результати ієрархічної класифікації стебел льону олійного подано у вигляді схеми на рис. 5.1.

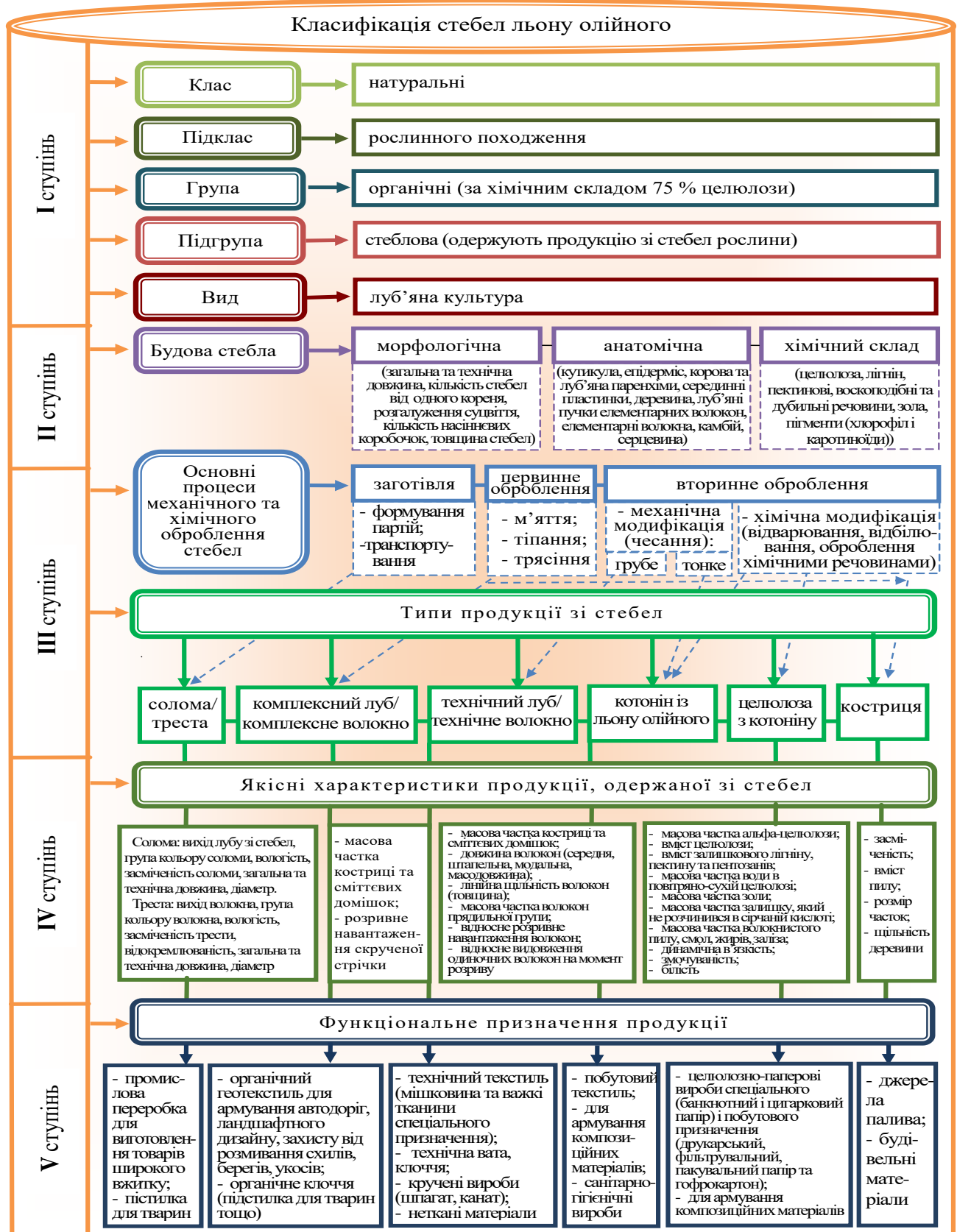


Рис. 5.1 – Ієрархічна класифікація стебел льону олійного як промислової сировини

У процесі розробки ієрархічної класифікації стебел льону олійного було враховано всі методичні правила її побудови. Отримана ієрархічна класифікація дозволить візуалізувати значну кількість класифікаційних ознак і систематизувати їх, а також покласти їх в основу розробки процесу розробки нормативної документації для визначення якості соломи, трести та волокон льону олійного (додаток Б, В, Д). Враховуючи повноту представленої інформації та зручність її візуального сприйняття, дана ієрархічна класифікація може бути широко застосована у виробництві, науковій діяльності та навчальному процесі.

Нижче авторами здійснено розподіл якісних показників соломи, трести та волокон льону олійного за загальноприйнятою номенклатурою споживних властивостей [133, 146-149], що поділяють на такі групи: функціональні, соціальні, ергономічні, естетичні, екологічні, надійності, безпеки. Результати досліджень узагальнено та представлено в таблиці 5.1.

Аналіз табл. 5.1 свідчить, що кожен тип продукції, отриманої зі стебел льону олійного, характеризується чітким переліком споживчих властивостей, найбільша кількість яких відноситься до функціональної групи. Набагато менше позицій зайнято в групах естетичних властивостей і надійності. Групи екологічних, ергономічних, соціальних властивостей та безпеки не були заповнені споживними властивостями жодного типу продукції. Це, насамперед, пов'язано з тим, що дані об'єкти не відносяться до готових товарів народного споживання, а є специфічною категорією продукції, що підлягає товарознавчому дослідженню.



Таблиця 5.1 – Споживні властивості соломи, трести й волокон льону олійного

№ з/п	Групи властивостей	Продукція зі стебел льону олійного					
		солома	треста	волокно /луб			
				комплексне	технічне	котонін	целюлоза з котоніну
1	Функціональні	вихід лубу зі стебел	вихід волокна	-	-	довжина (середня, штапельна, модальна, масодовжина)	масова частка альфа-целюлози
		група кольору соломи	група кольору волокна				масова частка води в повітряно-сухій целюлозі
		розгалуження суцвіття	відокремлюваність (ступінь вилежаності)			лінійна щільність (товщина)	масова частка золи, волокнистого пилю, заліза, смол та жирів
		загальна та технічна довжина стебел	загальна та технічна довжина стебел			масова частка волокон прядильної групи	масова частка залишку, що не розчинився в сірчаній кислоті
		діаметр	діаметр				змочуваність
				вміст целюлози			
					вміст залишкового лігніну, пектину та пентозанів		
2	Естетичні	засміченість	засміченість	масова частка костриці та сміттєвих домішок	масова частка костриці та сміттєвих домішок	масова частка костриці та сміттєвих домішок	білість
3	Надійності	вологість	вологість	розривне навантаження скрученої стрічки	розривне навантаження скрученої стрічки	відносне розривне навантаження волокон відносне видовження одиночних волокон на момент розриву	динамічна в'язкість
4	Екологічні						
5	Ергономічні						
6	Соціальні						
7	Безпеки						

Відомо, що луб'яна сировина є натуральною та екологічно безпечною для навколишнього середовища й здоров'я людини. Тому кінцева продукція, виготовлена на її основі, вважається гігієнічною, ергономічною, а також має соціальну групу споживних властивостей оскільки задовольняє індивідуальні та суспільно-соціальні потреби споживачів.

Було узагальнено результати теоретичних досліджень (розділ 1 і 2 даної роботи), на основі чого розроблено систему ієрархічної класифікації стебел льону олійного (рис. 5.1) та схему основних процесів первинного та вторинного оброблення стебел льону олійного, якісні характеристики та функціональне призначення всієї продукції, одержаної на їхній основі (рис. 5.2).

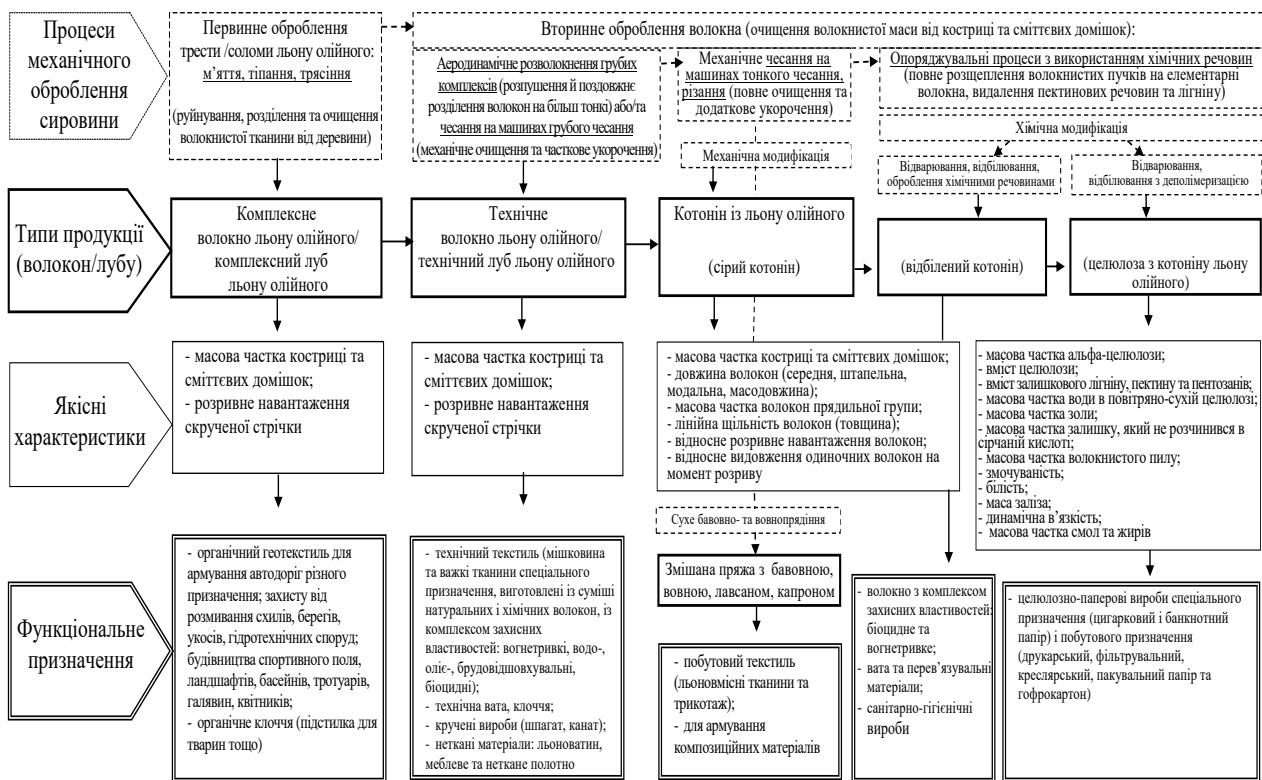


Рис. 5.2 – Основні процеси первинного та вторинного оброблення стебел льону олійного, якісні характеристики та функціональне призначення всієї продукції, одержаної на їхній основі

Дана схема візуалізує етапи первинної обробки соломи та трести льону олійного і вторинної обробки волокон із застосуванням різних технологічних операцій із метою отримання волокон різного функціонального призначення

для задоволення потреб споживача. Представлено всю продукцію, що одержується зі стебел льону олійного, її якісні характеристики, що обумовлюють сферу застосування. Ця схема розроблена вперше і була покладена авторами в основу нормативної документації для оцінювання волокон льону олійного (додаток Д).

Оскільки, методології для визначення якості волокон льону олійного не існує, використання розробленої схеми має вагомий вплив на процедуру їхнього оцінювання. Застосування даної схеми дає можливість оцінювати волокна льону олійного за типами, що характеризуються чітким переліком якісних показників. Розглянемо основні напрямки використання даної схеми для виробників та споживачів волокон льону олійного.

Виробник волокон льону олійного. З метою реалізації отриманого волокна, виробник має можливість встановлювати його тип з урахуванням застосованих технологічних режимів обробки сировини – соломи або трести та реалізовувати його під певним найменуванням. За типом продукції проводиться оцінювання якісних показників згідно з наведеним переліком. Крім того, дана схема дає можливість виробнику спростити процедуру пошуку споживачів його продукції виходячи з її функціонального призначення.

Споживач волокон льону олійного. Потенційний споживач волокон льону олійного, знаючи технологію їхнього одержання, з використанням даної схеми має можливість встановити тип продукції, оцінити рівень його якості за встановленим переліком показників. Схема також дає можливість споживачеві обрати оптимальне функціональне призначення готової продукції.

Враховуючи вищевикладене, для досягнення головної мети даної роботи необхідно розробити принципи побудови нормативного документа для контролю якості соломи, трести та волокон льону олійного.

5.1.2. Розробка нормативної документації для оцінки якості соломи, трести й волокон льону олійного. Для розробки нормативної документації з оцінки соломи, трести та волокон з льону-довгунцю в СРСР була прийнята загальна схема побудови стандартів на лубоволокнисту

сировину, що складається з чітко встановлених розділів [9, 15]. На сьогодні алгоритм складання державних стандартів України значно змінено та доповнено [212]. Порівняльну характеристику розділів нормативної документації, що встановлені в СРСР та Україні, наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Основні розділи нормативної документації, що встановлена в СРСР та Україні

№ з/п	Розділи нормативних документів	
	Україна (ДСТУ, ТУ У та ін.)	СРСР (ГОСТ, ТУ та ін.)
1	Сфера застосування	Назва стандарту (об'єкт стандартизації)
2	Нормативні посилання	-
3	Терміни та визначення понять	Визначення сировини та її класифікація
4	Технічні вимоги	Технічні вимоги
5	Вимоги безпеки, охорони довкілля, утилізація	-
6	Правила приймання	Правила приймання
7	Методи контролювання (випробування)	Методи випробувань
8	Засоби випробувань	-
9	Пакування	Пакування
10	Маркування	Комплектування партій та маркування
11	Правила транспортування та зберігання	-
12	Додатки	-

Основні розділи технічних умов на солону, тресту та волокна льону олійного наведено в табл. 5.3.

У першому розділі технічних умов наведено визначення сировини, що стандартизується (соломи, трести чи волокна льону олійного), їхні основні

фізичні характеристики, вказано звідки та яким шляхом їх отримують, а також зазначено сфери їхнього подальшого застосування.

У другому розділі представлено нормативні документи, що використовувались під час розробки технічних умов.

Таблиця 5.3 – Основні розділи технічних умов на солому, тресту та волокно льону олійного

№ з/п	Розділи технічних умов		
	соломи	трести	волокна
1	Сфера застосування		Сфера застосування
2	Нормативні посилання		Нормативні посилання
3	Терміни та визначення понять		Терміни та визначення понять
4	Технічні вимоги		Вимоги безпеки, охорони довкілля, утилізація
5	Вимоги безпеки, охорони довкілля, утилізація		Правила приймання
6	Правила приймання		Методи контролювання
7	Методи контролювання		Методи випробувань
8	Засоби випробувань		Пакування, маркування, транспортування та зберігання
9	Методи випробувань		Додатки
10	Визначення номера соломи льону олійного	Визначення номера трести льону олійного	-
11	Додатки		-

У розділі «Терміни та визначення понять» зазначено всі терміни, що стосуються даної сировини та продукції на її основі (соломи, трести, волокон різних типів, костриці), показників її якості, методів пакування та оцінки.

У розділі «Технічні вимоги» наведено всі властивості продукції, що характеризують її якість, що необхідно враховувати під час приймання сировини.

У розділі «Вимоги безпеки, охорони довкілля, утилізація» зазначено загальноприйняті норми та правила проведення лабораторних досліджень, умови праці у виробничих приміщеннях і вимоги щодо утилізації відходів виробництва.

У наступному розділі наведені правила приймання сировини: зазначено порядок зовнішнього огляду продукції в партії та оцінки її за однорідністю сортування та якістю.

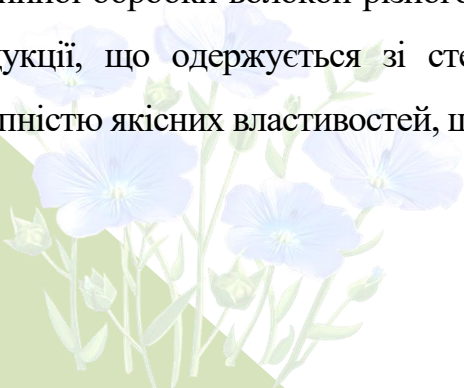
У розділі «Методи контролювання» для соломи та трести викладено порядок відбору з них проб у різних умовах, а для волокон – визначення показників якості.

У розділі «Засоби випробувань» зазначено все лабораторне устаткування, що необхідно мати для оцінки соломи та трести.

У розділі «Методи випробувань» наведено докладний опис методики лабораторних випробувань досліджуваної сировини (соломи, трести чи волокон) за всіма властивостями, що зазначені в розділі «Технічні вимоги».

Розроблені технічні умови для соломи та трести завершуються розділом «Визначення номера соломи льону олійного» та «Визначення номера трести льону олійного», відповідно, у якому наведено порядок його встановлення. Номер соломи чи трести льону олійного визначається за сумою балів вагомих показників якості. Для кожного номера соломи чи трести льону олійного розрахована певна кількість балів.

Розроблені технічні умови для волокон завершуються розділом «Пакування, маркування, транспортування та зберігання», в якому наведено порядок проведення вищезазначених заключних операцій. У додатку А даних технічних умов наведено схему, що розроблена авторами даної роботи (розділ 5, рис. 5.2). За даною схемою можна визначати типи волокон (лубу), що одержано в результаті застосування різних технологічних операцій первинної обробки трести (соломи) льону олійного і вторинної обробки волокон різного функціонального призначення. При цьому типи продукції, що одержується зі стебел льону олійного, характеризується певною сукупністю якісних властивостей, що конкретизують сферу її застосування.



Отримані результати досліджень свідчать що за розробленою комплексною системою оцінювання соломи та трести льону цілком можливо надійно та достовірно встановити їхній рівень якості та визначити якісні властивості волокон за певним типом. Це дозволить прогнозувати доцільність первинної переробки соломи та трести та застосування одержаних типів волокон у різних галузях промисловості.

Підсумком проведених теоретичних і експериментальних досліджень є розробка та затвердження в ДП «Херсонстандартметрологія» технічних умов 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» (додаток Б, В, Д). Нормативні документи на солому та тресту льону олійного регламентують рівень їхньої якості за яким прогнозують доцільність первинної переробки даної сировини та напрямки її застосування. Технічні умови на волокно льону олійного – методи випробувань, за допомогою яких визначають показники якості волокон різних типів.

Певний тип волокна (лубу) визначається згідно з розробленою схемою (рис. 5.2 даного розділу), який отримується за певною технологією обробки трести (соломи) і прогнозує його подальше галузеве призначення.

Оскільки, сучасний контроль якості продукції доцільно здійснювати з використанням інформаційних технологій, а також враховуючи порядок створення комплексу нормативної документації, що було визначено під час теоретичних досліджень розділу 2 п. 2.2, було виконано заключний етап, що включає в себе автоматизацію процесів обчислювання рівня якості соломи та трести за розробленою науковою концепцією.

5.1.3. Розробка програмного забезпечення процесу обчислення номера соломи та трести льону олійного. Для прискорення процесу оцінювання соломи та трести льону олійного, згідно із запропонованими комплексними системами контролю їхньої якості, було розроблено комп'ютерні програми. Основним завданням комп'ютерних програм є обробка та інтерпретація

числових даних, що одержають у результаті інструментальної оцінки досліджуваної сировини, соломи чи трести під час надходження на промислове виробництво. Для вирішення поставлених завдань було розроблено алгоритми розрахунку номера соломи та номера трести льону олійного (рис. 5.3, 5.4).

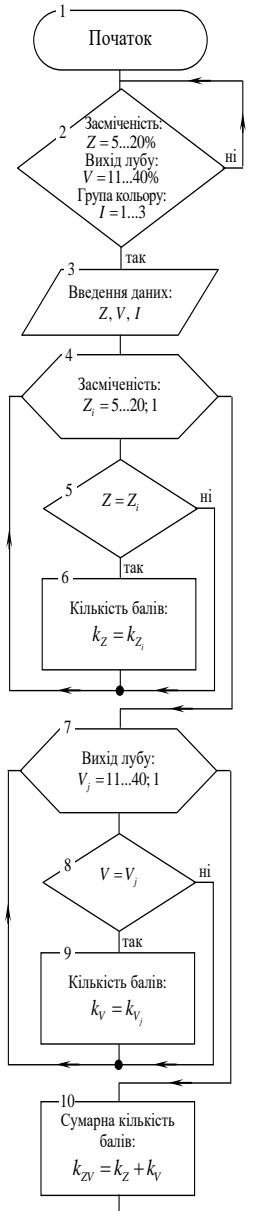


Рис. 5.3 – Алгоритм визначення номера соломи льону олійного

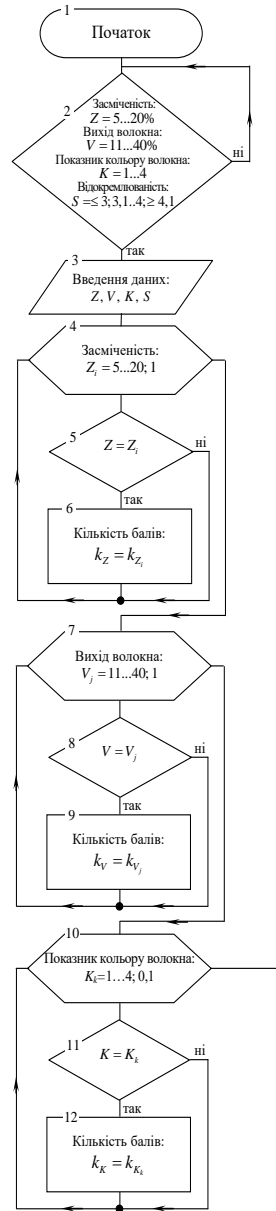
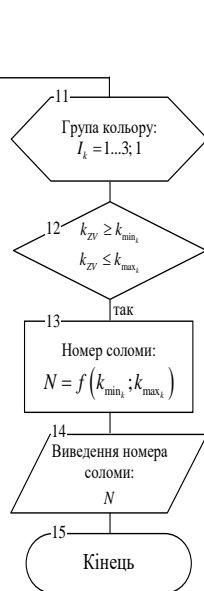
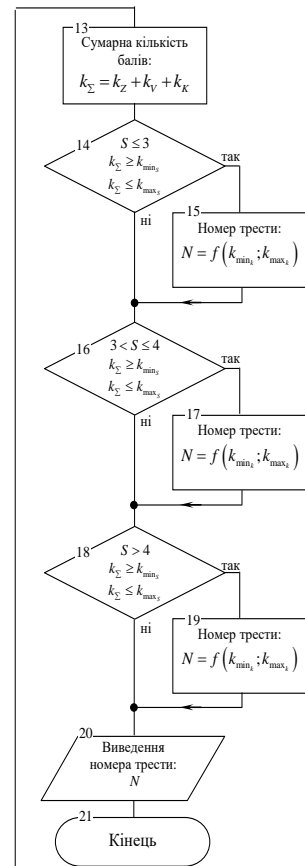


Рис. 5.4. – Алгоритм визначення номера трести льону олійного



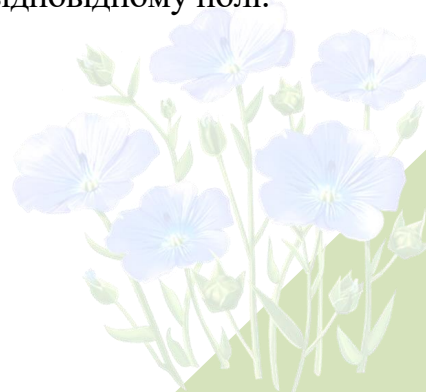
Процес автоматизованого обчислення номера соломи чи трести складається з трьох етапів: введення числового масиву якісних показників сировини, обробка даних (переведення фактичних значень властивостей сировини у відносні), аналіз

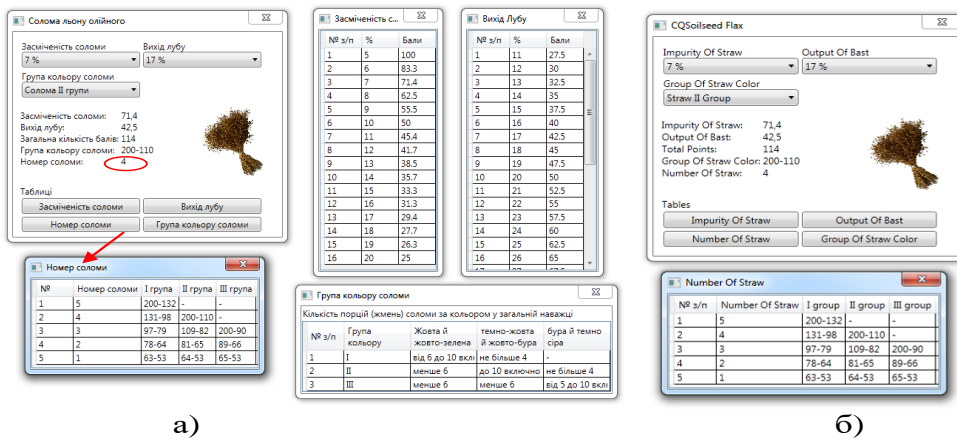
даних (сумування балів), узагальнення результату оцінювання сировини (виведення номера сировини).

Згідно з даними алгоритмами було розроблено програмне забезпечення в зручному стандартному інтерактивному графічному інтерфейсі, що полегшує його освоєння (рис. 5.5, 5.6, 5.7). Воно може використовуватися споживачами будь-якого рівня комп'ютерної грамотності. Програми розраховані на одного користувача та не передбачають одночасної роботи багатьох користувачів. Дані програми створено в англійській та українській версіях із метою використання як українськими, так й закордонними споживачами (представниками промислового комплексу з переробки соломи чи трести льону олійного).

На початку роботи з програмою вибирають ресурс для розрахунку, тобто номер соломи або номер трести. Після вибору ресурсу вказують параметри (вхідні дані) за якими виконується розрахунок. Для усіх вхідних даних наявні таблиці, в яких наведено необхідні характеристики та їхні значення, одержані інструментальним методом. Вхідні дані задаються через випадний список, що полегшує роботу з програмою. Залежно від ресурсу відображаються відповідні випадні списки, в яких обираються параметри ресурсу (рис. 5.5, 5.6).

Для розрахунку номеру соломи відображаються наступні параметри: засміченість соломи, вихід лубу, група кольору соломи, а для номера трести – засміченість трести, вихід волокна, показник кольору волокна та відокремлюваність. Під час вибору параметра якості у випадному списку виконується розрахунок балів за цим параметром, що відображається у відповідному полі. Після визначення балів за окремими параметрами, здійснюється розрахунок суми балів за всіма характеристиками якості досліджуваної сировини. На основі отриманої суми балів розраховується номер соломи або трести льону олійного, а одержаний результат відображається у відповідному полі.

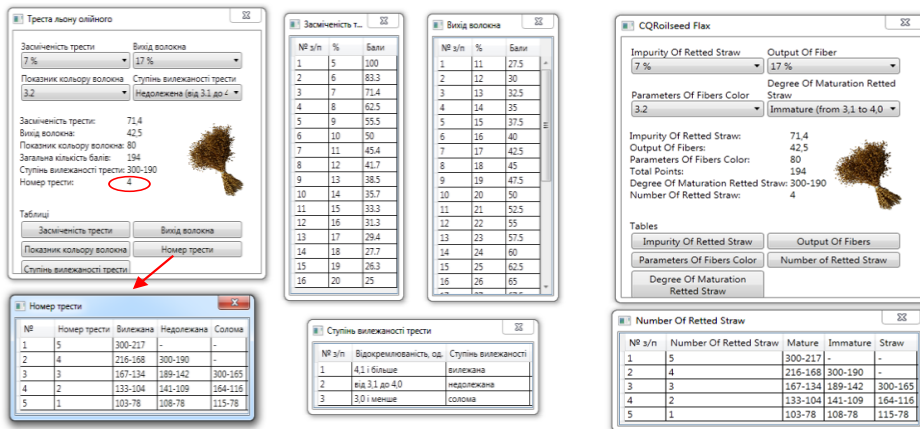




а)

б)

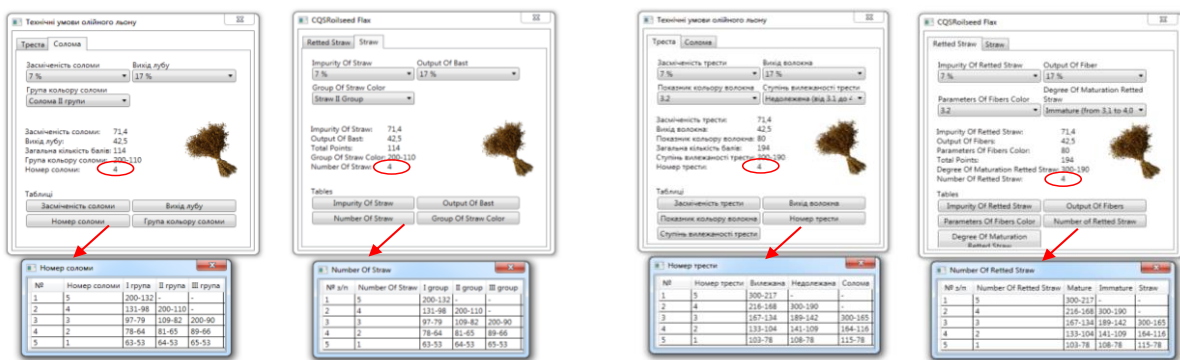
Рис. 5.5 – Інтерфейс комп’ютерних програм CQSoilseed Flax для визначення номера соломи льону олійного згідно з розробленими технічними умовами



а)

б)

Рис. 5.6 – Інтерфейс комп’ютерних програм CQRoilseed Flax для визначення номера трести льону олійного згідно з розробленими технічними умовами



а)

б)

Рис. 5.7 – Інтерфейс об’єднаних комп’ютерних програм CQSoilseed Flax для визначення номера соломи та трести льону олійного згідно з розробленими технічними умовами

Примітка: на рис. 5.4, 5.5, 5.6: а) в україномовній версії; б) в англомовній версії.

Для роботи з програмами необхідний персональний комп'ютер із операційною системою MS Windows XP SP3 і вище. Комп'ютерні програми написані на високорівневій мові програмування C# із використанням середовища розробки Microsoft Visual Studio 2010.

На об'єднаний програмний продукт було одержано авторське свідоцтво № 84077 від 02.01.2019 «Комп'ютерна програма для оцінки якості соломи та трести льону олійного CQSRoilseed Flax» (додаток К) [152, 153].

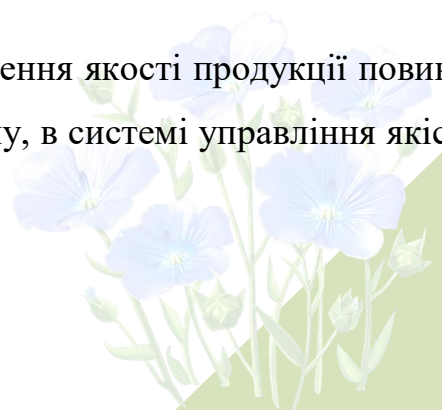
5.2 Розрахунок економічної ефективності переробки стебел льону олійного та стандартизації соломи, трести й волокон

В умовах ринкової економіки особливої актуальності набула проблема підвищення якості продукції при одночасному зниженні витрат на її виробництво. Згідно з формулою успіху Демінга З., «висока якість + мінімальні витрати + оптимальна ціна = завойований ринок» [15], в умовах жорсткої конкуренції українські підприємства легкої промисловості зможуть виготовляти конкурентоспроможну продукцію з використанням українських сировинних ресурсів тільки із дотриманням усіх її складових.

Проблема підвищення якості продукції є складною та охоплює соціальні, технологічні, економічні та екологічні аспекти.

Удосконалення продукції, розширення та оновлення її асортименту характеризує рівень розвитку виробництва країни. Розвиток науки, техніки та економіки на сучасному етапі відзначається підвищенням якості існуючої продукції і створенням нових її видів. При цьому дуже важливого значення набуває вид та вартість застосовуваних сировинних ресурсів, що формують собівартість одиниці продукції, а також споживна вартість виробу в системі «ціна-якість» [9, 15].

Впровадження будь-яких заходів із підвищення якості продукції повинно передбачати їхнє економічне обґрунтування. Тому, в системі управління якістю



важливою складовою є визначення економічної ефективності підвищення якості продукції.

У результаті наукових досліджень, проведених під час виконання роботи, було розроблено нормативну документацію для визначення якості соломи, трести та волокон льону олійного, що дозволить запровадити промислову переробку даної лубоволокнистої сировини. Дана сертифікована сировина може бути використана на українських підприємствах для виготовлення конкурентоспроможних виробів різного функціонального призначення, що відповідають вимогам споживачів. До того ж, собівартість продукції, одержаної на основі української сировини з льону олійного, буде значно нижчою, ніж у виробів, виготовлених із імпортованої сировини.

З врахуванням вищезазначеного, можна виділити такі характерні риси розроблених технічних умов для визначення якості соломи, трести та волокна:

- продуктивна – виробництво дешевої української сировини для виготовлення інноваційних конкурентоспроможних виробів різного функціонального призначення, створення нових та відновлення існуючих переробних підприємств;
- соціальна – створення нових робочих місць, сприяння економічному розвитку легкої промисловості, забезпечення населення високоякісною продукцією українського виробництва;
- екологічна – покращення стану навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів;
- технологічна – економія енергоресурсів, сировини та матеріалів, підвищення продуктивності праці.

Соціальне значення даної розробки полягає у створенні додаткових робочих місць, освоєнні сучасних технологій, випуску конкурентоспроможної продукції високої якості з української сировини.

Економічна ефективність переробки стебел льону олійного. Конкурентоспроможність продукції та стійкий попит на неї забезпечують комерційність проєкту. Для того, щоб зацікавити споживача, презентувати

йому продукцію, доцільно застосовувати Sales Promotion (SP), що перекладається як просування товару або стимулювання продажу. Варто зазначити, що за допомогою SP будуть втілюватися комерційні та творчі ідеї, що дозволять стимулювати продаж у короткий термін. До того ж, необхідно використати комплекс заходів стимулюючого впливу, що прискорять або посилять зворотну реакцію ринку.

Для виконання цього завдання було здійснено економічний аналіз і визначено доцільність та перспективи впровадження на українських підприємствах технологій переробки стебел льону олійного з метою одержання волокон різного галузевого застосування, що придатні для виготовлення інноваційної продукції: композиційних матеріалів різного функціонального призначення, целюлози, високоякісного фільтрувального та інших видів паперу, будівельних матеріалів, нетканих виробів тощо.

Економічні розрахунки проводили враховуючи статистичні дані посівних площ на території України, відведених під дану культуру, станом на 10.07.2021 р. Так, у розділ 1 даної роботи на рис. 1.4 вказано, що у 2021 році під посіви льону олійного було відведено 27,9 тис. га. На рис. 5.8 представлено кількість посівних площ, відведених під дану культуру в окремих регіонах України [17].



Рис. 5.8 – Посівні площі, відведені під льон олійний у окремих регіонах України за 2021 р.

Аналіз даних рис. 5.8 свідчить про те, що доцільно встановлювати спроектований переробний комплекс стебел льону олійного на півдні України, оскільки на даній території та прилягаючих до неї, зосереджена найбільша кількість посівних площ даної групи льону.

Відомо, що в Херсонській області успішно розвивається ДПДГ «Асканійське» НААН України, що займається тваринництвом і вирощуванням зернових та олійних культур. У переліку олійних культур є і льон олійний різних сортів. Згідно з даними вищезазначеного господарства, у 2021 році врожайність насіння льону олійного сорту Віра становила 19,8 ц/га, його вартість – 20 000 грн/т, а середня врожайність соломи – 1,5 т/га. За економічними розрахунками витрати на вирощування 1 га льону олійного становлять 8 250 грн/т, рентабельність – 138 %, а чистий прибуток дорівнює 10 700 грн/га. При цьому солому спалюють на полі після збирання насіння або використовують як органічне клоччя (підстилка для тварин), що пов'язано з відсутністю промислового застосування даної сировини в Україні.

З метою визначення доцільності організації комплексу з переробки стебел льону олійного було розраховано економічну ефективність їхньої обробки за умови створення хоча б одного агрегатного міні-льонозавода враховуючи його річну потужність. У подальшому необхідно визначити економічну ефективність впровадження стандартизації соломи, трести та волокон льону олійного.

Враховуючи вищевикладене, для визначення економічної ефективності переробки трести льону олійного для одержання технічного волокна, а також рентабельності та окупності встановлення технологічного обладнання, необхідно виконати економічний аналіз за нижченаведеним алгоритмом:

- I етап – вибрати технологічну лінію для обробки трести льону олійного та обчислити її вартість;
- II етап – здійснити пошук офіційних даних про витрати на закупівлю обладнання, придбання сировини, приготування трести та її переробку;

– III етап – розрахувати рентабельність та окупність впровадження технологій переробки трести льону олійного.

1-й етап. Аналіз світових літературних джерел свідчить, що галузь комплексної переробки льону олійного невпинно розвивається. Тому за кордоном досить популярним стає питання виробництва серійного обладнання з переробки технічних культур, що буде універсальним і придатним не лише для обробки стебел традиційних льону-довгунцю та конопель, а й льону олійного.

У спільній науковій праці авторів даної праці з вченою Л.Г. Бартків [55] були узагальнені результати теоретичних досліджень із вибору сучасних технологій переробки стебел льону олійного та визначено їх вартість. На рис. 5.9 подано узагальнюючу схему, у якій зазначено вартість обладнання станом на 20.07.2018 рік.

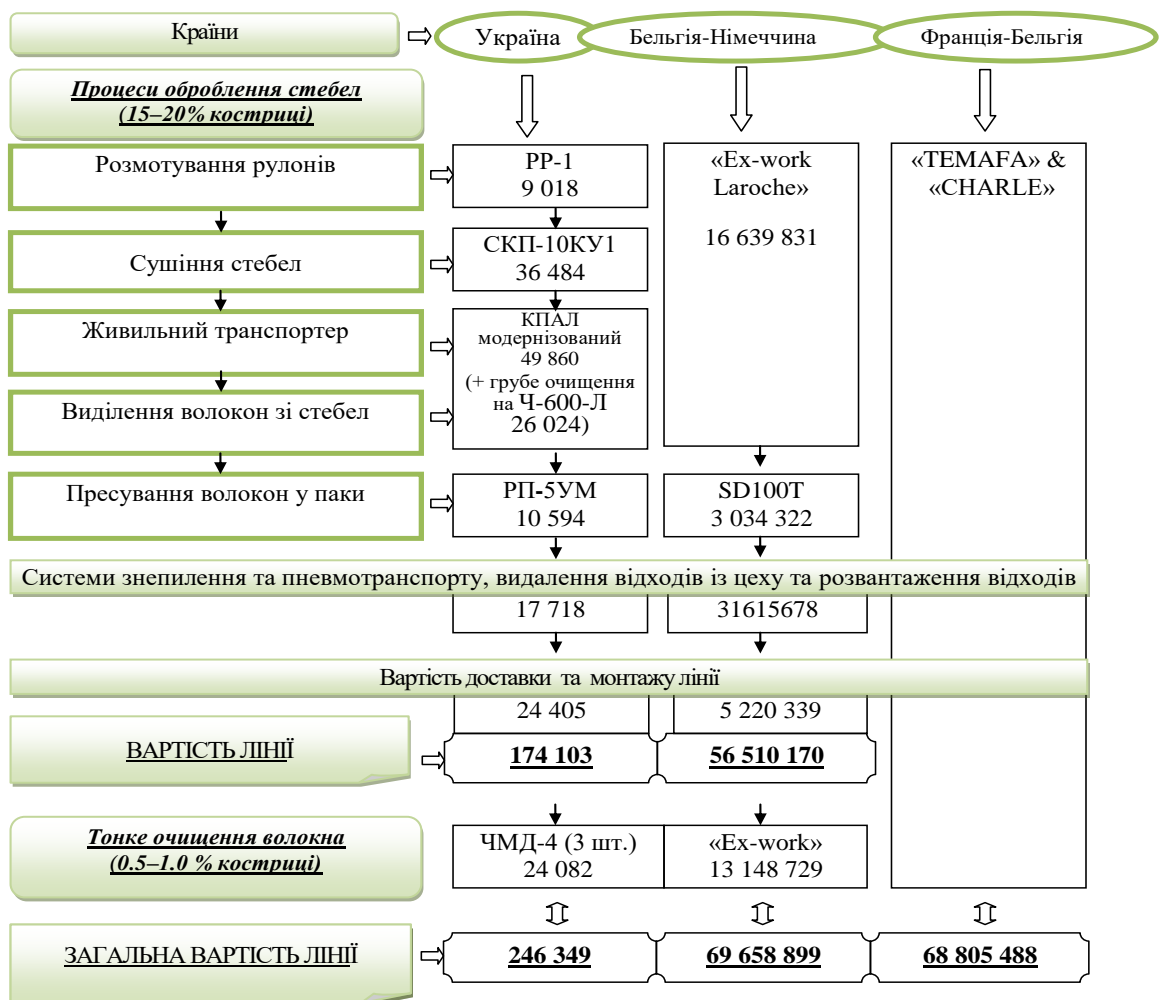


Рис. 5.9 – Сучасні технології переробки стебел льону олійного

На даних технологічних лініях, у результаті декортикації стебел льону олійного, одержують волокно з вмістом костриці від 15,0 % до 20,0 %, що може використовуватися для виробництва нетканих матеріалів різного функціонального призначення (тепло- та звукоізоляційних матеріалів, у ландшафтному дизайні тощо), органічного геотекстилю, кручених виробів. Під час застосування процесів тонкого очищення волокна отримують продукцію з мінімальним вмістом костриці (до 1,0 %), що значно розширює сфери застосування волокна, а саме, забезпечує його придатність до виготовлення змішаної пряжі, технічного та побутового текстилю, композиційних і целюлозно-паперових виробів.

Аналіз теоретичних даних, наведених на рис. 5.9, свідчить, що найбільш сучасні технології переробки стебел льону олійного базуються на використанні ліній закордонного виробництва: «Ex-work Laroche», «Temafa», «Charle». Злагоджена робота автоматизованого технологічного ланцюга та гнучкість операційної системи дають можливість переробляти сировину різної якості та отримувати продукцію з необхідними фізико-механічними характеристиками [32]. Однак закупівля цих ліній потребує великих валютних витрат. На даний час, в умовах економічної кризи в Україні, дуже складно зацікавити інвесторів, які були б згодні на досить значні грошові витрати для розвитку «інноваційної» в нашій державі галузі промисловості.

Оскільки на даний час в Україні не існує промислової переробки стебел льону олійного, для її започаткування, на нашу думку, доцільно використовувати українське обладнання на основі модернізованого КПАЛ, що значно дешевше й дає можливість одержувати продукцію належної якості. До слова, вартість українського обладнання на основі модернізованого КПАЛ, що подана на рис. 5.9 зазначена за 2018 рік, але враховуючи індекс інфляції на 2021 р дана лінія буде становити 295 618,8 грн. А в подальшому, з метою розвитку даної галузі, можна планувати його заміну на лінії закордонного виробництва.

II-й етап. Розрахунок економічного ефекту від переробки трести льону олійного було здійснено для технологічної лінії первинної обробки стебел на основі модернізованого КПАЛ та вторинної обробки одержаного волокна, тобто грубого очищення на чесальній машині Ч-600-Л (Україна). Загальна вартість лінії за ціною металоємності станом на 20.07.2018 рік становила 174 103, 00 грн, а враховуючи індекс інфляції на 2021 рік – 208 924 грн. Як свідчать узагальнені теоретичні та експериментальні дослідження (табл. 4.13, розділу 4 даної роботи) граничні значення виходу волокон із трести льону олійного дорівнюють від 11 % до 40 %. Тому, в подальшому для економічних розрахунків було використано мінімальне і середнє значення виходу волокна із трести, а саме 11 %-26 %. Загальна потужність даної лінії дорівнює 300 кг/год. Основні етапи первинної переробки трести льону олійного на даній технологічній лінії наведено на рис. 5.10.



Рис. 5.10 – Технологічна схема первинної переробки трести льону олійного із застосуванням модернізованого КПАЛ (Україна)

Кількість робочих днів у 2021 році становить 250 днів [154], як передбачено Кодексом законів про працю України [155], з урахуванням п'ятиденного робочого тижня, святкових днів і тривалості капітального ремонту обладнання. Даний показник розраховують за формулою:

$$D_p = D_k - D_c - D_v - D_{k.p.}, \quad (5.1)$$

де D_k – кількість календарних днів на рік ($D_k = 365$ днів);

D_c – кількість святкових днів на рік ($D_c = 11$ днів);

D_e – кількість вихідних днів на рік ($D_e = 104$ днів);

$D_{к.р.}$ – кількість днів, передбачених нормами для капітального ремонту обладнання ($D_{к.р.} = 17$).

Таким чином, потенційне виробництво буде працювати 250 днів на рік, у 2 зміни по 8 годин робочого часу, а з врахуванням $D_{к.р.}$ – 233 дні.

Кількість сировини Q , т/рік, що може переробити дана технологічна лінія протягом року, визначають за формулою:

$$Q = K_3 \cdot ВП \cdot D_p \cdot T, \quad (5.2)$$

де K_3 – кількість змін на добу;

$ВП$ – виробнича потужність КПАЛ, кг/год.;

D_p – кількість робочих днів на рік;

T – тривалість зміни, год.

$$Q = 2 \cdot 300 \cdot 8 \cdot 233 = 1\,118\,400 \text{ кг/рік або } 1\,118,40 \text{ т/рік.}$$

Загальну кількість волокна, що буде одержано в результаті переробки всієї сировини, визначають за формулою:

$$B_n = \frac{Q \cdot B}{100}, \quad (5.3)$$

де Q – кількість сировини, т;

B – вихід волокна, %.

Результати розрахунків узагальнені та подані в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Кількість волокна льону олійного, одержаного за рік

Кількість трести, обробленої однією технологічною лінією за рік, т/рік	Кількість одержаного волокна за рік, т/рік	
	при мінімальному виході волокна із трести 11 %	при виході волокна із трести 26 %
1118,40	123,02	290,78

Сумарні витрати на одержання волокна з однієї тони трести будуть складатися з витрат на придбання сировини, приготування трести та її переробку [156].

За даними ДПДГ «Асканійське» НААН України, що спеціалізується на вирощуванні льону олійного з метою одержання насіння, вартість 1 т соломи льону олійного після комбайнового збирання насіння в 2021 році становить 396,00 грн/т.

Загальні витрати на приготування трести будуть складатися з витрат на паливо, воду для зволоження та заробітну плату працівників. Тресту одержували методом штучного зволоження за п'ять діб розстилу згідно з технологією, розробленою Горач О.О. [51]. Відповідно до даної технології під час обробки 1 т трести витрати на паливо дорівнюють 417,24 грн, на додаткове зволоження – 71,56 грн, на заробітну плату – 41,53 грн. Сумарна кількість витрат на приготування 1 тони трести становить 530,33 грн.

Витрати на переробку 1 т трести льону олійного складаються з витрат на експлуатацію обладнання, електроенергію, амортизаційні відрахування та заробітну плату основних і допоміжних робітників.

Розрахунок *витрат на експлуатацію обладнання* Z_{EP} , грн., здійснюють за формулою:

$$Z_{EP} = B_{el} \cdot \Phi_{д.о.} \cdot K_B, \quad (5.4)$$

де B_{el} – витрати на електроенергію, споживану обладнанням для забезпечення роботи;

$\Phi_{д.о.}$ – дійсний фонд часу роботи обладнання, год.;

K_B – середній коефіцієнт використання обладнання (для виробництва лубу

$K_B = 0,920$).

$$B_{el} = C_{el} \cdot N_{уст}, \quad (5.5)$$

де C_{el} – ціна 1 кВт/год електроенергії, грн (для промислових підприємств

$C_{el} = 3,36$ грн) [157];

$N_{уст}$ – потужність обладнання, кВт (для *РР-1* $N_{уст} = 1,78$ кВт; для *СКП-*

10КУ1 $N_{уст} = 23,58$ кВт; для *КПАЛ* $N_{уст} = 16,44$ кВт; для *Ч-600-Л* $N_{уст} =$

10,34 кВт, для *РП-5УМ* $N_{уст} = 4,50$ кВт).

$$B_{el} = 3,36 \cdot (1,78 + 23,58 + 16,44 + 10,34 + 4,50) = 190,31 \text{ грн}$$

За умови продуктивності модернізованого КПАЛ 300 кг/год дійсний фонд часу роботи всієї технологічної лінії $\Phi_{Д.О.}$ у перерахунку на 1 т трести буде дорівнювати 3,33 год.

Таким чином, витрати на експлуатацію обладнання становлять:

$$Z_{ЕП} = 190,31 \cdot 3,33 \cdot 0,920 = 583,03.$$

Амортизаційні відрахування A , грн., розраховують за формулою:

$$A = \frac{C_{1л} \cdot n \cdot H_a}{100}, \quad (5.6)$$

де $C_{1л}$ – вартість технологічної лінії, грн.;

n – кількість одиниць, шт.;

H_a – норма амортизації, що становить 18 % на рік від вартості обладнання.

Враховуючи вищевикладене, визначають розмір амортизаційних відрахувань:

$$A = \frac{208924 \cdot 1 \cdot 18}{100} = 37606,32.$$

Амортизаційні відрахування за рік становлять 37 606,32 грн, а в перерахунку на переробку 1 т трести льону олійного вони дорівнюють 33,62 грн.

Витрати на заробітну плату $B_{з.п.}$, грн., складаються з фонду оплати праці, який враховує фонд основної заробітної плати працівників, та фонду заохочувальних і компенсаційних виплат і визначаються за формулою:

$$B_{з.п.} = (12 \cdot C_{з.п.} + \Phi_k) \cdot n_n, \quad (5.7)$$

де 12 – кількість оплачуваних місяців на рік;

$C_{з.п.}$ – ставка заробітної плати, грн.;

Φ_k – фонд заохочувальних і компенсаційних виплат, грн.;

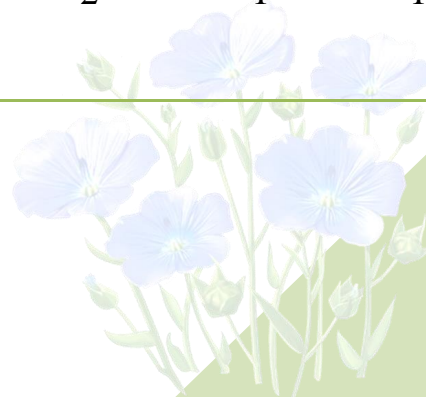
n_n – кількість працівників на виробництві.

Контроль злагодженості роботи даного одноагрегатного міні-льонозаводу з первинної переробки льону олійного забезпечується нормативною чисельністю

основних і допоміжних робітників та інженерно-технічних працівників. Чисельність основного та допоміжного персоналу одноагрегатного мінільнозаводу наведена в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Чисельність основного та допоміжного персоналу на мінільнозаводі

№ з/п	Найменування професії	Місце роботи	Шифр професії	Тарифний розряд	Кількість, чол.	Робоча зміна
<i>Чисельність працівників на ділянці підготовки сировини</i>						
1	Завантажувач сировини	шохи	3236	4	1	1
<i>Чисельність робітників на ділянці доставки сировини у виробництво</i>						
2	Розвантажувач сировини	виробничий корпус	2070	2	1	1
<i>Чисельність основних робітників, які обслуговують лінію з переробки соломи льону олійного</i>						
3	Розкладник сировини	РР-1	3236	3	1	1/2
4	Оператор сушильного обладнання	СКП-10КУ1	2103	3	1	1/2
5	Оператор потокової лінії з виробництва лляного лубу	КПАЛ			1	1/2
6	Машиніст очисного обладнання	Ч-600-Л	2089	4	1	1/2
<i>Чисельність робітників на ділянці пресування готової продукції</i>						
7	Пресувальник лляного лубу	РП-5УМ	2235	3	1	1/2
<i>Чисельність робітників на ділянці складу готової продукції</i>						
8	Розвантажувач продукції	склад	2070	2	1	1
<i>Чисельність інженерно-технічних працівників і службовців</i>						
9	Лаборант з оцінки якості сировини та продукції	лабораторія	4149	2	1	1



Основна заробітна плата в Україні, відповідно до тарифних ставок працівників і посадових окладів, у даній галузі в середньому дорівнює від 6000 грн. Згідно з Кодексом законів про працю України, робота в нічний час оплачується не нижче ніж 20 % тарифної ставки (окладу) за кожну відпрацьовану годину [155].

Фонд заохочувальних і компенсаційних виплат основних працівників включає одноразову доплату на рік у розмірі 30 % від фонду основної заробітної плати. Таким чином, Φ_k для працюючих у першу зміну становить 1800,00 грн, а Φ_k для працюючих у другу зміну – 2160,00 грн. Згідно з цими даними визначимо $B_{з.н.}$ робітників, які працюють:

а) у першу зміну: $B_{з.н.} = (12 \cdot 6000,00 + 1800,00) \cdot 9 = 664200$;

б) у другу зміну: $B_{з.н.} = (12 \cdot 7200,00 + 2160,00) \cdot 5 = 442800$.

Таким чином, сумарна заробітна плата персоналу $B_{з.н.}$ за рік на спроектованому виробництві буде становити 1 107 000 грн, а в перерахунку на переробку 1 т трести – 989,80 грн.

Загальні витрати на придбання та переробку 1 т трести льону олійного становлять 2 532, 78 грн. Результати розрахунків узагальнено та подано в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Витрати на придбання та переробку трести льону олійного

№ з/п	Стаття витрат	Витрати на сировину, грн.	
		за 1 тонну	за рік
1	Придбання сировини (соломи), грн.	396,00	442 886,40
2	Приготування трести, грн.	530,33	593 121,07
3	Первинне та вторинне оброблення трести:	1 606,45	1 796 653,68
	а) експлуатація обладнання, грн.	583,03	652 060,75
	б) амортизаційні відрахування, %	33,62	37 606,32
	в) заробітна плата основних і допоміжних робітників, грн.	989,80	1 106 992, 32
4	Разом	2 532, 78	2 832 661,15

Для одержання 1 т волокна при його виході 11 % необхідно переробити 9 091 кг трести льону олійного, якщо вихід волокна дорівнює 26 % – 3 846 кг трести. Таким чином, собівартість 1 т технічного волокна із трести льону олійного становитиме 23 018,41 грн/т, за умови виходу волокна із трести 11 % та 9 741,07 грн/т з виходом волокна із трести 26 %.

До вищезазначених основних витрат необхідно додати витрати на відведення сировинної зони – шохи для зберігання певної кількості соломи льону олійного, що забезпечить безперебійну роботу підприємства, а також складу для встановлення обладнання та зберігання готової продукції.

Враховуючи річну потужність технологічної лінії, що дорівнює 1118,40 т трести, необхідно встановити одну шоху об'ємом 1500 т із розмірами 90×30×6,5 м. Вартість установаження такої шохи буде дорівнювати 97 200,00 грн.

Для зберігання готової продукції та установаження обладнання потрібно складське приміщення загальною площею 1 500 м². Вартість та установка ангару з такою площею становить від 1 180 000,00 грн.

III-й етап. Доцільність переробки трести льону олійного можна визначити, розрахувавши рентабельність та окупність впровадження інноваційної технології обробки, а також очікуваний дохід і прибуток від реалізації продукції, що буде одержана на потоковій лінії.

Очікуваний річний дохід D_{RP} , грн./рік, від реалізації продукції, отриманої після переробки трести льону олійного, розраховують за формулою:

$$D_{RP} = K_{II} \cdot C_{II}, \quad (5.8)$$

де D_{RP} – дохід від реалізації продукції, грн.;

K_{II} – кількість продукції, т;

C_{II} – ціна за 1 т продукції, грн.

Для розрахунку очікуваного річного доходу від реалізації отриманого технічного волокна із трести льону олійного необхідно було визначити його ринкову планову ціну за 1 т. Оскільки, в нашій країні дана сировина не виготовляється і не імпортується за кордон доцільно усереднити відомі ринкові ціни аналогової продукції та обчислену планову ціну з урахуванням її собівартості.

У Канаді вартість волокон із трести льону олійного технічного призначення для реалізації на державні підприємства у 2021 році становила 1000 дол. США, а для експорту 1470 дол. США [28-30].

За результатами теоретичних і експериментальних досліджень (рис. 5.2) запропоновано технічне волокно використовувати для виготовлення технічного текстилю і кручених виробів. Зазвичай для цих цілей українські підприємства закупають імпортоване волокно з льону-довгунцю № 4, № 6 і № 8. Статистичні дані вартості імпортованого льону-довгунцю станом на 10.07.2021 р. [18] було узагальнено і наведено в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Ціни на імпортоване коротке волокно льону-довгунцю

№ з/п	Номер волокна	Ціна, дол. США	Ціна, грн./т (1 дол. США = 27 грн 50 коп.)
1	№ 2	1120	30 576,00
2	№ 3	1240	33 852,00
3	№ 4	1290	35 217,00
4	№ 6	1380	37 674,00
5	№ 8	1470	40 131,00

Аналізуючи дані табл. 5.7 середня вартість волокон з льону-довгунцю № 4, № 6 і № 8 становить 1380 дол. США /т., а в державній валюті – 37 674, 00 грн.

У подальшому визначено планову ціну технічного волокна із трести льону олійного враховуючи його собівартість, а також нарахування ПДВ та відсоток прибутковості, що зазвичай накладають на новостворену промислову продукцію або новий асортимент [157, 158]. Отримані результати подано в табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Визначення планової ціни 1 т волокна із трести льону олійного

№ з/п	Найменування економічних показників для технічного волокна	При виході волокна із трести 11 %	При виході волокна із трести 26 %
1	Собівартість технічного волокна із трести льону олійного, грн./т	23 018,41	9 741,07
2	Нарахування ПДВ, грн./т (20 % від собівартості волокна)	4 603,68	1 948,21
3	Відсоток прибутковості, грн./т (40 % від собівартості волокна)	9 207,36	3 896,428
4	Планова ціна волокна із трести льону олійного з ПДВ, грн./т	36 829, 45	15 585,70

Аналіз даних табл. 5.8 свідчить, що планова ринкова ціна 1 т технічного волокна льону олійного за умови його виходу із трести 11 % становить 36 829,45 грн/т, а за умови виходу волокна 26 % вона дорівнює відповідно 15 585,70 грн/т.

На підставі вищезазначеного, для подальших розрахунків економічної ефективності було встановлено, що найбільш прийнятною ринковою ціною технічного волокна льону олійного для його реалізації на внутрішньому ринку являється 36 829,45 грн. Це пояснюється наступним чином: оскільки за умови такої вартості реалізації переробний комплекс не має збитковості у разі коливання відсотка виходу волокна та є економічно вигідним для споживачів даної продукції.

Таким чином, *очікуваний річний дохід від реалізації одержаного технічного волокна* із трести льону олійного становитиме:

а) за умови виходу волокна із трести 11 %: $D_{PI} = 123,02 \cdot 36\,829,45 = 4\,530\,758,94$ грн;

б) за умови виходу волокна із трести 26 %: $D_{PI} = 290,78 \cdot 36\,829,45 = 11\,709\,267,47$ грн.

Другорядним продуктом, який може бути отриманий із трести льону олійного є *костриця*. Ціна 1 т костриці дорівнює 1750 грн. З урахуванням цього, *очікуваний дохід від реалізації костриці* становитиме:

а) за умови виходу костриці 89 %, тобто з виходом волокна із трести 11 %:

$$B_k = \frac{1118,40 \cdot 89}{100} = 995,376 \text{ т}, D_k = 995,376 \cdot 1\,750 = 1\,741\,908,00 \text{ грн};$$

б) за умови виходу костриці 74 %, тобто з виходом волокна із трести 26 %:

$$B_k = \frac{1118,40 \cdot 74}{100} = 827,616 \text{ т}, D_k = 827,616 \cdot 1\,750 = 1\,448\,328,00 \text{ грн}.$$

Розрахунок прибутку від реалізації продукції із трести льону олійного P_{PI} , грн., одержаної після їхньої обробки на модернізованому КПАЛ та чесальній машині Ч-600-Л грубого чесання, здійснюють за формулою:

$$P_{PI} = \sum D_{PI} - Z, \quad (5.9)$$

де D_{PI} – загальний дохід від реалізації волокна та костриці, грн.;

Z – загальні витрати на придбання сировини, приготування трести та її переробку, закупівлю обладнання, шох і складського приміщення, грн.

Загальні витрати Z , грн., обчислюють за формулою:

$$Z = \sum (Z_{\text{прид.сир.}} + Z_{\text{пер.сир.}} + Z_{\text{обл.}} + Z_{\text{ш.}} + Z_{\text{скл.}}), \quad (5.10)$$

де $Z_{\text{прид.сир.}}$ – затрати на придбання сировини та приготування трести, грн.;

$Z_{\text{пер.сир.}}$ – затрати на переробку сировини, грн.;

$Z_{\text{обл.}}$ – затрати на закупівлю обладнання, грн.;

$Z_{\text{ш.}}$ – затрати на закупівлю шох, грн.;

$Z_{\text{скл.}}$ – затрати на закупівлю складського приміщення, грн.

Таким чином, загальні витрати становитимуть:

$$Z = 442\,886,40 + 593\,121,07 + 1\,796\,653,68 + 208\,924,00 + 97\,200,00 + 1\,180\,000 = 4\,318\,785,15 \text{ грн.}$$

Прибуток від реалізації продукції із трести льону олійного буде становити:

а) за умови виходу волокна із трести 11 %:

$$P_{\text{PI}} = (4\,530\,758,94 + 1\,741\,908,00) - 4\,318\,785,15 = 1\,953\,881,79 \text{ грн.};$$

б) за умови виходу волокна із трести 26 %:

$$P_{\text{PI}} = (11\,709\,267,47 + 1\,448\,328,00) - 4\,318\,785,15 = 8\,838\,810,32 \text{ грн.}$$

Рентабельність переробки P , %, визначають за формулою:

$$P = \frac{P_{\text{PI}}}{Z} \cdot 100, \quad (5.11)$$

де P_{PI} – загальний прибуток від реалізації продукції, грн.;

Z – загальні витрати на виготовлення продукції, грн.

Таким чином, рентабельність переробки становитиме:

а) за умови виходу волокна із трести 11 %: $P = \frac{1\,953\,881,79}{4\,318\,785,15} \cdot 100 = 45 \%$;

б) за умови виходу волокна із трести 26 %: $P = \frac{8\,838\,810,32}{4\,318\,785,15} \cdot 100 = 205 \%$.

Окупність витрат O , рік, розраховують за формулою:

$$O = \frac{З}{П_{рп}}. \quad (5.12)$$

Таким чином, окупність витрат становитиме:

а) за умови виходу волокна із трести 11 %: $O = \frac{4\,318\,785,15}{1\,953\,881,79} = 2,21$ року;

б) за умови виходу волокна із трести 26 %: $O = \frac{4\,318\,785,15}{8\,838\,810,32} = 0,49$ року.

Результати економічних розрахунків узагальнені та наведені в табл. 5.9.

Таблиця 5.9 – Економічна ефективність переробки трести льону олійного

№ з/п	Економічні показники	При виході	При виході
		волокна із трести 11 %	волокна із трести 26 %
1	Дохід від реалізації продукції, грн.:	6 272 666,94	13 157 595,47
	а) технічного волокна	4 530 758, 94	11 709267,47
	б) костриці	1 741 908,00	1 448 328,00
2	Прибуток від реалізації продукції, грн./т	1 953 881,79	8 838 810,32
3	Рентабельність, %	45	205
4	Окупність, рік	2,21	0,49
5	Середня ринкова ціна імпортного волокна льону-довгунцю технічного застосування, грн./т	37 674,00	
6	Потенційна ринкова ціна технічного волокна льону олійного для реалізації на внутрішньому ринку, грн.	36 829,45	15 585,70
7	Економія від закупівлі українського технічного волокна льону олійного, грн./т	844,55	22 088,30

Аналіз даних табл. 5.9 свідчить про економічну ефективність переробки трести льону олійного з метою одержання сировини (технічного волокна й костриці), придатної для виготовлення інноваційної продукції: нетканих матеріалів різного функціонального призначення, кручених і композиційних матеріалів, целюлозно-паперових виробів і таких джерел палива, як брикети, пелети, костробрикети, що мають незаперечні переваги перед аналогами.

Встановлено, що навіть за умови мінімального виходу волокна зі стебел 11 %, чистий річний прибуток від реалізації технічного волокна та костриці дорівнюватиме 1 953 881,79 грн, рентабельність переробки трести – 45 %, а окупність витрат на організацію промислового комплексу – 2,21 року. За умови виходу волокна з трести 26 % чистий річний прибуток від реалізації продукції з трести льону олійного (технічного волокна та костриці) становитиме 8 838 810,32 грн, рентабельність переробки – 205 %, а окупність витрат – 0,49 року. Тому спалювання соломи даної культури на полі є економічно не доцільним.

Крім того, здійснено розрахунки з визначення економії для виробників – споживачів технічного волокна в разі закупівлі української сировини. Результат розрахунку, який вказано в сьомій позиції табл. 5.9 свідчить, про доцільність використання технічного волокна із трести льону олійного, одержаного за українською технологією. Так, виробники матимуть економію у розмірі 844,55 (вихід волокна зі стебел 11%) чи 22 088,30 грн (вихід волокна зі стебел 26%) у перерахунку на 1 т від закупівлі українського волокна з льону олійного. Саме такою є різниця між ціною на імпортоване лляне волокно та технічне волокно із трести льону олійного. Слід зазначити, що така різниця передбачається лише в перший рік організації промислового комплексу, оскільки в ціну закладені витрати на придбання обладнання, складського приміщення та виробничої шахи, які виключаються із розрахунків на наступний рік, тим самим збільшиться і економічна ефективність комплексної переробки льону олійного.

У результаті економічного аналізу було визначено, що в Україні є достатня кількість сировини для забезпечення безперервної річної роботи підприємства з переробки стебел льону олійного. Оскільки потужність спроектованого міні-льонозаводу становить 300 кг/год., то за рік він переробляє 1118,40 т соломи льону олійного. При середній врожайності соломи 1,5 т/га для одержання такої

кількості сировини необхідно висівати 745,6 га цієї культури на рік. За офіційними даними, у 2021 році під посіви даної групи льону було відведено 27,9 тис. га. Тому, без сумніву, спроектоване виробництво має можливість працювати на всю потужність за рахунок використання українських дешевих ресурсів і не буде призупинено від нестачі сировини, а навпаки буде необхідність у збільшені кількості створення переробних комплексів.

Економічна ефективність стандартизації соломи, трести та волокон льону олійного. Доцільність переробки цієї чи іншої продукції обґрунтовується розрахунковими значеннями її економічної ефективності, тобто прибутком, рентабельністю та окупністю, а раціональність розробки та використання нової нормативної документації на промислову продукцію обумовлюється економічною ефективністю стандартизації. Економічний ефект стандартизації є частиною економічного ефекту науково-технічного прогресу. У розрахунках економічного ефекту стандартизації за базу порівнянь приймають досягнутий рівень показників якості продукції, які є близькими за своїми конструктивно-технологічними ознаками і експлуатаційними показниками до нової продукції для стандартів, що вперше розроблені на нову продукцію та нові технологічні процеси.

Під час розрахунку економічної ефективності стандартів (програм комплексної стандартизації) визначають джерело економії, затрати на розробку та впровадження стандартів, річну економію, річний економічний ефект і коефіцієнт економічної ефективності стандарту. Джерела економії виявляють на всіх стадіях життєвого циклу продукції.

При цьому, річну економію визначають як різницю між затратами на проектування, виробництво і експлуатацію продукції до і після стандартизації в розрахунку на рік. Річний економічний ефект визначають як різницю річної економії і витрат на розробку і впровадження стандарту, приведених до одного року. Коефіцієнт економічної ефективності є відношення річної економії і приведених до одного року витрат на розробку і впровадження стандарту [124].

На підставі вищезазначеного та враховуючи розрахунки економічної ефективності переробки трести льону олійного на одноагрегатному міні-льонозаводі згідно методики [159, 160] та ГОСТ 20779-81 «Економічна ефективність стандартизації. Методи визначення. Основні положення»

розраховано економічну ефективність стандартизації соломи, трести та волокон льону олійного. Результати розрахунків узагальнені та наведені в табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Економічна ефективність стандартизації соломи, трести та волокон льону олійного

№ з/п	Найменування економічних показників	Розрахункові економічні показники	Прибуток, грн.	
			за умов наявності стандартизації	за умов відсутності стандартизації
Солома				
1	Вартість 1 т соломи, грн.	396,00	442 886,04	спалювання або підстилка для тварин
	Кількість соломи, що може бути перероблена спроектованим міні-льнозаводом, т	1118,4		
Треста				
2	Вартість 1 т трести, грн.	530,33	593 121,07	спалювання або підстилка для тварин
	Кількість трести, що може бути перероблена міні-льнозаводом, т	1118,4		
Технічне волокно				
3	Потенційна ринкова ціна технічного волокна льону олійного для реалізації на внутрішньому ринку, грн.	36 829,45 (11%) 15 585,70 (26%)	37 674, 00 грн	закупівля імпортованої сировини вартістю
	Кількість волокна, що може бути отримане на спроектованому міні-льнозаводі, т (за умов виходу волокна із трести 11 %)	123,02		
	<i>економія від закупівлі українського технічного волокна льону олійного, грн./т</i>	103 896,541 (11%) 2 717 302, 66 (26%)		
	Кількість волокна, що може бути отримане на спроектованому міні-льнозаводі, т (за умов виходу волокна із трести 26 %)	290,78		
	<i>економія від закупівлі українського технічного волокна льону олійного, грн./т</i>	245 578,28 (11%) 6 422 835, 874 (26%)		

Аналіз табл. 5.10 свідчить про те, що економічна ефективність стандартизації соломи становить 442 886,04 грн, а трести – 593 121,07 грн, що вигідно для

виробників насіння льону олійного (для розрахунку було використано розрахункову потужність спроектованого міні-льонозаводу, який може переробити сировину з 745,6 га в рік, а за вищенаведеними даними ДПДГ «Асканійське» чистий прибуток від вирощування 1 га льону олійного для одержання насіння дорівнює 10 700 грн/га.). Впровадження розробленої нормативної документації на ці види сировини сприятиме збільшенню прибутків виробників насіння від вирощування льону олійного.

Виробництво луб'яної сировини зі стебел льону олійного дає можливість виготовляти технічне волокно льону олійного на території України. Розрахункова ринкова ціна українського технічного волокна льону олійного менша ніж імпортного, що економічно вигідно для українських споживачів такого типу волокна. Так, у разі виходу волокна з трести 11 % на спроектованому міні-льонозаводі отримають 123,02 т волокна за рік і економія від його споживання в такій кількості становитиме 103 896,541 грн. (11%) або 2 717 302, 66 грн. (26%) 1 024 756 грн, а у разі виходу волокна з трести 26 % одержують 290,78 т волокна, тому економічна ефективність становить – 245 578,28 (11%) або 6 422 835, 874 грн (26%).

Таким чином, переробка трести льону олійного є інноваційною та досить прибутковою галуззю в Україні. Вона відкриває нові можливості як для сільськогосподарських виробників у сенсі раціонального використання отриманого врожаю, збільшуючи прибутки від продажу соломи або трести льону олійного, так й для промисловців, які зможуть застосовувати українську дешеву сировину з метою виготовлення конкурентоспроможної продукції. Завдяки розробці технічних умов на соломі, тресті та волокно льону олійного українські виробники можуть вийти на український і світовий ринки, адже без стандартизації сировини не можливо виготовити якісну продукцію та реалізувати її без надання сертифікату якості.

Економія від закупівлі українського технічного волокна



ПІСЛЯМОВА

У монографії представлені результати досліджень наукової концепції комплексних систем контролю якості стебел та волокна льону олійного, що забезпечує проведення стандартизації даної лубоволокнистої сировини придатної для виготовлення широкого асортименту продукції різного функціонального призначення. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено методологію проведення стандартизації лубоволокнистої сировини. Розроблено нормативну 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.

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.

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 %.

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.

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.

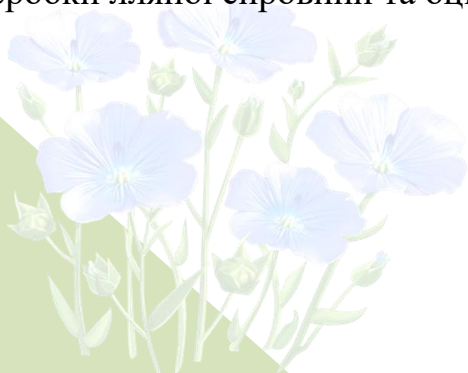
За результатами теоретичних та експериментальних товарознавчих досліджень якісних характеристик стебел льону олійного було виявлено споживні властивості отриманої з них продукції та здійснено їх розподіл на

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), катонін із льону олійного, целюлоза з катоніну.

У результаті детального аналізу чинних українських 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» нормативну 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.

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, що істотно прискорює процес оцінювання соломи та трести льону олійного. Дана методологія встановлення номера соломи і трести передбачає застосування інструментальних методів визначення їх окремих якісних показників, що підвищує рівень процесу оцінювання та достовірність отриманих результатів.

Матеріал, викладений у монографії, стане у нагоді студентам, аспірантам, науковцям, технологам та інженерам, які займаються питаннями первинної переробки лляної сировини та оцінюванням її якості.



Наукова новизна роботи



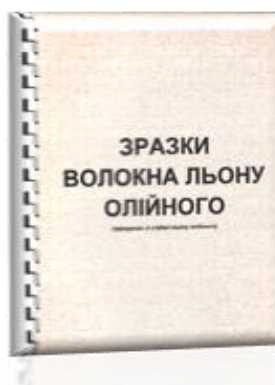
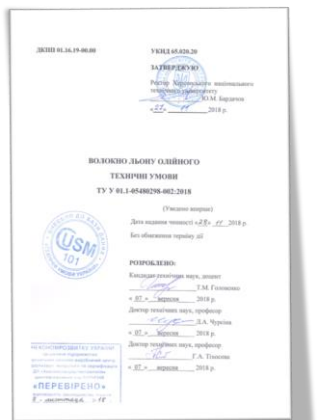
ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

«Солома льону олійного.
Технічні умови»
Комп'ютерна програма
CQSoilseed Flax



ТУ У 01.1-05480298-001:2017

«Треста льону олійного.
Технічні умови»
Комп'ютерна програма
CQRoilseed Flax



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

«Волокно льону олійного.
Технічні умови»
Каталог
«Зразки волокна льону олійного»



Авторське свідоцтво на
комп'ютерну програму для
оцінки якості соломи та
трести льону олійного
CQSRoilseed Flax



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

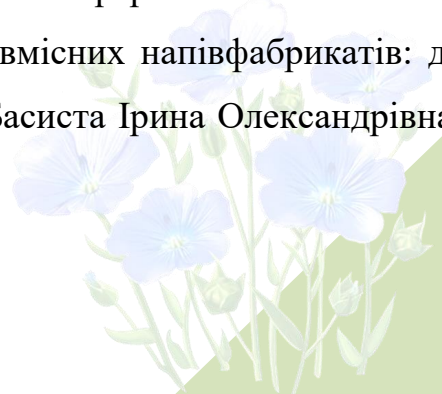
1. Boyko G. Methods for improving the qualitative indicators of hemp katonin for its use in footwear / G. Boyko, T. Holovenko, S. Yageluk, O Dombrovskaya, T Kuzmina, V. Evtushenko / *Vlákna a textil: scientific journal of Institute of Natural and Synthetic Polymers of Slovak University of Technology*. – Bratislava (Slovakia): 2021. - Volume 28. – P.3-8.
2. Кругла Н.А. Історія розвитку льонарства в Україні: навч. посіб. / Н.А. Кругла, В.А. Вергунов. – Херсон, 2002. – 168 с.
3. Дідора В.Г. Агроекологічне обґрунтування технології виробництва продукції льону-довгунця: монографія / В.Г. Дідора. – Житомир: Вид-во ДВНЗ «Державний агроекологічний університет», 2008. – 411 с.
4. Національний класифікатор України ДК 009:20010 «Класифікація видів економічної діяльності», затверджений наказом Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчого комітету від 11.10.2010 №457.
5. Асоціація «УкрПапір» // Мінстат [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrpaper.org/news.php>.
6. Державна підтримка українського експорту [Електронний ресурс] // Целюлозно-паперова промисловість України. – К., 2017. – Режим доступу: <http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/25.html>.
7. Нелегка євроінтеграція легкої промисловості / Панченко Ю. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eurointegration.com.ua>.
8. Українці одягають Європу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ua-fashion.net>.
9. Посторонко В.М. Тенденції розвитку підприємств легкої промисловості України / В.М. Посторонко // *Вісник ЖДТУ*. – 2012. – № 1 (59) – С. 188-191.



- 10.Зроблено в Україні, але не для українців / Н. Білоусова [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.day.kiev.ua/278640/>.
- 11.Мандрик І.П. Розвиток і розміщення легкої промисловості України в умовах ринкової трансформації / І.П. Мандрик, Т.І. Сарабуна // Науковий вісник ВНУ ім. Лесі Українки. – Луцьк, 2010. – С. 46-54.
- 12.Огляд стану на ринку легкої промисловості України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mtf.com.ua/page/news_w2.htm.
- 13.Аналіз рекламної діяльності підприємств легкої промисловості України [Електронний ресурс] / М.М. Трусова, Л.К. Яцишина // Технології та дизайн. – 2014. – № 2. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/td_2014_2_11.pdf.
- 14.Інформаційно-аналітичні матеріали Української асоціації підприємств легкої промисловості «Укрлегпром-15»: матеріали до засідання «Укрлегпрому» 11.06.2015 р. / [уклад. ПАТ «Швейна фабрика «ВОРОНІН»]. – К., 2015. – 67 с.
- 15.Богатирьов І.О. Ефективність розвитку підприємств / І.О. Богатирьов // Формування ринкових відносин в Україні: зб. наук. праць. – Вип. 7-8 (26-27). – К.: НДЕІ, 2003. – С. 73-79.
- 16.Касьян З. Е. Діагностика інноваційної діяльності українських підприємств легкої промисловості / З.Е. Касьян, Т.Є. Воронкова // Вісник КНУТД. – 2012. – № 1. – С. 145 –152.
- 17.Тарасенко І.О. Сталий розвиток підприємств легкої промисловості: теорія, методологія, практика : монографія / І. О. Тарасенко. – К.: КНУТД, 2010. – 390 с.
- 18.Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – К., 2016. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
- 19.Текстильна промисловість України. Основні проблеми та перспективи розвитку [Електронний ресурс]. – К., 2016. – Режим доступу: <http://ua-referat.com>.
- 20.Центри текстильної промисловості в Україні [Електронний ресурс]. – К., 2018. – Режим доступу: <http://www.novageografia.com/vogels-1049-1.html>.
- 21.Агробізнес / Український льон олійний: забута гордість країни [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua>.

22. Онлайн-асистент фермера. Вирощування льону – чи можлива альтернатива соняшнику [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kurkul.com/spetsproekty/1413-viroschuvannya-lonu--chi-mojлива-alternativa-sonyashniku>.
23. Мій бізнес: Ринки. Льняний рай [Електронний ресурс]. – К., 2016. – Режим доступу: <https://msb.aval.ua>.
24. Каталог сортів та гібридів олійних культур. – Запоріжжя: УААН Інститут олійних культур, 2009. – С. 20-31.
25. Шевченко І.А. Звіт про науково-дослідну роботу відділу економічних і маркетингових досліджень та питань інтелектуальної власності згідно договору № 01-09-14 від 09.09.14 / І.А. Шевченко. – ІОК НААН України, 2014. – 51 с.
26. Опис та характеристика рослини льон олійний [Електронний ресурс]. – М., 2018. – Режим доступу: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/lon-oliyniy>.
27. Промислове використання соломи льону олійного як в світі, так і в Україні / Т.М. Головенко, Г.А. Бойко, А.С. Дягилев, О.В. Шовкомуд // Молодий вчений: зб. наук. пр. – Херсон, 2017. – № 1 (41). – С. 118-128.
28. Saskatchewan Flax Development Commission (2015) [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://www.saskflax.com/>.
29. Food and Agriculture Organization global production (2017) [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>.
30. Alternative oilseed and fibrecrops for cool and wet regions of Europe. Proceedings of the COST 814 Workshop / Hennink S., Van Soest L.J.M., Pithan K., Hof L. (eds.), (Wageningen, 7-8th April 1994). – Wageningen, The Netherlands, 1994. – P. 163-167.
31. Van Dam Jan E.G. Markets for Fibre Crops in EU and China [Electronic resources] / Van Dam Jan E.G. // Food and Biobased Research, (Wageningen UR, 14 July 2014). – P. 53. – Mode of access: <http://docplayer.net/27054709-D2-2-markets-for-fibre-crops-in-eu-and-china-fibre-based-chemical-composite-and-energy-products.html>.
32. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного: монографія / [Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, О.О. Горач, Т.І. Янюк]. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 356 с.

33. Comeau G. Options to the practice of burning of flax straw on the Canadian prairies [Electronic resources] / Gerald Comeau / Environmental petition № 186 «Agriculture, air quality, and climate change», (Canada, 13 December 2006). – Canada, 2006. – Mode of access: http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/English/pet_186_e_28922.html.
34. 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.
35. Інноваційні технології одержання нетканих та целюлозовмісних матеріалів з льону олійного: монографія / [Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, Т.М. Головенко, І.О. Меньяйло-Басиста]. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 314 с.
36. Тіхосова Г.А. Розвиток наукових основ технологій первинної переробки волокон льону олійного: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.01 / Тіхосова Ганна Анатоліївна. – Херсон, 2011. – 358 с.
37. Путінцева С.В. Властивості фільтрувального паперу на основі целюлози з волокон льону олійного: дис. ... кандидата техн. наук: 05.18.08 / Путінцева Світлана Вікторівна. – Луцьк, 2015. – 183 с.
38. Головенко Т.М. Розроблення технології переробки стебел трести льону олійного з метою одержання нетканих матеріалів: дис. ... кандидата техн. наук: 05.18.02 / Головенко Тетяна Миколаївна. – Херсон, 2013. – 226 с.
39. Бобирь С.В. Розроблення технології переробки стебел льону олійного з метою одержання органічного геотекстилю: дис. ... кандидата техн. наук: 05.18.02 / Бобирь Сніжана Віталіївна. – Херсон, 2015. – 269 с.
40. Бойко Г.А. Товарознавча оцінка змішаної пряжі з волокнами льону олійного для трикотажних виробів: дис. ... кандидата техн. наук: 05.18.08 / Бойко Галина Анатоліївна. – Луцьк, 2014. – 215 с.
41. Меньяйло-Басиста І.О. Розроблення технології переробки стебел соломи льону олійного з метою одержання целюлозовмісних напівфабрикатів: дис. ... кандидата техн. наук: 05.18.02 / Меньяйло-Басиста Ірина Олександрівна. – Херсон, 2013. – 219 с.



- 42.Шипілов Ю.Г. Вітчизняна целюлозовмісна сировина для паперового виробництва / Ю.Г. Шипілов, І.О. Меньяло, Т.М. Головенко // Легка промисловість. – 2011. – № 1. – С. 40-42.
- 43.Меньяло І.О. Одержання композиційних матеріалів на основі волокон льону олійного / І.О. Меньяло, Т.М. Головенко, Г.А. Бойко // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. – 2011. – № 1 (18). – С. 128-130.
- 44.Головенко Т. 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.
- 45.Виробництво нетканих матеріалів та виробів з них в Україні [Електронний ресурс] // UA-REGION.INFO: бізнес-каталог. – К., 2015. – Режим доступу: https://www.ua-region.com.ua/kved/Ind.17.53?start_page=2.
- 46.Національний банк України [Електронний ресурс] // Прес-тур на Фабрику банкнотного паперу. – Малин, Житомирська область, 2015. – Режим доступу: https://Bank.Gov.Ua/Control/Uk/Publish/Article?Art_Id=29026765.
- 47.Головенко Т.М. Порівняльний аналіз внутрішньої будови стебел льону олійного та льону-довгунця / Т.М. Головенко, І.О. Меньяло, Г.А. Бойко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2011. – Вип. 11. – Т. 6. – С. 246-255.
- 48.Рой О.О. Порівняльна характеристика морфологічних та технологічних ознак стебел льону двох груп / О.О. Рой, Л.А. Чурсіна // Легка промисловість. – 2007. – № 3. – С. 38.
- 49.Рой О.О. Аналіз фізико-механічних показників льону олійного / О.О. Рой // Проблеми лёгкой и текстильной промышленности Украины. – 2008. – № 1 (13). – С. 74-75.
- 50.Тіхосова Г.А. Фізичні характеристики волокнистої частини стебел соломи льону олійного за довжиною стебел / Г.А. Тіхосова, Г.А. Бойко, Т.М. Головенко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2012. – № 3. – С. 246-249.

51. Горач О.О. Розробка технології одержання трести із соломи льону олійного з використанням штучного зволоження: дис. ... кандидата техн. наук: 05.18.01 / Горач Ольга Олексіївна. – Херсон, 2009. – 200 с.
52. Треста лляна. Технічні умови: ДСТУ 4149:2003. – [Чинний від 2004-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 17 с. (Національний стандарт України).
53. Льон тіпаний. Технічні умови: ДСТУ 4015-2001. – [Чинний від 2002-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2001. – 12 с. (Національний стандарт України).
54. Волокно лляне коротке. Технічні умови: ДСТУ 5015:2008. – [Чинний від 2008-12-06]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с. (Національний стандарт України).
55. Бартків Л.Г. Розробка перспективних методів і систем контролю якості стебел льону олійного: дис. ... кандидата техн. наук: 05.18.02 / Бартків Лариса Григорівна. – Херсон, 2018. – 270 с.
56. Котонін з короткого льняного волокна. Технічні умови: ТУ 17 У 00306710.079 – 2000. – [Введені 2000-01-08]. – Херсон: ДКУ по стандартизації, метрології і сертифікації «Херсонський ГЦСМС» (Херсонський БПК), 2000. – 17 с. (Технічні умови України).
57. Котонізоване льоноволокно. Технічні умови: ТУ.У. 05495816.005 – 2000. – [Чинні від 2000-02-25]. – Львів: Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації «Львівський ДЦСМС» («Львонокомбінат Старосамбірський»), 2000. – 6 с. (Технічні умови України).
58. Головенко Т.М. Актуальність створення нормативних документів на інноваційну продукцію з луб'яних культур / Т.М. Головенко, Г.А. Тіхосова, 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.
59. 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. – Херсон: 2016. - № 5(32). – С. 218-222.
60. Головенко Т.М. Особливості анатомічної будови стебел льону олійного / Г.А. Тіхосова, Т.М. Головенко, І.О. Меньяйло // Нові наукові дослідження в селекції, технології вирощування та переробки технічних культур: наук.-практ. конф. молодих вчених, 8-10 грудня 2010 р.: тези доп. – Суми: «СОД», 2010. – С. 84-89.
61. Головенко Т.М. Інвестиційна привабливість інноваційних технологій переробки стебел льону олійного / Г.А. Тіхосова, Т.М. Головенко, І.О. Меньяйло // Формування та розвиток економіки в сучасних умовах господарювання: II міжнар. Інтернет-конф., 27-28 квітня 2011 р.: тези доп. – Луцьк: ВІЕМ, 2011. – С. 218-221.
62. Tihosova A.A. Improving of mechanical processing stems of oilseed flax / A.A. Tihosova, T.N. Golovenko, I.A. Myenyaylo-Basysta, G.A. Boiko // *Nayka i studia. Ekologia. Chemia I chemiczne/ Technologie. Matematyka/ Techniczne nauki.* – *Przemysl (Poland)*, 2013. – NR 10 (78). ISSN 1561-6894 – С. 97-103.
63. Dyagilev A. Estimation of Hygroscopicity of Knitted Fabrics / A. Dyagilev, D. Bykouski, A. Charkovskij, T. Holovenko, O. Shovkomud // *Materials of International scientific and technical conference «International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021)»*, 8–10 June 2021. - Vitebsk, Republic of Belarus, P. 050003-1- 050003-6. (Scopus) <https://doi.org/10.1063/5.0077307>.
64. Holovenko T. Innovative technologies of oilseed flax straw mechanical processing and quality of obtained fibers / T. Holovenko, L. Chursina, H. Tikhosova, O. Shovkomud, O. Kniaziev, T. Yanyuk // *INMATEH - Agricultural Engineering journal: scientific journal of National Institute of Research-Development for Machines and Installations designed to Agriculture and Food Industry.* – INMA Bucharest, ROMANIA, 2019. – No.1, Volume 57. – P.207-214. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193325412>.
65. Berezovsky Yu. Technical and technological solutions of preparation flax raw materials for the processing / Berezovsky Yu., Kuzmina T., Yedynovych M., Boyko G., Lyalina N., Holovenko T. / *INMATEH-Agricultural Engineering journal: scientific journal of National Institute of Research-Development for Machines and Installations*

- designed to Agriculture and Food Industry. – INMA Bucharest, Romania, 2021. – No.2, Volume 64. – P.227-237.
66. Головенко Т.М. Стандартизація інноваційних нетканих матеріалів з волокон льону олійного / Т.М. Головенко // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2012. – № 2 (20). – С. 186-191.
67. 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.
68. 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.
69. 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.
70. Бойко Г.А. Перспективы использования смесей волокон льна масличного с другими натуральными волокнами / Г.А. Бойко, Л.А. Чурсіна, Т.Н. Головенко, И.А. Меньялло-Басистая // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 2 (344). – С. 47-50. – Режим доступа до ресурсу: https://tp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2015/10/344_12.pdf.
71. Визначання розвивальної навантаги та видовження на момент розривання одиночних волокон. ДСТУ ISO 5079:2004 [Чинні 2006-01-01] – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 6 с.
72. Flax Council of Canada: Flax straw and fibre past and present uses [Electronic resources]. – Canada, chapter 12, 2015. – Mode of access: <http://flaxcouncil.ca/growing-flax/chapters/flax-straw-and-fibre/>.
73. Heuzé V. Flax straw and flax crop by-products [Electronic recourses] / V. Heuzé, G. Tran, F. Lebas // Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO, (USA, 29 October 2015). – Mode of access: <http://www.feedipedia.org/node/132>.

74. Manitoba Flax Growers Association's [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://mfga.ca>.
75. Flax Council [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://www.flaxcouncil.ca>.
76. Genics [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://www.genicsinc.com/>.
77. Synermulch [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://synermulch.com/>.
78. FlaxStalk [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://www.flaxstalk.ca>.
79. Flax Farm [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <https://www.facebook.com/Flaxfarmbedding/>.
80. Biolin [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://www.biolin.sk.ca/>.
81. Flax Power [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://thepowerlog.com>.
82. Flax Titan Clean Energy [Electronic resources]. – Canada, 2015. – Mode of access: <http://www.titan-projects.com>.
83. American Flax Fiber [Electronic resources]. – USA, 2015. – Mode of access: <http://www.saskflax.com/>. <http://www.ameriflax.com/default.cfm?page=howeare>.
84. ASTM International [Electronic resources]. – USA, 2015. – Mode of access: <https://www.astm.org/index.html>.
85. Standard Terminology Relating to Flax and Linen ASTM D6798-02(2013)e2 [Electronic resources]. – ASTM, 2013. – Mode of access: <https://www.astm.org/Standards/D6798.htm>. – (American Society for Testing and Materials).
86. Standard Test Method for Color Measurement of Flax Fiber. ASTM D6961 / D6961M – 09(2015)e1 [Electronic resources]. – ASTM, 2015. – Mode of access: <https://www.astm.org/Standards/D6961.htm>. – (American Society for Testing and Materials).
87. Standard Test Method for Assessing Clean Flax Fiber Fineness. ASTM D7025-09(2015)e1 [Electronic resources]. – ASTM, 2015. – Mode of access: <https://www.astm.org/Standards/D7025.htm>. – (American Society for Testing and Materials).
88. Standard Test Method for Measurement of Shives in Retted Flax. ASTM D7076 – 10(2015)e1 [Electronic resources]. – ASTM, 2015. – Mode of access: <https://www.astm.org/Standards/D7076.htm>. – (American Society for Testing and Materials).
89. Foulk J.A. Processability of flax plant stalks into functional bast fibers [Electronic resources] / Jonn A. Foulk, Danny E. Akin, Roy B. Dodd // Scientific journal

- Taylor and Francis Group: Composite Interfaces, (USA, Published online 02 April 2012). – USA, 2012. – P. 147-168. – Mode of access: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1163/156855408783810902>.
90. Akin D.E. Standards for Flax Fiber [Electronic resources] / Danny E. Akin // Magazines & Newsletters: ASTM Standardization, (USA, News September, 2005). – USA, 2005. – Mode of access: https://www.astm.org/SNEWS/SEPTEMBER_2005/akin_sep05.html.
91. Textiles – Determination of fineness of flax fibres. Permeametric methods: ISO 2370:1980 [Electronic resources]. – Geneva (Switzerland), 1980. – Mode of access: <https://www.iso.org/standard/7209.html>. – (International Organization for Standardization ISO Central Secretariat).
92. Sankari H. Towards bast fibre production in Finland: stem and fibre yields and mechanical fibre properties of selected fibre hemp and linseed genotypes: acad. diss.: Crops and Soil FIN-31600 Jokioinen / H. Sankari. – ARC, Finland, 2000. – 70 p.
93. Turner J. Handbook for Growers and Advisers / J. Turner, Law. A. Linseed // BASF United Kingdom Ltd. – Suffolk, 1987. – P. 356.
94. Fibres textiles – Determination of breaking force and elongation at break of individual fibres ISO 5079:1995(E). – [Second edition 1995-12-15]. – International Standard, 1995. – 5 c. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5079:ed-2:v1:en>.
95. El-Hariri D.M. Evaluation of some flax genotypes straw yield, yield components and technological characters [Electronic resources] / D.M. El-Hariri, M.S. Hassanein, H.H. Amna, El-Sweify // Journal of Natural Fibers, (Cairo, October 2004). – Cairo, 2004. – P. 1-12. – Mode of access: <http://m.worldpapercat.com/1447/Article93523.htm>.
96. Sharma H.S.S. Comparison of subjective and objective methods to assess flax straw cultivars and fibre quality after dew-retting [Electronic resources] / H.S.S. Sharma, G.J. Faughey // Journal of Applied Biology, (Belfast, October 1999). – Belfast, 1999. – Mode of access: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.1999.tb00879.x/full>.
97. Madex [Electronic resources]. – Poland, 2018. – Mode of access: <http://madex.malbork.pl/en/oferta.html>.

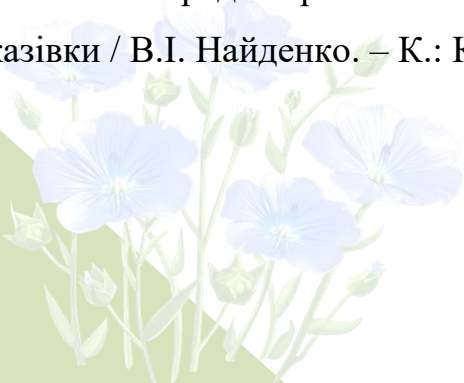
98. Ekotex [Electronic resources]. – Poland, 2018. – Mode of access: <http://ekotex.com.pl/en/about-us/>.
99. Polska Izba Lnu i Konopi [Electronic recourses]. – Poland, 2018. – Mode of access: <http://www.pilik.pl/>.
100. Investigating value added potential of flaxseed and straw [final report project] / S.J. Thompson, S.J.T. Solutions, J. Groenewegen, D. Spearin and other // SaskFlax, Canada. – February 23, 2015. – P. 175.
101. Akin D.E. Quality Properties of Flax Fibers Retted with Enzymes / Danny E. Akin, Luanne L. Rigsby, Warren Perkins // Textile research journal. – First Published October 1, 1999 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/004051759906901008/>.
102. Henriksson G. Identification and retting efficiencies of fungi isolated from dew-retted flax in the United States and Europe / Henriksson G., Akin D.E., Hanlin R.T. and other // Appl Environ Microbiol, 1997, Oct;63(10):3950-6. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/CwXbUбFW>.
103. Akin D.E. Analysis of fiber content in flax stems by near-infrared spectroscopy / Barton F.E., Akin D.E., Morrison W.H. and other // [US National Library of Medicine National Institutes of Health. J Agric Food Chem]. – 2002, Dec 18. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12475273>.
104. Akin D. Pilot plant for processing flax fiber. Industrial Crops and Products / Akin D., Foulk J., Dodd R. – 2005, 21(3). – P. 369-378. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naldc.nal.usda.gov/download/4310/PDF>.
105. ASTM D 1445-95, 1999a. Standard test method for breaking strength and elongation of cotton fibers (Flat Bundle Method), Annual Book of Standards, Section 7.01, Textiles. ASTM International, West Conshohocken, PA. – P. 392-404. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.astm.org>.
106. ASTM D 1448-90, 1999b. Standard test method for micronaire reading of cotton fibers, Annual Book of Standards, Section 7.01, Textiles. ASTM, West Conshohocken, PA. – P. 405-407. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.astm.org>.

107. Determining the physical properties of flax fibre for industrial applications: the influence of agronomic practice / A.J. Norton, S.J. Bennett, M. Hughes and other // Journal is Annals of Applied Biology. – 23 June 2006. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/wwXbUD5U>.
108. Alternative oilseed and fibrecrops for cool and wet regions of / Pahkala K., Sankari H., Talvitie H., Hennink, S. and other // Europe Cultivation of fibre flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties in Finland. Proceedings of the COST 814 Workshop, 7-8th April, 1994. Wageningen, The Netherlands, 1994. – P. 163-167.
109. Guanghua Xu. Researches on structure and property of oil flax fiber / Xu. Guanghua, Yang Jing // J. China Text. Univ. – 1988. – № 5. – P. 91-98.
110. Jonn A. Flax fibre quality and influence on interfacial properties of composites / Jonn A. Foulk, Michael A. Fuqua, Chad A. Ulven & Mercedes M. Alcock // International Journal Of Sustainable Engineering. – 2009, 20 Nov. – P. 54.
111. Textiles Nanotechnology, Handbook of Nanoscience / A. William, E. Goddard, W. Donald and other // Engineering, and Technology, (Eds.), CRC Press. – 2007.
112. Characteristics of flaxseed oil from two different flax plants / Zhen-Shan Zhang, Li-Jun Wang, Dong Li and other // International Journal Of Food Properties. – Accepted Author Version Posted Online, 2011, 24 Jun.
113. На український ринок виходить китайська мережа текстилю YUYUE Home Textile [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rau.ua/uk/novyni/set-tekstilya-yuyue-home-textile/>.
114. Smeder B. Market oriented identification of important properties in developing flax fibres for technical uses / B. Smeder, S. Liljedahl // Industrial Crops and Products. – 1996. – № 5. – P. 149-162. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://documentslide.com/documents/market-oriented-identification-of-important-properties-in-developing-flax-fibres.html>.
115. Ansari I.A. Structure Property Relationships in Natural Cellulosic Fibres / I.A. Ansari, G.C. East, D.J. Johnson // Flax and Oil Sorbent. – Part III: Received 13, Nov 2002, Accepted 07 Oct 2003, Published online: 30 Mar 2009. – P. 1-15 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cutt.ly/ywXbUNdn>.

116. Industrial fibre crops. Increased application of domestically produced plant fibres in textiles, pulp and paper production and composite materials / Dam J.E.G. (Jan) van, Vilsteren G.E.T. van, Zomers F.H.A. and other // European Commission, Directorate General XII. Studies. EUR 16101 EN., 1994. – p. 248.
117. Ferguson G. Flax processing and quality / G. Ferguson // Journal Of The Textile Institute: Published online: 07 Jan 2009. – P. 918-934). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19447014908664724/>.
118. Qualität von Ölleinfasern / H. Rennebaum, E. Grimm, W. Diepenbrock // Anforderungen an den Pflanzenbau in einer sich urbanisierenden Welt: 60. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., Göttingen, 1998. Band 11. – P. 73-74.
119. Surowce włókiennicze – Włókno lniane krótkie – Wymagania Dowiedz się więcej: PN-P-80105:1998P [Electronic resources]. – Mode of access: <https://pzn.pkn.pl/kt/info/published/9000129332>. – (State Standard of Poland).
120. Tekstylia – Wyznaczanie cienkości włókien lnianych – Metody permeometryczne: PN-ISO 2370:1999P [Electronic resources]. – Mode of access: <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-5079/2724234><http://sklep.pkn.pl/pn-iso-2370-1999p.html>. – (State Standard of Poland).
121. Włókna tekstylne – Wyznaczanie długości i rozkładu długości włókien odcinkowych (metoda pomiaru pojedynczych włókien): (ISO 6989:1981, IDT): PN-ISO 6989:2000P. – [Valid from 2000-02-16]. – [Electronic resources]. – Poland, 2000. – Mode of access: <http://sklep.pkn.pl/pn-iso-6989-2000p.html>. – (State Standard of Poland).
122. Textile fibres – Determination of linear density – Gravimetric method and vibroscope method ISO 1973:1995 [Electronic resources]. – Geneva (Switzerland), 1995. – Mode of access: <https://www.iso.org/standard/6703.html>. – (International Organization for Standardization ISO Central Secretariat).
123. Fasern – Elastizität von Fasern – Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 15930:2010: DIN EN 15930: 2010-12. – [Valid from 2010-12-16]. – [Electronic resources]. – German, 2010. – Mode of access <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-15930/127723592>. – (State Standard of German).

124. Боженко Л.І. Управління якістю, основи стандартизації та сертифікації продукції: [навч. посіб.] / Л.І. Боженко, О.Й. Гутта. – Львів, 2001. – 176 с.
125. Головенко Т.М. Експертний, статистичний та змішаний методи визначення рівня якості промислової продукції / Т.М. Головенко, А.В. Самойлов : матеріали студ. наук.-практ. конф. [«Сучасні та перспективні напрямки контролю якості конкурентоспроможних промислових товарів та послуг на основі системи стандартизації та сертифікації»], (м. Херсон, 15-18 травня 2012 р.). – Херсон: ХНТУ, 2012. – С. 20-21.
126. Стівен Б. Вардемен. Статистичні методи забезпечення якості: [посіб. для вищих навч. закладів] / Стівен Б. Вардемен, Дж. Маркус Джоуб; [пер. з англ. Р. Григоренко, А. Півторак, С. Яблонський]. – К.: КНТЕУ, 2003. – 254 с.
127. Параметри вагомості показників якості [Електронний ресурс]. – К., 2019. – Режим доступу: https://stud.com.ua/16672/investuvannya/parametri_vagomosti_pokaznikiv_yakosti.
128. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення: ДСТУ 2925-94. [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1995. – 34 с. (Державний стандарт України).
129. Кардаш В. Я. Товарна інноваційна політика: підручн. / В.Я. Кардаш, І.А. Павленко, О.К. Шафалюк // Економічний зміст визначення рівня якості продукції. – К.: КНЕУ, 2002. – 266 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://studhttp://studentbooks.com.ua/content/view/94/54/1/10/>.
130. Головенко Т.М. Перспективні методи і системи контролю якості інноваційної луб'яної сировини / Т.М. Головенко, Т.І. Янюк, Г.А. Бойко, А.С. Дягилев, О.В. Шовкомуд // Наука та інновації: науково-практичний журнал НАН України. - Київ: 2019. - Том 15(3). – С. 94-109.
131. Головенко Т.М. Наукове обґрунтування розподілу показників якості соломи та трести льону олійного на класи сортності / Т.М. Головенко, О.О. Налобіна, М.В. Гололюк, П. Ружанські, О.В. Шовкомуд // Сільськогосподарські машини: зб. наук. стат. Луцького національного технічного університету. – Луцьк, 2020. – № 44. – С. 102-122.
132. Головенко Т.М. Математичний аналіз якісних показників луб'яної сировини із льону олійного / Т.М. Головенко, О.О. Налобіна, О.П. Герасимчук, О.Л. Ткачук,

- О.В. Шовкомуд // Сільськогосподарські машини: зб. наук. стат. Луцького національного технічного університету. – Луцьк, 2021. – № 46. – С. 7-20.
133. Головенко Т.М. Особливості товарознавчої оцінки якості соломи льону олійного / Т.М. Головенко, Г.А. Тіхосова, Л.Г. Бартків // Товарознавчий вісник: зб. наук. пр. ЛНТУ. – Луцьк, 2017. – № 10. – С. 52-63.
134. Головенко Т.М. Особливості анатомічної будови стебел льону олійного / Т.М. Головенко, Г.А. Тіхосова, І.О. Меньяйло: матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених [«Нові наукові дослідження в селекції, технології вирощування та переробки технічних культур»], (м. Суми, 8-10 грудня 2010 р. – Суми: «СОД», 2010. – С. 84-89.
135. Головенко Т.М. Формування якісних характеристик волокна льону олійного в процесі вирощування / Т.М. Головенко, Г.А. Тіхосова, О.В. Князев // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2011. – № 1 (17). – С. 101-106.
136. Головенко Т.М. Вплив технологічних стадій механічної обробки трести на товарознавчі характеристики волокна льону олійного / Т.М. Головенко, Г.А. Тіхосова, І.О. Меньяйло // Товарознавчий вісник: зб. наук. пр. Луцького національного технічного університету. – Луцьк, 2011. – № 3. – С. 293-300.
137. Колір як показник якостілляної сировини [Електронний ресурс]. – Артлайф Україна. – Режим доступу: <http://artlife.rv.ua/?area=news/220>.
138. Кузьміна Т.О. Якість і стандартизація модифікованих лляних волокон: [монографія] / Т.О. Кузьміна, Л.А. Чурсина, А.А. Тіхосова. – Херсон, 2009. – 415 с.
139. Остапчук М.В. Математичне моделювання на ЕОМ: [підручн.] / М.В. Остапчук, Г.М. Станкевич. – Одеса: Друк, 2006. – 313 с.
140. Захожай В.Б. Статистика якості: [підручн.] / В.Б. Захожай, А.Ю. Чорний. – К.: МАУП, 2005. – 576 с.
141. Найденко В.І. Похибки та обробка результатів вимірювань фізичних величин. Порядок роботи студентів у фізичній лабораторії: методичні вказівки / В.І. Найденко. – К.: КНТЕУ, 2002. – 33 с.



142. Таблиці критичних значень статистичних критеріїв: Критичні значення критерію Пірсона [Електронний ресурс]. – Аналітична група «СтатЕксперт». – Режим доступу: <http://statexpert.org/articles/>.
143. Байцар Р.І. Оцінювання пріоритетності коефіцієнтів вагомості для визначення комплексної оцінки компетентності персоналу / Р.І. Байцар, М.М. Сколоздра. – НУЛП. – 2013. – № 4. – С. 100-104.
144. Асоціація «Укрлегпром» // [Електронний ресурс]. – Мінстат. – Режим доступу: <http://ukrlegprom.org.ua>.
145. Комплексна оцінка якості текстильних матеріалів/[А.Є. Чайковська, Л.В. Поліщук, І.С. Галик та ін.]. - К.: Техніка, 1989. – 254 с.
146. Товарознавство непродовольчих товарів: [підручн.] / [Л.Г. Войнаш, Л.І. Байдакова, М.М. Діаніч та ін.]. – К.: НМЦ «Укоопосвіта», 2004. – 337 с.
147. Товарознавство непродовольчих товарів: підручник. – Ч. I. / Л.Г. Войнаш, І.О. Дудла, Д.І. Козьмич та ін. – К.: НМЦ «Укоопосвіта», 2004. – 436 с.
148. Теоретичні основи товарознавства: [навч. посіб. для студ. кооп. вищих навч. закладів] / [Ю.Т. Жук, В.А. Жук, Н.К. Кисляк та ін.]. – К., 2000. – 336 с.
149. Товарознавство: Терміни та визначення: ДСТУ 3993-2000. – [Чинний від 2000-31-10]. – К.: Держстандарт України, 2000. – 24 с. – (Державний стандарт України).
150. 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.
151. 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.
152. Головенко Т.М. Автоматизація оцінювання луб'яної сировини з льону олійного / Т.М. Головенко, О.О. Налобіна, О.В. Шовкомуд, О.П. Герасимчук, В.М. Козел //

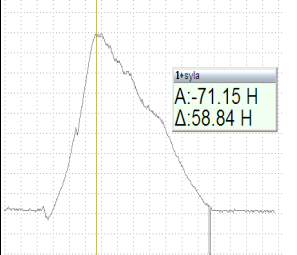
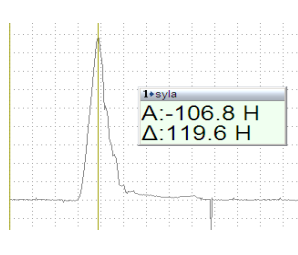
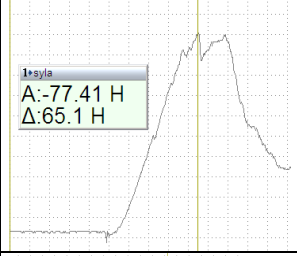
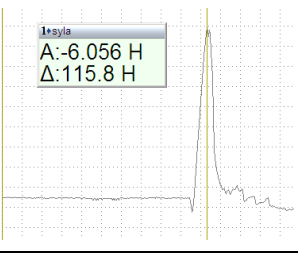
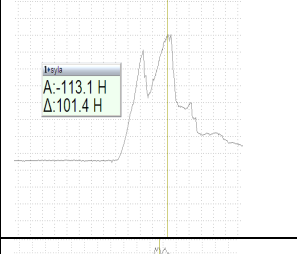
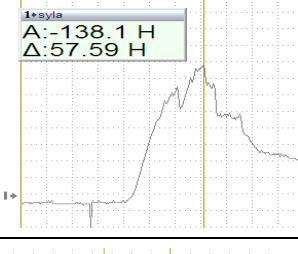
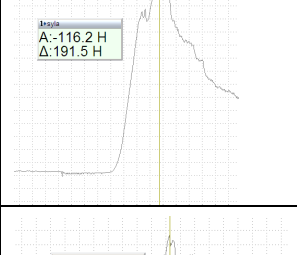
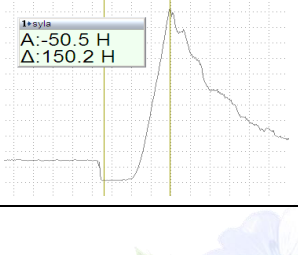
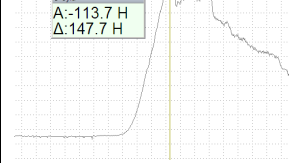
- Сільськогосподарські машини: зб. наук. стат. Луцького національного технічного університету. – Луцьк, 2021. – № 46. – С. 7-20.
153. Авторське свідоцтво на твір № 84077 від 02.01.2019. Комп'ютерна програма для оцінки якості соломи та трести льону олійного «CQSRoilseed Flax» / Іванчук О.В., Головенко Т.М., Козел В.М. – № 85097; заявник і власник Херсонський національний технічний університет; заявл. 06.11.18; опубл. 02.01.2019.
154. Для працівників бюджетної сфери. Норми тривалості робочого часу на 2021 рік [Електронний ресурс]. – Бухгалтер. – Режим доступу: <https://buhgalter.com.ua/dovidnik/normi-robochogo-chasu/normi-trivalosti-robochogo-chasu-na-2021-rik/>.
155. Кодекс законів про працю України (КЗпП) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.work.ua/kzot/?chapter=7>.
156. Клевцов К.М. Проектування виробництв галузі: [нав. посіб.] / К.М. Клевцов. – К.: ІСМО, 1998. – 51 с.
157. Тарифи на електроенергію для підприємств у 2021 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://delaenergy.systems/articles/tarifi-na-elektroenergiyu-dlya-pidpri%D1%94mstv-u-2021-roczy/>.
158. Порядок нарахування податку на додану вартість: облік за подіями [Електронний ресурс]. – К., 2021. – Режим доступу: https://pidruchniki.com/69573/buhgalterskiy_oblik_ta_audit/poryadok_narahuvannya_podatku_dodanu_vartist_oblik_podiyami.
159. 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.
160. Стандартизація і сертифікація продукції легкої промисловості: [підручн. для вузів] / О.Ф. Богданова, Т.О. Кузьміна, С.С. Бабіч та ін.; під заг. ред. Л.А. Чурсіної. – Херсон: ХНТУ, 2005. – 423 с.

Додаток А

Дослідження технологічних характеристик
стебел та волокон льону олійного

А.1 Експериментальні дослідження виділеного лубу зі стебел соломи льону олійного сорту Дебют, одержаного після комбайнового збирання насіння

Таблиця А.1 – Розривне навантаження скрученої стрічки лубу льону олійного

Номер досліду	Графічне зображення розривного навантаження, Н	Розривне навантаження, Н/даН	Номер досліду	Графічне зображення розривного навантаження, Н	Розривне навантаження, Н/даН
1		58,84/5,9	6		119,6/12,0
2		65,1/6,5	7		115,8/11,6
3		101,4/10,1	8		58/5,8
4		191,5/19,2	9		150,2/15,0
5		147,7/14,8	Середнє значення розривного навантаження скрученої стрічки волокон, даН		112,2/11,2

Таблиця А.2 – Розподіл лубу льону олійного за довжиною в кожній групі

Номер групи за порядком i	Групи довжин, мм	Середня арифметична довжина лубу у кожній групі L_a , мм	Кількість лубу у групах n	Маса лубу у групах m , г	Масова частка лубу у групах M , %
1	0-5,0	2,5	1886	0,032	0,64
2	5,0-10,0	7,5	2634	0,128	2,58
3	10,0-15,0	12,5	2072	0,257	5,18
4	15,0-20,0	17,5	2629	0,432	8,70
5	20,0-25,0	22,5	3561	0,458	9,22
6	25,0-30,0	27,5	2319	0,534	10,76
7	30,0-35,0	32,5	1760	0,467	9,41
8	35,0-40,0	37,5	1470	0,421	8,48
9	40,0-45,0	42,5	1034	0,264	5,32
10	45,0-50,0	47,5	879	0,342	6,89
11	50,0-55,0	52,5	629	0,289	5,82
12	55,0-60,0	57,5	418	0,242	4,87
13	60,0-65,0	62,5	342	0,115	2,32
14	65,0-70,0	67,5	274	0,210	4,23
15	70,0-75,0	72,5	178	0,112	2,26
16	75,0-80,0	77,5	149	0,107	2,16
17	80,0-85,0	82,5	81	0,064	1,29
18	85,0-90,0	87,5	73	0,090	1,81
19	90,0-95,0	92,5	42	0,046	0,93
20	95,0-100,0	97,5	38	0,104	2,09
21	100,0-105,0	102,5	27	0,109	2,20
22	105,0-110,0	107,5	23	0,054	1,09
23	110,0-115,0	112,5	12	0,042	0,85
24	115,0-120,0	117,5	10	0,027	0,54
25	120,0-125,0	122,5	5	0,019	0,38
Всього	-	-	22545	4,965	100,0

Таблиця А.3 – Якісні характеристики лубу льону олійного загальної наважки

№ з/п	Найменування характеристик	Значення характеристик
1	Середня арифметична довжина, мм	26,1
2	Середня масодовжина, мм	43,6
3	Модальна довжина лубу, мм	22,5
4	Штапельна довжина лубу, мм	42,2
5	Модальна масодовжина, мм	27,5
6	Штапельна масодовжина, мм	57,6
7	Середнє квадратичне відхилення за довжиною, мм	18,27
8	Коефіцієнт варіації за довжиною, %	70,0
9	Середнє квадратичне відхилення за масодовжиною, мм	26,1
10	Коефіцієнт варіації за масодовжиною, %	59,7
11	Відносне розривне навантаження лубу, сН (текс)	6,7-8,5
12	Відносне видовження одиничного лубу на момент розриву, %	2,1-2,6
13	Середня лінійна щільність лубу, (текс)	6,88

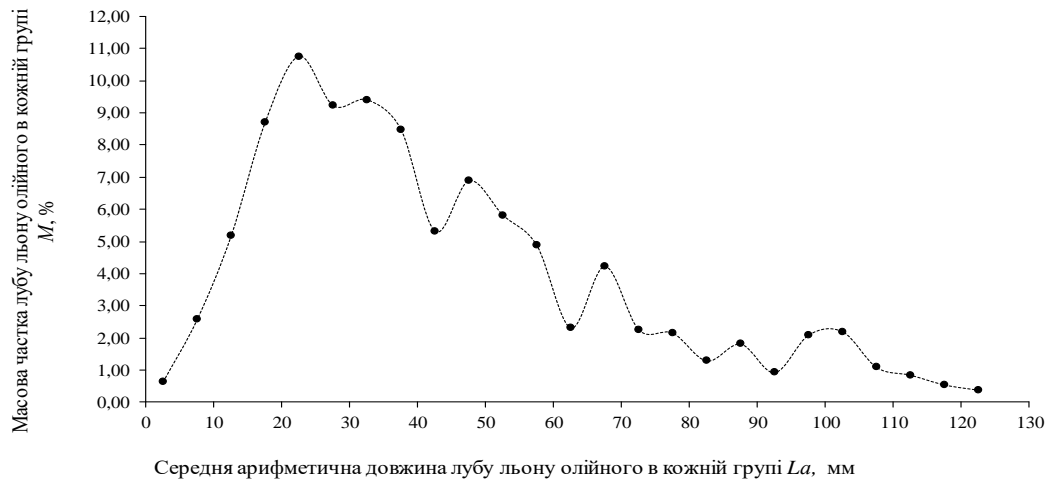


Рис. А.1 – Діаграма розподілу льону олійного за довжиною в кожній групі

Таблиця А.4 – Масова частка льону прядильної групи загальної наважки та лінійна щільність в кожній групі

Номер групи за порядком i	Групи довжин, мм	Середня арифметична довжина льону у кожній групі L_a , мм	Масова частка льону у групах M , %	Лінійна щільність льону, текс
1	0-15,0	7,5	8,40	5,92
2	15,0-45,0	30,0	51,88	6,72
3	45,0-125,0	85,0	39,72	7,23
Всього	-	-	100,0	-

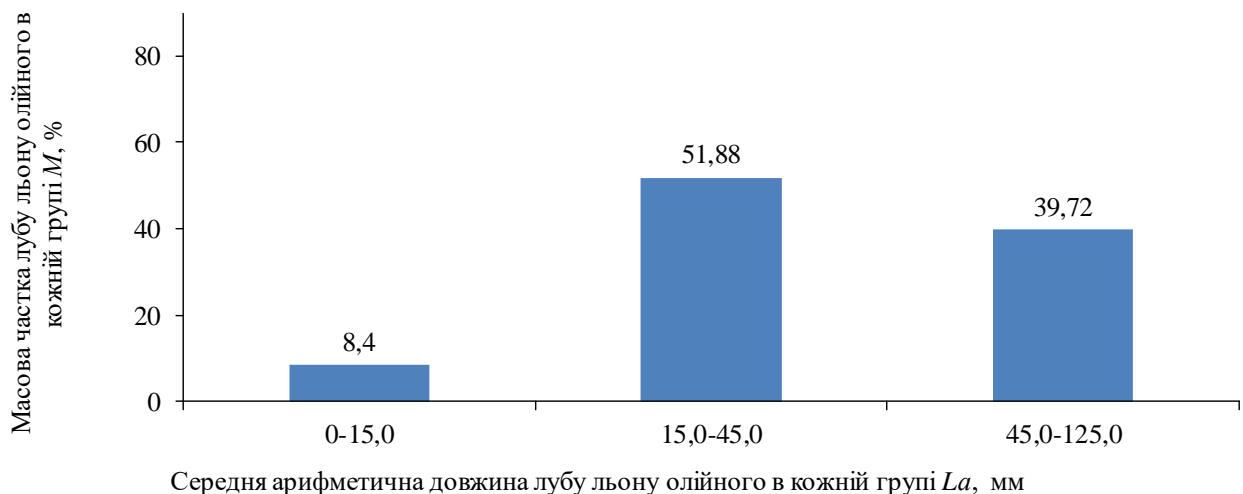


Рис. А.2 – Штапельна діаграма розподілу льону олійного за довжиною в кожній групі

А.2 Дослідження фізико-механічних властивостей трести льону олійного, одержаної зі стебел соломі після комбайнового збирання насіння

Таблиця А.5 – Загальна характеристика показників якості трести льону олійного сорту Айсберг

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору волокна	Відкремлюваність, од	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса волокон у групах, г	Масова частка волокон у групах, %	Вихід волокна в кожній групі від загальної маси стебел, %
1	(0-10)	5	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,03	0,11	0,03
2	(10-20)	15	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,03	0,11	0,03
3	(20-30)	25	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,1	39	-	-	0,2	0,21	0,06	0,22	0,06
4	(30-40)	35	волоць	волоць	1,3	41	I	-	0,3	0,32	0,09	0,33	0,09
5	(40-50)	45	волоць	волоць	1,5	49	I	-	0,7	0,74	0,20	0,73	0,21
6	(50-60)	55	волоць	волоць	1,3	36	I	-	0,5	0,53	0,15	0,54	0,16
7	(60-70)	65	волоць	волоць	1,4	47	I	-	0,8	0,84	0,23	0,84	0,24
8	(70-80)	75	волоць	волоць	1,7	40	II	-	1,2	1,26	0,34	1,23	0,36
9	(80-90)	85	волоць	волоць	1,5	42	II	-	1,1	1,16	0,31	1,13	0,33
10	(90-100)	95	89	94	2,1	33	II	1,2	2	2,11	0,58	2,11	0,61
11	(100-110)	105	97	92	1,8	30	II	1,3	1,4	1,48	0,40	1,45	0,42
12	(110-120)	115	107	93	2	29	II	2	1,9	2,00	0,55	2,00	0,58
13	(120-130)	125	112	90	2,1	26	II	2	2	2,11	0,58	2,11	0,61
14	(130-140)	135	126	93	2,6	31	II	2,1	4	4,21	1,16	4,21	1,22
15	(140-150)	145	131	90	2,3	26	II	2,3	2,8	2,95	0,82	2,98	0,86
16	(150-160)	155	139	90	2,4	23	II	2,4	2,9	3,06	0,84	3,05	0,89
17	(160-170)	165	146	88	1,9	22	III	2,5	1,9	2,00	0,55	2,00	0,58
18	(170-180)	175	149	85	2,6	28	III	2,5	4,7	4,95	1,37	4,97	1,44
19	(180-190)	185	163	88	2,3	4	III	2,6	0,6	0,63	0,17	0,62	0,18
20	(190-200)	195	175	90	1,8	4	III	2,6	0,4	0,42	0,12	0,44	0,13
21	(200-210)	205	186	91	2,2	23	III	2,7	3,2	3,37	0,93	3,38	0,98
22	(210-220)	215	191	89	1,9	14	III	2,7	1,5	1,58	0,43	1,56	0,45
23	(220-230)	225	200	89	2,1	4	III	2,7	0,6	0,63	0,17	0,62	0,18
24	(230-240)	235	219	93	2,3	24	III	2,8	4,2	4,43	1,22	4,43	1,29
25	(240-250)	245	235	96	2,1	21	III	2,7	3,2	3,37	0,93	3,38	0,98
26	(250-260)	255	243	95	2,3	20	III	2,8	3,2	3,37	0,93	3,38	0,98
27	(260-270)	265	249	94	2	22	III	2,7	3,3	3,48	0,95	3,45	1,00
28	(270-280)	275	267	97	2,2	15	III	2,8	2,8	2,95	0,82	2,98	0,86
29	(280-290)	285	272	95	2,3	16	III	2,9	3,4	3,58	0,98	3,56	1,03
30	(290-300)	295	286	97	2,4	18	III	3,8	4,3	4,53	1,25	4,54	1,32
31	(300-310)	305	296	97	2,4	20	III	3,3	5	5,27	1,46	5,30	1,54
32	(310-320)	315	299	95	2,3	18	III	3,4	4,2	4,43	1,22	4,43	1,29
33	(320-330)	325	315	97	2,3	11	III	2,6	2,7	2,85	0,79	2,87	0,83
34	(330-340)	335	319	95	2,6	12	III	3,6	3,8	4,00	1,11	4,03	1,17
35	(340-350)	345	327	95	2,3	12	III	3,8	3,1	3,27	0,90	3,27	0,95
36	(350-360)	355	344	97	2,6	11	III	3,9	3,7	3,90	1,08	3,92	1,14
37	(360-370)	365	339	93	2,5	7	III	3,9	2,3	2,42	0,67	2,43	0,71
38	(370-380)	375	355	95	2,7	6	III	4,2	2,3	2,42	0,67	2,43	0,71

Продовження табл. А.5

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору волокна	Відокремлюваність, од	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса волокон у групах, г	Масова частка волокон у групах, %	Вихід волокна в кожній групі від загальної маси стебел, %
39	(380-390)	385	368	96	3	5	III	4,2	2,4	2,53	0,70	2,54	0,74
40	(390-400)	395	375	95	2,7	4	III	4,4	1,6	1,69	0,46	1,67	0,48
41	(400-410)	405	392	97	2,1	4	III	4,4	1	1,05	0,29	1,05	0,31
42	(410-420)	415	406	98	2,9	3	III	4,4	1,5	1,58	0,43	1,56	0,45
43	(420-430)	425	410	96	3,1	2	III	4,8	0,9	0,95	0,26	0,94	0,27
44	(430-440)	435	421	97	3	2	III	4,6	1,1	1,16	0,31	1,13	0,33
Всього						844			94,9	100	27,54	100	29,02
Математично-статистична обробка даних													
Середнє значення $X_{сер}$	220	200	74,35	2,1	19,18	III	3,1	2,57	2,71	0,75	2,71	0,79	
Середнє квадратичне відхилення, σ	128,45	102,09	3,29	0,66	13,74		0,93	1,39	1,47	0,41	1,47	0,43	
Похибка експерименту, v , %	8,80	7,70	0,67	4,73	10,80		4,55	8,16	8,16	8,19	8,19	8,19	

Таблиця А.6 – Загальна характеристика показників якості трести льону олійного сорту Дебют

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору волокна	Відокремлюваність, од	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса волокон у групах, г	Масова частка волокон у групах, %	Вихід волокна в кожній групі від загальної маси стебел, %
1	(0-10)	5	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,03	0,11	0,03
2	(10-20)	15	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,03	0,11	0,03
3	(20-30)	25	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,03	0,11	0,03
4	(30-40)	35	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,03	0,11	0,03
5	(40-50)	45	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,03	0,11	0,03
6	(50-60)	55	волоть	волоть	1,1	10	I	-	0,1	0,10	0,03	0,10	0,03
7	(60-70)	65	волоть	волоть	1,2	6	I	-	0,1	0,08	0,03	0,08	0,03
8	(70-80)	75	волоть	волоть	1,2	9	I	-	0,1	0,15	0,04	0,15	0,05
9	(80-90)	85	волоть	волоть	1,3	13	I	-	0,3	0,27	0,08	0,28	0,09
10	(90-100)	95	волоть	волоть	1,4	10	I		0,3	0,27	0,08	0,27	0,09
11	(100-110)	105	92	87,62	1,8	10	II	1,38	0,4	0,37	0,11	0,37	0,12
12	(110-120)	115	100	86,96	1,9	17	II	1,5	0,7	0,76	0,23	0,76	0,24
13	(120-130)	125	106	84,80	2,0	17	II	2,3	0,9	0,91	0,28	0,92	0,29
14	(130-140)	135	110	81,48	2,1	13	II	2,3	0,8	0,82	0,25	0,83	0,26

Продовження табл. А.6

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору волокна	Відокремлюваність, од	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса волокон у групах, г	Масова частка волокон у групах, %	Вихід волокна в кожній групі від загальної маси стебел, %
15	(140-150)	145	123	84,83	2,0	11	II	2,42	0,7	0,68	0,21	0,69	0,22
16	(150-160)	155	135	87,10	2,1	17	II	2,65	1,2	1,24	0,38	1,24	0,40
17	(160-170)	165	144	87,27	2,0	19	II	2,76	1,3	1,35	0,41	1,35	0,43
18	(170-180)	175	150	85,71	2,2	17	II	2,88	1,5	1,53	0,47	1,54	0,49
19	(180-190)	185	155	83,78	2,0	14	III	2,88	1,1	1,11	0,34	1,12	0,36
20	(190-200)	195	172	88,21	2,2	21	III	2,99	2,0	2,11	0,64	2,12	0,67
21	(200-210)	205	164	80,00	2,1	13	III	2,99	1,2	1,25	0,38	1,26	0,40
22	(210-220)	215	173	80,47	2,4	21	III	3,11	2,6	2,74	0,84	2,76	0,88
23	(220-230)	225	168	74,67	2,3	19	III	3,11	2,3	2,38	0,73	2,40	0,76
24	(230-240)	235	176	74,89	2,5	15	III	3,11	2,2	2,31	0,70	2,32	0,74
25	(240-250)	245	191	77,96	2,6	20	III	3,11	3,3	3,47	1,06	3,49	1,11
26	(250-260)	255	214	83,92	2,4	23	III	3,11	3,4	3,56	1,08	3,59	1,14
27	(260-270)	265	232	87,55	2,3	13	III	3,11	1,8	1,92	0,58	1,93	0,61
28	(270-280)	275	240	87,27	2,3	18	III	3,11	2,6	2,76	0,84	2,78	0,88
29	(280-290)	285	245	85,96	2,4	22	III	3,22	3,6	3,81	1,16	3,83	1,22
30	(290-300)	295	263	89,15	2,7	15	III	3,22	3,2	3,36	1,02	3,38	1,08
31	(300-310)	305	277	90,82	2,5	16	III	3,11	3,0	3,19	0,97	3,21	1,02
32	(310-320)	315	290	92,06	2,8	15	III	3,8	3,7	3,86	1,18	3,89	1,24
33	(320-330)	325	302	92,92	3,0	11	III	3,91	3,2	3,34	1,02	3,36	1,07
34	(330-340)	335	316	94,33	3,0	12	III	3,2	3,6	3,75	1,14	3,78	1,20
35	(340-350)	345	323	93,62	3,0	10	III	4,14	3,3	3,42	1,04	3,44	1,09
36	(350-360)	355	330	92,96	3,2	13	III	4,37	4,9	5,17	1,57	5,20	1,65
37	(360-370)	365	342	93,70	3,4	10	III	4,49	4,4	4,58	1,39	4,61	1,47
38	(370-380)	375	356	94,93	3,3	8	III	4,49	3,4	3,57	1,09	3,59	1,14
39	(380-390)	385	369	95,84	3,5	9	III	4,83	4,4	4,61	1,40	4,63	1,47
40	(390-400)	395	382	96,71	3,6	11	III	4,83	5,8	6,08	1,85	6,11	1,94
41	(400-410)	405	395	97,53	3,4	7	III	5,06	3,4	3,56	1,08	3,58	1,14
42	(410-420)	415	403	97,11	3,8	5	III	5,06	3,1	3,22	0,98	3,23	1,03
43	(420-430)	425	412	96,94	3,7	6	III	5,06	3,6	3,77	1,15	3,79	1,21
44	(430-440)	435	425	97,70	3,9	4	III	5,52	2,7	2,84	0,86	2,86	0,91
45	(440-450)	445	437	98,20	3,7	2	III	5,29	1,3	1,31	0,40	1,32	0,42
46	(450-460)	455	446	98,02	4,0	1	III	5,17	0,7	0,78	0,24	0,78	0,25
47	(460-470)	465	450	96,77	3,9	2	III	5,41	1,4	1,52	0,46	1,53	0,49
48	(470-480)	475	464	97,68	4,0	1	III	5,48	0,8	0,81	0,25	0,82	0,26
49	(480-490)	485	477	98,35	3,8	1	III	5,64	0,7	0,75	0,23	0,76	0,24
Всього						527			95,1	100,0	30,4	100,6	31,99
Математично-статистична обробка даних													
Середнє значення, $X_{сер}$		245	217	71,34	2,4	10,8	III	3,70	1,94	2,04	0,62	4,02	1,28
Середнє квадратичне відхилення, σ		142,89	120,58	6,83	1,13	6,78	-	1,16	1,53	1,61	0,49	1,62	4,46
Похибка експерименту, $v, \%$		8,33	7,94	1,37	6,82	9,01	-	4,50	11,25	11,25	11,25	5,74	49,80

Таблиця А.7 – Загальна характеристика показників якості трести льону олійного сорту Лірина

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору волокна	Відокремлюваність, од	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса волокон у групах, г	Масова частка волокон у групах, %	Вихід волокна в кожній групі від загальної маси стебел, %
1	(0-10)	5	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,05	0,15	0,05
2	(10-20)	15	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,05	0,15	0,05
3	(20-30)	25	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,05	0,15	0,05
4	(30-40)	35	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,2	0,21	0,07	0,21	0,08
5	(40-50)	45	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	0	0	-	-	0,1	0,11	0,08	0,24	0,09
6	(50-60)	55	волоць	волоць	1,3	10	I	-	0,2	0,21	0,07	0,21	0,08
7	(60-70)	65	волоць	волоць	1,2	7	I	-	0,2	0,21	0,07	0,21	0,08
8	(70-80)	75	волоць	волоць	1,3	8	I	-	0,3	0,32	0,11	0,32	0,11
9	(80-90)	85	волоць	волоць	1,4	12	I	-	0,2	0,21	0,07	0,21	0,08
10	(90-100)	95	волоць	волоць	1,4	11	I	-	0,3	0,32	0,11	0,32	0,11
11	(100-110)	105	98	93	1,5	9	II	2,38	0,2	0,21	0,07	0,21	0,08
12	(110-120)	115	103	90	1,7	16	II	2,5	0,2	0,24	0,08	0,24	0,09
13	(120-130)	125	118	94	2	15	II	2,3	0,3	0,34	0,11	0,34	0,12
14	(130-140)	135	129	96	2,1	14	II	3,3	0,4	0,38	0,13	0,37	0,13
15	(140-150)	145	135	93	2,4	12	II	3,42	0,4	0,45	0,15	0,45	0,16
16	(150-160)	155	149	96	2,2	18	II	3,65	0,6	0,61	0,20	0,61	0,22
17	(160-170)	165	158	96	2,3	17	II	3	0,6	0,67	0,22	0,67	0,24
18	(170-180)	175	170	97	2,4	16	II	3,12	0,7	0,73	0,24	0,73	0,26
19	(180-190)	185	177	96	2,6	13	III	3,1	0,7	0,73	0,24	0,73	0,26
20	(190-200)	195	190	97	2,8	22	III	3	1,4	1,52	0,51	1,51	0,54
21	(200-210)	205	196	96	2,5	15	III	3,5	0,8	0,87	0,29	0,86	0,31
22	(210-220)	215	208	97	2,7	23	III	3,11	1,5	1,63	0,54	1,62	0,58
23	(220-230)	225	213	95	2,8	18	III	3,95	1,3	1,43	0,48	1,43	0,51
24	(230-240)	235	226	96	2,9	16	IV	3,1	1,3	1,43	0,48	1,42	0,51
25	(240-250)	245	239	98	2,8	21	III	3,89	1,7	1,82	0,61	1,81	0,65
26	(250-260)	255	248	97	3	24	III	3,55	2,3	2,48	0,83	2,48	0,88
27	(260-270)	265	260	98	2,4	12	III	3,67	0,8	0,83	0,28	0,82	0,29
28	(270-280)	275	269	98	2,3	27	IV	3,11	1,7	1,77	0,59	1,77	0,63
29	(280-290)	285	277	97	2,3	24	III	3,22	1,5	1,63	0,54	1,63	0,58
30	(290-300)	295	286	97	2,4	17	III	3,22	1,2	1,30	0,43	1,30	0,46
31	(300-310)	305	295	97	2,7	15	IV	3,11	1,4	1,50	0,50	1,50	0,53
32	(310-320)	315	302	96	2,7	14	III	3,8	1,4	1,45	0,48	1,45	0,51
33	(320-330)	325	312	96	2,8	12	IV	3,91	1,3	1,38	0,46	1,37	0,49
34	(330-340)	335	320	96	3,2	14	IV	3,2	2,0	2,17	0,72	2,16	0,77
35	(340-350)	345	330	96	3	11	IV	4,14	1,4	1,54	0,51	1,54	0,55
36	(350-360)	355	342	96	3,5	13	IV	4,37	2,4	2,55	0,85	2,54	0,90
37	(360-370)	365	355	97	3,4	15	IV	4,49	2,7	2,85	0,95	2,85	1,01
38	(370-380)	375	367	98	3,6	12	IV	4,49	2,5	2,63	0,88	2,62	0,93

Продовження табл. А.7

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору волокна	Відокремлюваність, од	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса волокон у групах, г	Масова частка волокон у групах, %	Вихід волокна в кожній групі від загальної маси стебел, %
39	(380-390)	385	380	99	3,3	12	IV	4,83	2,1	2,27	0,76	2,26	0,81
40	(390-400)	395	389	98	3,5	14	IV	4,83	2,9	3,05	1,02	3,05	1,08
41	(400-410)	405	398	98	3,6	16	IV	5,06	3,6	3,79	1,26	3,78	1,34
42	(410-420)	415	409	99	3,2	13	IV	5,18	2,3	2,49	0,83	2,48	0,88
43	(420-430)	425	420	99	3,6	15	IV	5,26	3,5	3,72	1,24	3,71	1,32
44	(430-440)	435	428	98	3,7	11	IV	5,52	2,8	2,95	0,99	2,95	1,05
45	(440-450)	445	437	98	3,7	9	IV	5,29	2,3	2,47	0,83	2,47	0,88
46	(450-460)	455	446	98	3,8	12	IV	5,17	3,3	3,55	1,19	3,54	1,26
47	(460-470)	465	456	98	3,5	10	IV	5,41	2,4	2,57	0,86	2,56	0,91
48	(470-480)	475	465	98	3,4	8	IV	5,48	1,9	1,98	0,66	1,98	0,70
49	(480-490)	485	477	98	3,6	9	IV	5,64	2,4	2,55	0,85	2,54	0,91
50	(490-500)	495	487	98	3,7	11	IV	5,6	3,2	3,36	1,12	3,35	1,19
51	(500-510)	505	495	98	3	7	IV	5,5	1,3	1,43	0,48	1,43	0,51
52	(510-520)	515	508	99	3,3	9	IV	5,7	2,1	2,28	0,76	2,27	0,81
53	(520-530)	525	519	99	3,6	10	IV	6,1	2,9	3,07	1,02	3,06	1,09
54	(530-540)	535	527	99	3,2	8	IV	5,8	1,9	1,98	0,66	1,97	0,70
55	(540-550)	545	541	99	3,5	6	IV	5,7	1,7	1,81	0,60	1,80	0,64
56	(550-560)	555	547	99	3,1	9	IV	6,0	2,0	2,16	0,72	2,16	0,77
57	(560-570)	565	555	98	3,3	5	IV	6,0	1,3	1,39	0,46	1,38	0,49
58	(570-580)	575	569	99	3,5	5	IV	6,2	1,5	1,59	0,53	1,58	0,56
59	(580-590)	585	575	98	3,7	7	IV	6,1	2,4	2,53	0,84	2,52	0,90
60	(590-600)	595	583	98	3	4	IV	6,1	0,9	0,97	0,32	0,96	0,34
61	(600-610)	605	589	97	3,4	4	IV	6,3	1,2	1,26	0,42	1,26	0,45
62	(610-620)	615	597	97	3,6	1	IV	6,7	0,3	0,36	0,12	0,36	0,13
63	(620-630)	625	608	97	3,5	2	IV	6,4	0,6	0,69	0,23	0,69	0,25
64	(630-640)	635	622	98	3,6	1	IV	6,3	0,3	0,37	0,12	0,37	0,13
65	(640-650)	645	632	98	3,7	1	IV	6,6	0,4	0,40	0,13	0,40	0,14
66	(650-660)	655	645	98	3,9	2	IV	6,6	0,8	0,90	0,30	0,90	0,32
67	(660-670)	665	656	99	3,5	1	IV	6,8	0,3	0,37	0,12	0,37	0,13
68	(670-680)	675	665	99	3,6	2	IV	6,7	0,7	0,79	0,26	0,79	0,28
69	(680-690)	685	677	99	3,8	1	IV	7,0	0,4	0,45	0,15	0,44	0,16
70	(690-700)	695	691	99	4	2	IV	7,0	0,9	1,00	0,33	1,00	0,36
71	(700-710)	705	703	100	3,7	1	IV	6,9	0,4	0,44	0,15	0,43	0,15
Всього						731	-	-	94,03	100,00	33,47	100,00	35,59
Математично-статистична обробка даних													
Середнє значення, $X_{сер}$	355	340	83,58	2,8	10,3	IV	4,8	1,3	1,4	0,5	1,4	0,5	
Середнє квадратичне відхилення, σ	206,40	176,97	1,75	1,05	6,71		1,40	0,97	1,03	0,34	1,03	0,37	
Похибка експерименту, v , %	6,90	6,18	0,25	4,50	7,73		3,48	8,70	8,70	8,64	8,64	8,64	

Таблиця А.8 – Узагальнені фізико-механічні показники трести льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина

№ з/п	Найменування показників	Айсберг	Дебют	Лірина	Середні значення
1	Засміченість, %	6,02	4,87	5,74	5,43
2	Вихід волокна, %	29,02	31,99	35,59	32,20
3	Група кольору волокна	III	III	IV	III
4	Загальна довжина, мм	220	245	355	273,33
5	Технічна довжина, мм	200	217	340	252,33
6	Технічна частина в загальній довжині, %	74,35	71,34	83,58	76,42
7	Діаметр, мм	2,1	2,4	2,8	2,40
8	Відокремлюваність, од	3,1	3,7	4,8	3,85

$$y = 8E-17x^6 + 1E-11x^5 - 2E-08x^4 + 1E-05x^3 - 0,0034x^2 + 1,1802x - 5,4765$$

$$R^2 = 0,9998$$

(A.1)



Рис. А.3 – Розподіл стебел трести льону олійного за середньою та технічною довжиною в кожній групі



$$y = 8E-16x^6 - 8E-13x^5 - 2E-10x^4 + 5E-07x^3 - 0,0002x^2 + 0,0427x - 0,8839$$

$$R^2 = 0,9606 \quad (A.2)$$

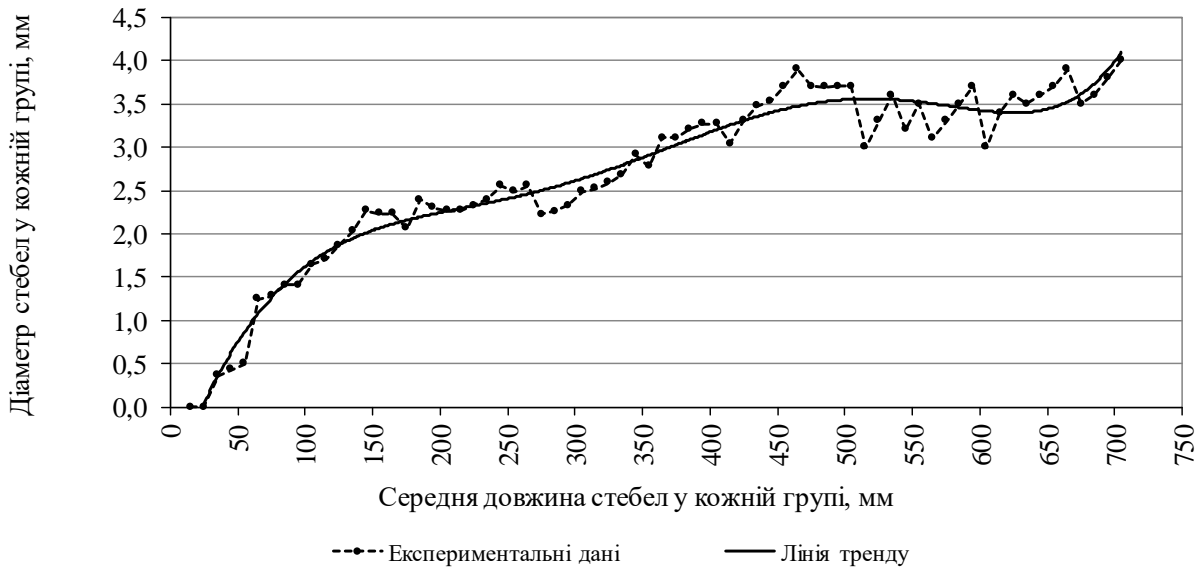


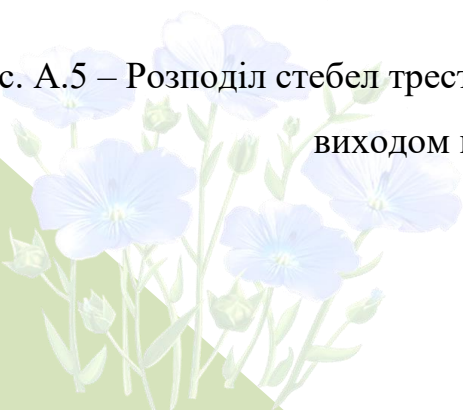
Рис. А.4 – Розподіл стебел трести льону олійного за середньою довжиною та діаметром у кожній групі

$$y = -2E-16x^6 + 4E-13x^5 - 7E-11x^4 - 2E-07x^3 + 9E-05x^2 - 0,0007x + 0,1438$$

$$R^2 = 0,8046 \quad (A.3)$$



Рис. А.5 – Розподіл стебел трести льону олійного за середньою довжиною та виходом волокна в кожній групі



А.3 Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей трести льону олійного, одержаної зі стебел після ручного брання

Таблиця А.9 – Фізико-механічні показники трести, одержаної зі стебел льону олійного сорту Айсберг

№ з/п	Найменування показників	Частина жмені стебел					Середні значення, $\bar{x}_{сер}$	Середнє квадратичне відхилення, σ	Похибка експерименту, $v, \%$
		1	2	3	4	5			
1	Засміченість, %	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Вихід волокна, %	20,2	17,7	16,5	11,4	19,7	17,1	3,52	9,21
3	Група кольору волокна	II	III	IV	III	III	III		
4	Загальна довжина, мм	520	530	490	480	540	512	25,88	2,26
5	Технічна довжина, мм	330	320	300	290	340	316	20,74	2,93
6	Технічна частина в загальній довжині, %	63,5	60,4	61,2	60,4	63,0	61,7	1,46	1,06
7	Діаметр, мм	3,8	2,2	2,8	3,5	1,7	2,8	0,87	13,97
8	Відокремлюваність, од	3,0	4,5	6,2	5,6	4,7	4,8	1,2	11,35

Таблиця А.10 – Фізико-механічні показники трести, одержаної зі стебел льону олійного сорту Дебют

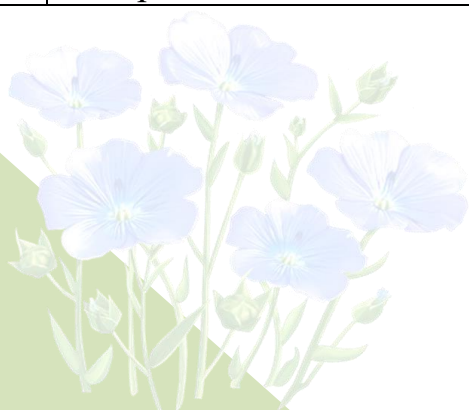
№ з/п	Найменування показників	Частина жмені стебел					Середні значення, $\bar{x}_{сер}$	Середнє квадратичне відхилення, σ	Похибка експерименту, $v, \%$
		1	2	3	4	5			
1	Засміченість, %	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Вихід волокна, %	13,4	17,2	19,5	21,7	20,3	18,42	3,25	7,88
3	Група кольору волокна	III	IV	III	III	III	III	-	-
4	Загальна довжина, мм	480	540	510	490	520	508	23,87	2,10
5	Технічна довжина, мм	330	360	310	300	320	324	23,02	3,18
6	Технічна частина в загальній довжині, %	75,0	61,1	60,7	61,2	61,5	63,9	6,21	4,35
7	Діаметр, мм	1,4	1,9	2,3	3,3	2,6	2,3	0,72	13,95
8	Відокремлюваність, од	5,8	6,7	4,0	3,7	3,9	4,8	1,3	12,51

Таблиця А.11 – Фізико-механічні показники трести, одержаної зі стебел льону олійного сорту Лірина

№ з/п	Найменування показників	Частина жмені стебел					Середні значення, $X_{ср}$	Середнє квадратичне відхилення, σ	Похибка експерименту, v , %
		1	2	3	4	5			
1	Засміченість, %	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Вихід волокна, %	24,2	26,7	27,8	25,3	22,1	25,22	2,22	3,93
3	Група кольору волокна	IV	IV	IV	IV	IV	IV		
4	Загальна довжина, мм	630	710	730	680	620	674	48,27	3,20
5	Технічна довжина, мм	490	560	580	520	470	524	46,15	3,94
6	Технічна частина в загальній довжині, %	75,4	78,9	79,5	76,5	75,8	77,22	1,86	1,08
7	Діаметр, мм	5,1	3,8	4,1	3,5	2,4	3,78	0,98	11,57
8	Відокремлюваність, од	6,1	4,8	4,5	5,3	6,5	5,4	0,8	6,97

Таблиця А.12 – Узагальнені фізико-механічні показники трести льону олійного сортів Айсберг, Дебют та Лірина

№ з/п	Найменування показників	Айсберг	Дебют	Лірина	Середні значення
1	Засміченість, %	0	0	0	0
2	Вихід волокна, %	17,1	18,4	25,2	20,2
3	Група кольору волокна	III	III	IV	III
4	Загальна довжина, мм	512,0	508,0	674,0	565
5	Технічна довжина, мм	316,0	324,0	524,0	388
6	Технічна частина в загальній довжині, %	61,7	63,9	77,2	67,6
7	Діаметр, мм	2,8	2,3	3,8	3,0
8	Відокремлюваність, од	4,8	4,8	5,4	5,02



$$y = -1E-11x^6 + 4E-08x^5 - 6E-05x^4 + 0,0426x^3 - 17,266x^2 + 3626,1x - 305712, \quad R^2 = 0,9962 \quad (A.4)$$

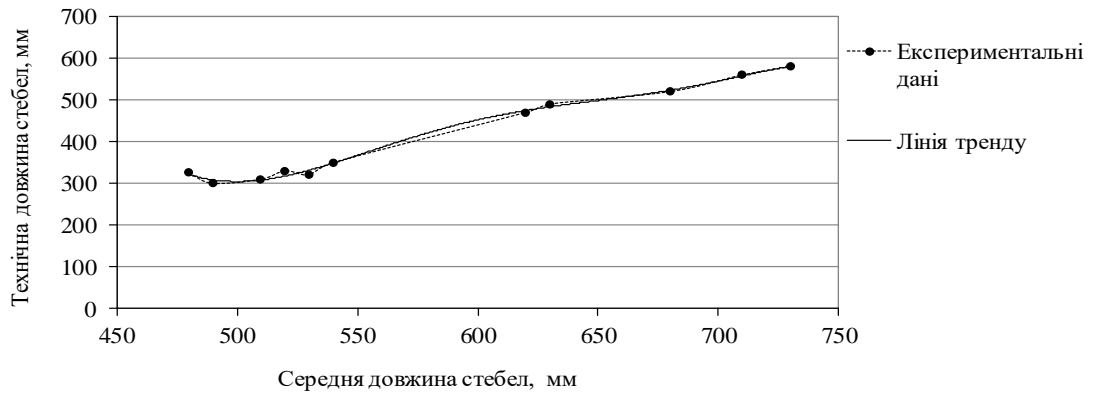


Рис. А.6 – Розподіл стебел трести льону олійного за середньою та технічною довжиною

$$y = -4E-13x^6 + 2E-09x^5 - 3E-06x^4 + 0,0029x^3 - 1,4503x^2 + 382,05x - 41301, \quad R^2 = 0,5958 \quad (A.5)$$

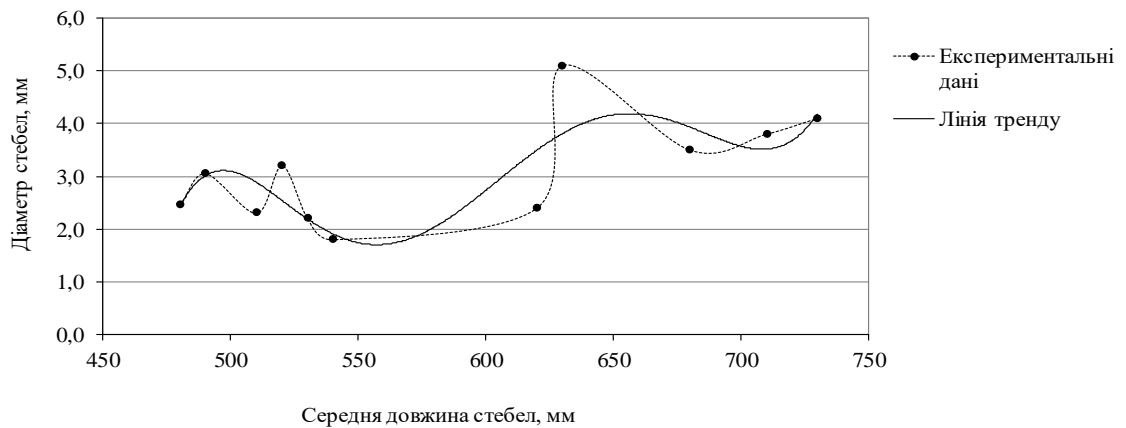


Рис. А.7 – Розподіл стебел трести льону олійного за середньою довжиною та діаметром

$$y = -7E-12x^6 + 3E-08x^5 - 4E-05x^4 + 0,0352x^3 - 16,302x^2 + 4007,9x - 408537, \quad R^2 = 0,9785 \quad (A.6)$$

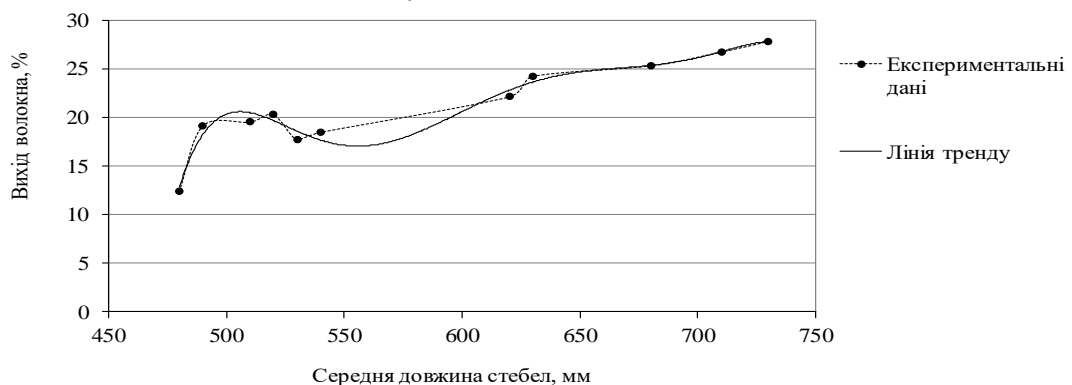


Рис. А.8 – Розподіл стебел трести льону олійного за середньою довжиною та виходом волокна

Таблиця А.13 – Середні та граничні значення фізико-механічних показників трести льону олійного, одержаної зі стебел соломи за двома способами відбору проб

№ з/п	Найменування показників	Треста із соломи після комбайнового збирання насіння		Треста зі стебел після ручного брання	
		граничні значення	середні значення	граничні значення	середні значення
1	Засміченість, %	4,87-6,02	5,43	0,0	0,0
2	Вихід волокна, %	29,02-35,59	32,20	11,4-21,7	20,2
3	Група кольору волокна	III	III	II-IV	III
4	Загальна довжина, см	22,0-35,5	27,3	48,0-67,4	56,5
5	Технічна довжина, см	20,0-34,0	25,2	30,0-52,4	38,8
6	Технічна частина в загальній довжині, %	71,34-83,58	76,42	60,7-77,2	67,6
7	Діаметр, мм	2,1-2,8	2,4	1,4-3,8	3,0
8	Відокремлюваність, од	3,1-3,7	3,85	3,0-6,7	5,02

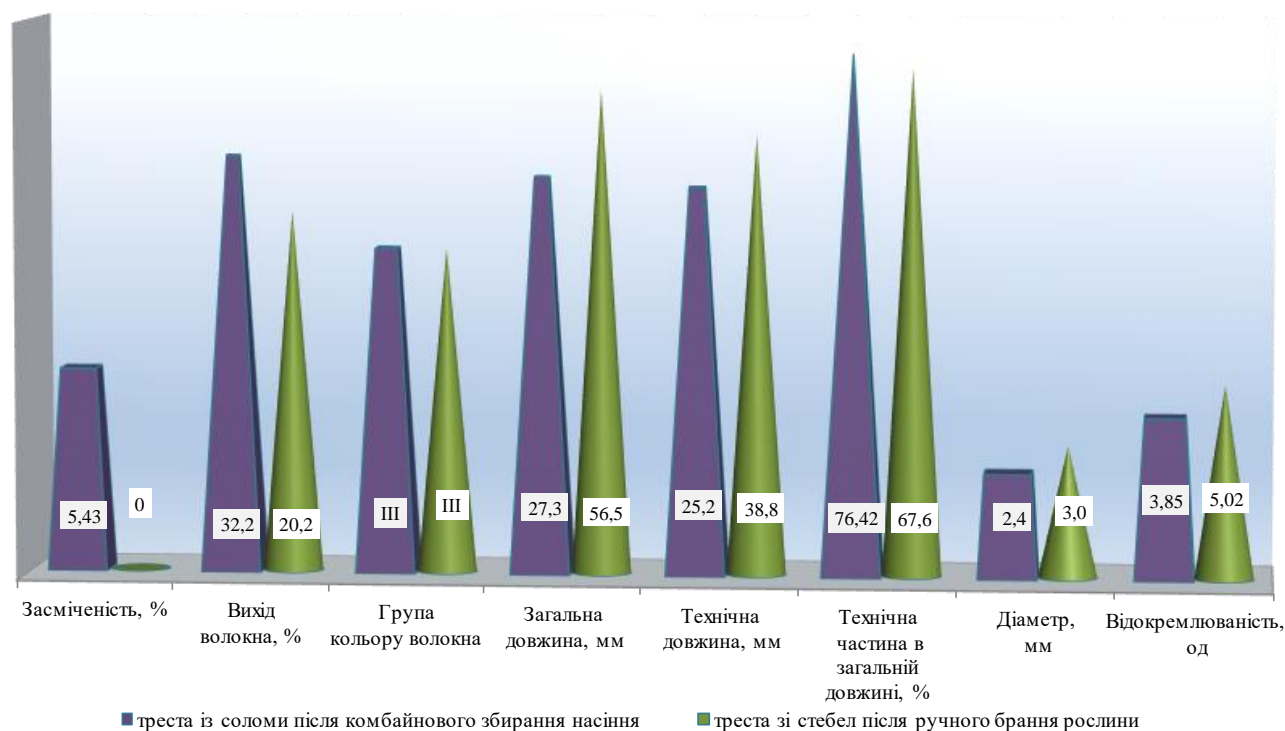
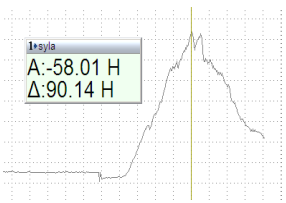

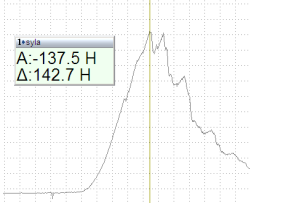
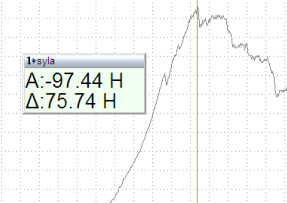
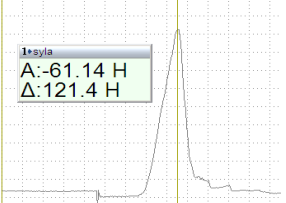
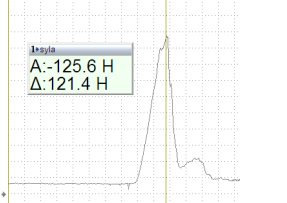
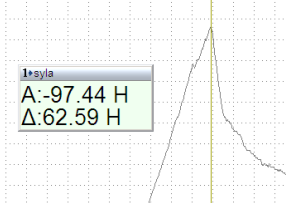
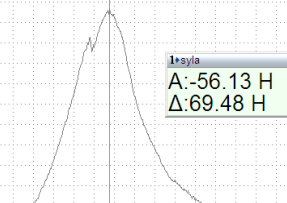
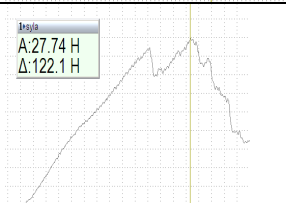


Рис. А.9 – Діаграма середніх значень фізико-механічних показників проб трести, одержаної із стебел соломи льону олійного за різними способами відбору

А.4 Експериментальні дослідження виділеного волокна із трести льону олійного сорту Дебют, одержаної зі стебел соломи після комбайнового збирання насіння

Таблиця А.14 – Розривне навантаження скрученої стрічки волокон

Номер досліджу	Графічне зображення розривного навантаження, Н	Розривне навантаження, Н/даН	Номер досліджу	Графічне зображення розривного навантаження, Н	Розривне навантаження, Н/даН
1		90/9,0	6		55/5,5
2		142,7/14,3	7		75,74/7,6
3		121/12,1	8		121/12,1
4		62,59/6,3	9		69,48/7,0
5		122,1/12,2	Середнє значення розривного навантаження скрученої стрічки волокон, даН		95,51/9,6



Таблиця А.15 – Розподіл волокон льону олійного за довжиною в кожній групі

Номер групи за порядком i	Групи довжин, мм	Середня арифметична довжина волокон у кожній групі L_a , мм	Кількість волокон у групах n	Маса волокон у групах m , г	Масова частка волокон у групах M , %
1	0-5,0	2,5	2132	0,021	0,44
2	5,0-10,0	7,5	2903	0,145	3,04
3	10,0-15,0	12,5	3167	0,281	5,89
4	15,0-20,0	17,5	3341	0,430	9,01
5	20,0-25,0	22,5	2296	0,468	9,81
6	25,0-30,0	27,5	2434	0,452	9,47
7	30,0-35,0	32,5	1698	0,439	9,20
8	35,0-40,0	37,5	1557	0,432	9,05
9	40,0-45,0	42,5	1106	0,241	5,05
10	45,0-50,0	47,5	865	0,343	5,09
11	50,0-55,0	52,5	756	0,297	6,22
12	55,0-60,0	57,5	465	0,237	4,97
13	60,0-65,0	62,5	351	0,185	3,88
14	65,0-70,0	67,5	292	0,263	5,51
15	70,0-75,0	72,5	221	0,123	2,58
16	75,0-80,0	77,5	147	0,104	2,18
17	80,0-85,0	82,5	91	0,052	1,09
18	85,0-90,0	87,5	84	0,070	1,47
19	90,0-95,0	92,5	57	0,037	0,78
20	95,0-100,0	97,5	36	0,043	0,90
21	100,0-105,0	102,5	32	0,083	1,74
22	105,0-110,0	107,5	27	0,049	1,03
23	110,0-115,0	112,5	19	0,041	0,86
24	115,0-120,0	117,5	12	0,022	0,46
25	120,0-125,0	122,5	9	0,015	0,31
Всього:	-	-	24098	4,873	100

Таблиця А.16 – Якісні характеристики волокон льону олійного загальної наважки

№ з/п	Найменування характеристик	Значення характеристик
1	Середня арифметична довжина, мм	25,5
2	Середня масодовжина, мм	42,7
3	Модальна довжина волокон, мм	17,5
4	Штапельна довжина волокон, мм	39,1
5	Модальна масодовжина, мм	22,5
6	Штапельна масодовжина, мм	52,8
7	Середнє квадратичне відхилення за довжиною, мм	18,9
8	Коефіцієнт варіації за довжиною, %	73,8
9	Середнє квадратичне відхилення за масодовжиною, мм	25,1
10	Коефіцієнт варіації за масодовжиною, %	58,9
11	Відносне розривне навантаження волокон, сН (текс)	5,8-7,6
12	Відносне видовження одиничного волокон на момент розриву, %	2,0-2,4
13	Середня лінійна щільність волокон, (текс)	6,34

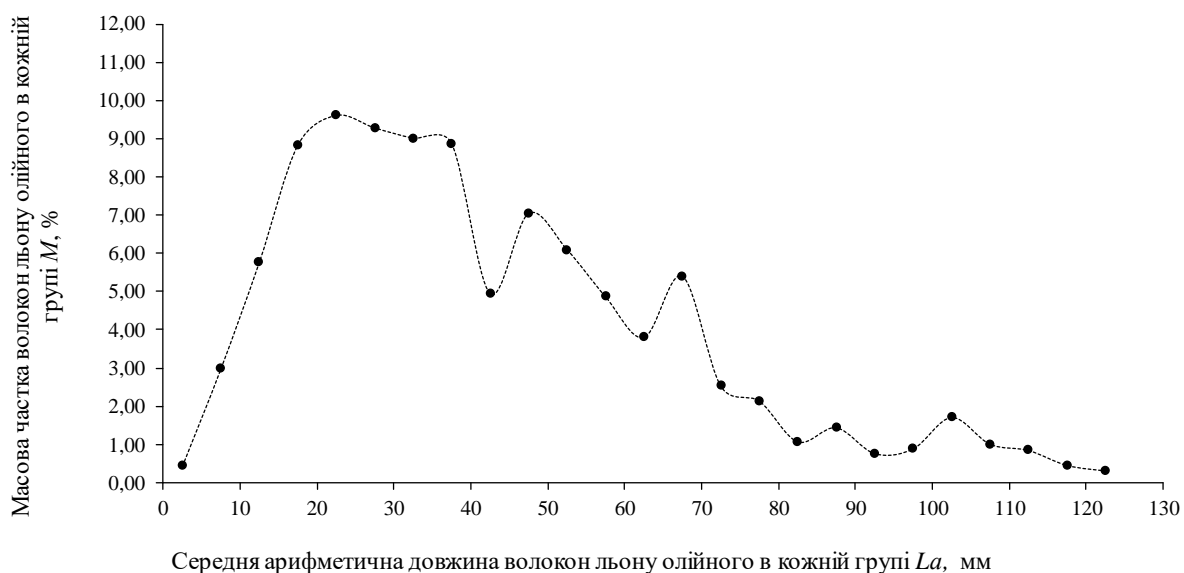


Рис. А.10 – Діаграма розподілу волокон льону олійного за довжиною в кожній групі

Таблиця А.17 – Масова частка волокон прядильної групи загальної наважки та лінійна щільність в кожній групі

Номер групи за порядком i	Групи довжин, мм	Середня арифметична довжина волокон у кожній групі La , мм	Масова частка волокон у групах M , %	Лінійна щільність волокон, текс
1	0-15,0	7,5	9,37	5
2	15,0-45,0	30,0	51,58	6,6
3	45,0-125,0	85,0	39,05	6,33
Всього	-	-	100,0	-

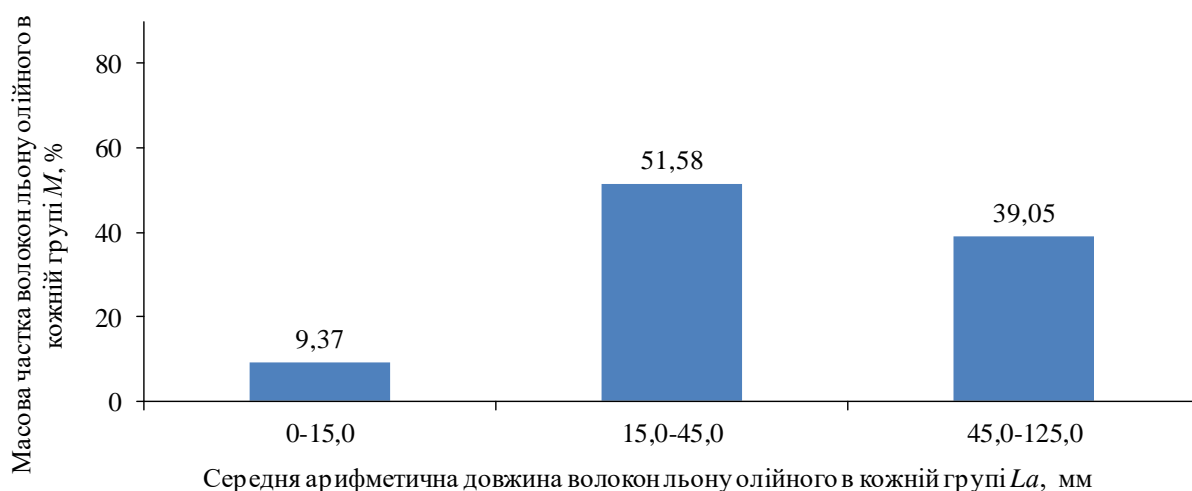


Рис. А.11 – Штапельна діаграма розподілу волокон льону олійного за довжиною в кожній групі

А.5 Дослідження впливу параметрів стебел на вихід лубу методом математичного планування експерименту

З метою визначення впливу параметрів стебел на вихід лубу було використано метод математичного планування експерименту, а саме проведено повний факторний експеримент. Вхідними характеристиками під час експерименту були середня довжина стебел у досліджуваній групі стебел X_1 , середнє значення діаметру стебел X_2 та маса стебел у групі X_3 , а вихідним – вихід лубу Y . Розрахунки було проведено із застосуванням програмного продукту «MathCAD 15», побудовано матриці планування експерименту, поверхні відгуку, складено регресійні рівняння й визначено критерії Кохрена та Стьюдента.

А.5.1 Дослідження впливу параметрів стебел на вихід лубу для сорту Дебют

Результати дослідів за умови реалізації трьох паралельних дослідів ($m = 3$), середні значення вихідного параметра та оцінка дисперсії в кожному досліді, обчислені за формулами (А.7) і (А.8) відповідно, наведені в табл. А.18.

$$\bar{y}_u = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m y_{ui} \tag{A.7}$$

$$s_u^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^m (y_{u_k} - \bar{y}_u)^2 \tag{A.8}$$

Таблиця А.18 – Результати дослідів та оцінка дисперсії

Номер досліду	$\tilde{\sigma}_1$	$\tilde{\sigma}_2$	$\tilde{\sigma}_3$	Вихідний параметр σ , %			Середнє арифметичне значення вихідного параметра $\bar{\sigma}_2$, %	Оцінка дисперсії S_u^2 в досліді
				повторюваність				
				σ_{e_1}	σ_{e_2}	σ_{e_3}		
1	-1	-1	-1	0,04	0,09	0,26	0,13	0,013
2	+1	-1	-1	0,36	0,26	0,52	0,38	0,017
3	-1	+1	-1	0,19	0,29	0,39	0,29	0,01
4	+1	+1	-1	0,68	0,78	0,88	0,78	0,01
5	-1	-1	+1	1,44	1,4	1,64	1,493	0,017
6	+1	-1	+1	1,4	1,7	1,7	1,6	0,03
7	-1	+1	+1	1,42	1,39	1,49	1,433	0,003
8	+1	+1	+1	2,49	2,23	2,1	2,273	0,039

Критерій Кохрена, визначений за формулою $G = s_{u \max}^2 / \left(\sum_{u=1}^n s_u^2 \right) = 0,039 < 0,5157$, отже умова відтворюваності дослідів $G \leq G(q_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}; n; \nu_u)$ задовольняється.

Дисперсія відтворюваності визначалася за залежністю $s_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n s_u^2$ і для нашого випадку, при $m = 3$ і $n = 8$, $S_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}^2 = 0,000426$.

Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стюдента, визначені за формулами (А.9) і (А.10) відповідно, наведені в табл. А.19

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n \bar{y}_u; \\ b_i &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} \bar{y}_u, i = 1, 2, 3; \\ b_{ij} &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} x_{ju} \bar{y}_u, i, j = 1, 2, 3, i \neq j; \\ b_{ijl} &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} x_{ju} x_{lu} \bar{y}_u, i = 1, j = 2, l = 3 \end{aligned} \right\} \quad (\text{А.9})$$

$$\left. \begin{aligned} t_0 &= \frac{b_0}{s(b)}; \\ t_i &= \frac{|b_i|}{s(b)}, i = 1, 2, 3; \\ t_{ij} &= \frac{|b_{ij}|}{s(b)}, i, j = 1, 2, 3, i \neq j; \\ t_{ijl} &= \frac{|b_{ijl}|}{s(b)}, i = 1, j = 2, l = 3 \end{aligned} \right\} \quad (\text{А.10})$$

Таблиця А.19 – Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стюдента

Коефіцієнт	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
Значення коефіцієнта	1,047	0,211	0,147	0,652	0,122	0,026	0,0067	0,062
Критерій Стюдента	248,63	50,04	34,81	154,88	28,88	6,132	1,58	14,64

Дисперсія оцінки коефіцієнтів, обчислена за формулою $s^2(b) = \frac{1}{nm} s_{\tilde{a}i}^2$,

становить $s^2(b) = 0,0042$.

Оскільки критичне значення критерію Стюдента $t_{\tilde{\alpha}} = 2,119$, то значущими визнають всі коефіцієнти, крім b_{23} .

Отже, рівняння регресії в кодованих факторах матиме вигляд:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,211\tilde{\alpha}_1 + 0,147\tilde{\alpha}_2 + 0,652x_3 + 0,122\tilde{\alpha}_1\tilde{\alpha}_2 + 0,026x_1x_3 + 0,062\tilde{\alpha}_1\tilde{\alpha}_2\tilde{\alpha}_3 + 1,047 \quad (\text{A.11})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даним рівнянням, наведені на рис. А.12.

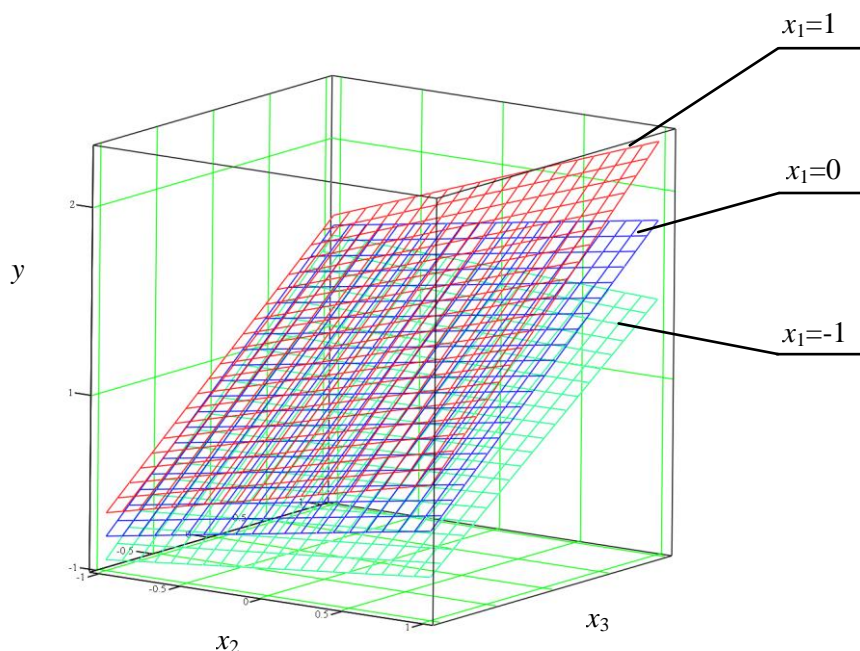


Рис. А.12 – Поверхні відгуку (кодовані фактори)

Для перевірки адекватності отриманої математичної моделі розрахуємо вихід лубу за рівнянням регресії (А.11). Результати заносимо в табл. А.20.

Таблиця А.20 – Величини вихідного параметра, отримані в результаті розрахунку за рівнянням регресії

Номер дослідження u	1	2	3	4	5	6	7	8
Значення \tilde{y}_u	0,123	0,373	0,297	0,787	1,5	1,607	1,427	2,267

Дисперсія адекватності, обчислена за формулою $s_{ad}^2 = \frac{m}{n-d} \sum_{u=1}^n (\bar{y}_u - \tilde{y}_u)^2$, становить $S_{\hat{a}\hat{a}}^2 = 0,00107$. Оскільки $s_{ad}^2 > s_{\hat{a}\hat{a}}^2$, то критерій Фішера, розрахований за формулою $F = s_{ad}^2 / s_{\hat{a}\hat{a}}^2$, буде дорівнювати $F = 2,504$.

Для числа ступенів вільності дисперсії адекватності $\nu_{ad} = 1$ та для числа ступенів вільності $\nu_{\hat{a}\hat{a}} = 16$ при рівні значущості $q_{\hat{a}\hat{a}} = 0,05$ критичне значення критерію Фішера $F(0,05; 1; 16) = 4,49$. Оскільки $F_P < F_T(q_{\hat{a}\hat{a}}; \nu_{ad}; \nu_{\hat{a}\hat{a}})$, то отримана математична модель є адекватною.

Враховуючи зв'язок між кодovаними та дійсними факторами, рівняння регресії в натуральних факторах набуває вигляду:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0004x_1 + 0,0525x_2 + 0,2279x_3 + 0,0002x_1x_2 - 0,0001x_1x_3 - 0,015x_2x_3 + 0,0001x_1x_2x_3 - 0,0284 \quad (\text{A.12})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даними рівнянням, наведені на рис. А.13.

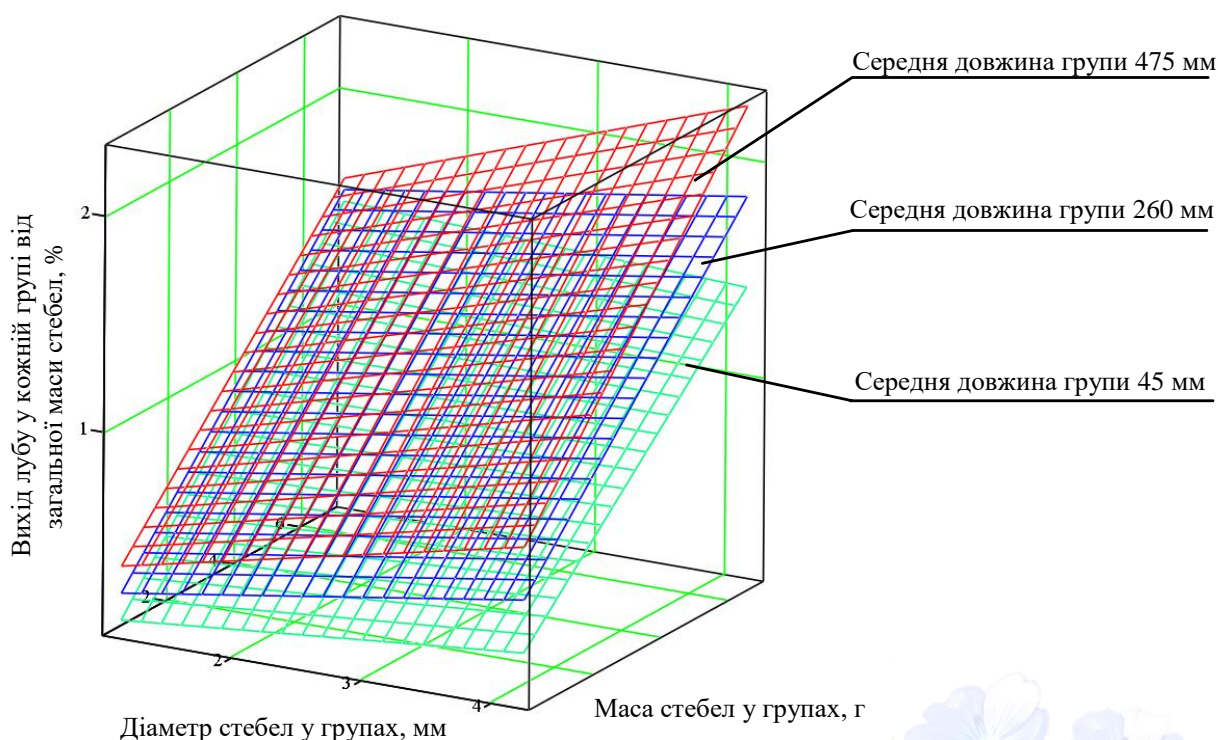


Рис. А.13 – Поверхні відгуку (натуральні фактори)

А.5.2 Дослідження впливу параметрів стебел на вихід лубу для сорту Айсберг

Результати дослідів за умови реалізації трьох паралельних дослідів ($m = 3$), середні значення вихідного параметра та оцінка дисперсії в кожному досліді, обчислені за формулами (А.7) і (А.8) відповідно, наведені в табл. А.21.

Таблиця А.21 – Результати дослідів та оцінка дисперсії

Номер досліду	$\tilde{\sigma}_1$	$\tilde{\sigma}_2$	$\tilde{\sigma}_3$	Вихідний параметр σ , %			Середнє арифметичне значення вихідного параметра $\bar{\sigma}_e$, %	Оцінка дисперсії S_u^2 в досліді
				повторюваність				
				σ_{e_1}	σ_{e_2}	σ_{e_3}		
1	-1	-1	-1	0,17	0,07	0,3	0,18	0,013
2	+1	-1	-1	0,25	0,35	0,14	0,247	0,011
3	-1	+1	-1	0,37	0,27	0,48	0,373	0,011
4	+1	+1	-1	0,54	0,48	0,68	0,567	0,011
5	-1	-1	+1	0,73	0,6	0,82	0,717	0,012
6	+1	-1	+1	1,89	1,93	1,72	1,847	0,012
7	-1	+1	+1	1,21	1,01	1,31	1,177	0,023
8	+1	+1	+1	1,9	1,93	1,74	1,857	0,01

Критерій Кохрена $G = 0,366 < 0,5157$, отже умова відтворюваності дослідів $G \leq G(q_{\alpha\beta}; n; \nu_u)$ задовольняється.

Дисперсія відтворюваності визначалася за залежністю $s_{\alpha\beta}^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n s_u^2$ і для нашого випадку, при $m = 3$ і $n = 8$, $S_{\alpha\beta}^2 = 0,000186$.

Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стюдента, визначені за формулами (А.9) і (А.10) відповідно, наведені в табл. А.22.

Таблиця А.22 – Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стюдента

Коефіцієнт	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
Значення коефіцієнта	0,87	0,259	0,123	0,529	-0,04	0,194	-0,0054	-0,072
Критерій Стюдента	312,57	92,92	44,14	189,88	14,51	69,58	1,945	25,89

Дисперсія оцінки коефіцієнтів становить $s^2(b) = 0,00279$.

Оскільки критичне значення критерію Стюдента $t_{\bar{\sigma}} = 2,119$, то значущими визнають всі коефіцієнти, крім b_{23} .

Отже, рівняння регресії в кодіваних факторах матиме вигляд:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,259\bar{\sigma}_1 + 0,123\bar{\sigma}_2 + 0,529x_3 - 0,04\bar{\sigma}_1\bar{\sigma}_2 + 0,194x_1x_3 - 0,072\bar{\sigma}_1\bar{\sigma}_2\bar{\sigma}_3 + 0,87 \quad (\text{A.13})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даним рівнянням, наведені на рис. А.14.

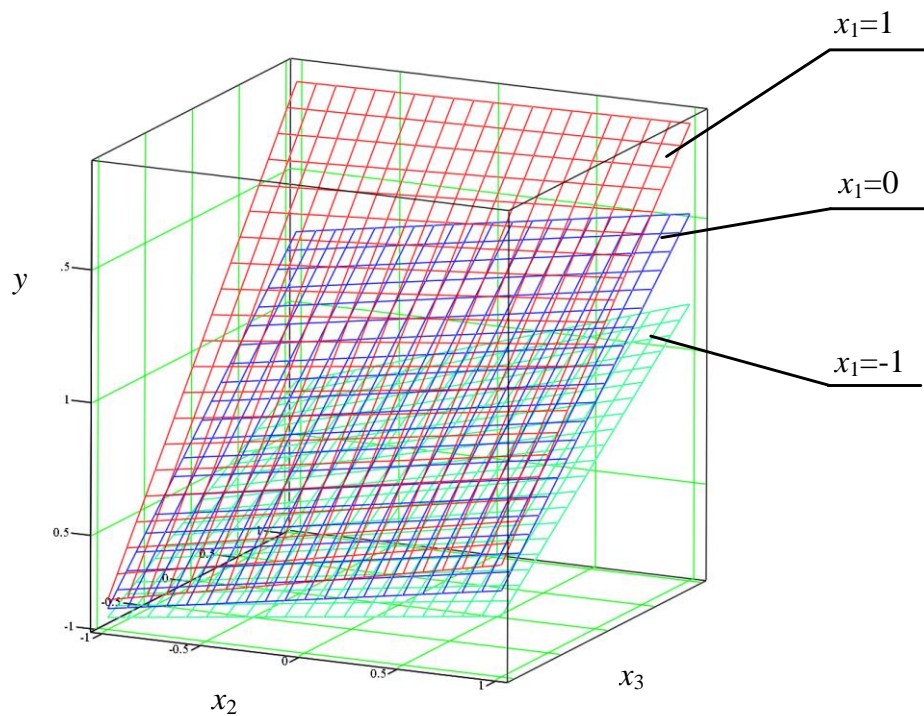


Рис. А.14 – Поверхні відгуку (кодовані фактори)

Для перевірки адекватності отриманої математичної моделі розрахуємо вихід лубу за рівнянням регресії (А.13). Результати заносимо в табл. А.23.

Таблиця А.23 – Величини вихідного параметра, отримані в результаті розрахунку за рівнянням регресії

Номер досліджу u	1	2	3	4	5	6	7	8
Значення \tilde{y}_u	0,185	0,252	0,368	0,561	0,711	1,841	1,182	1,862

Дисперсія адекватності, обчислена за формулою $s_{ad}^2 = \frac{m}{n-d} \sum_{u=1}^n (\bar{y}_u - \tilde{y}_u)^2$,

становить $s_{ad}^2 = 0,0007$. Оскільки $s_{ad}^2 > s_{ad}^2$, то критерій Фішера, розрахований за формулою $F = s_{ad}^2 / s_{ad}^2$, буде дорівнювати $F = 3,784$.

Для числа ступенів вільності дисперсії адекватності $\nu_{ad} = 1$ та для числа ступенів вільності $\nu_{ad} = 16$ при рівні значущості $q_{ad} = 0,05$ критичне значення критерію Фішера $F(0,05; 1; 16) = 4,49$. Оскільки $F_P < F_T(q_{ad}; \nu_{ad}; \nu_{ad})$, то отримана математична модель є адекватною.

Враховуючи зв'язок між кодovаними та дійсними факторами, рівняння регресії в натуральних факторах набуває вигляду:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0003x_1 + 0,0685x_2 + 0,047x_3 + 0,0002x_1x_2 + 0,0008x_1x_3 + 0,0364x_2x_3 - 0,0002x_1x_2x_3 + 0,0485 \quad (A.14)$$

Поверхні відгуку, побудовані за даними рівнянням, наведені на рис. А.15.

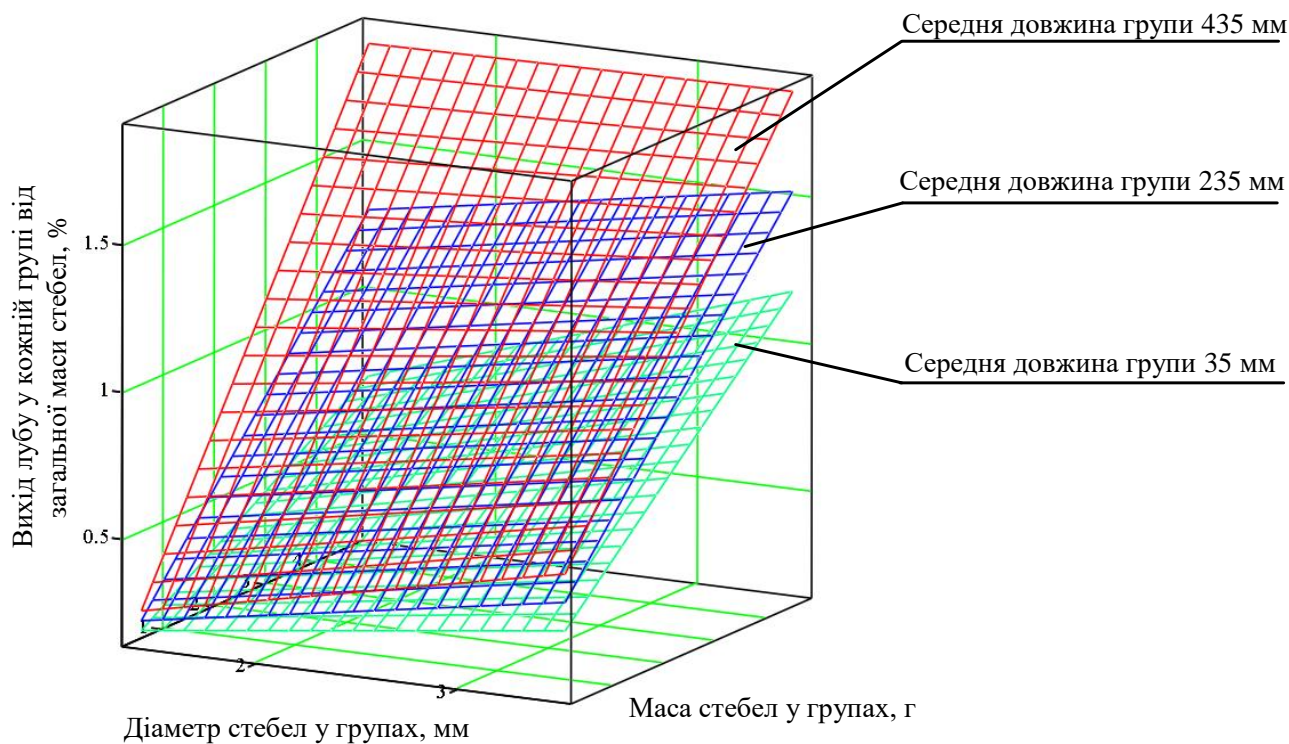


Рис. А.15 – Поверхні відгуку (натуральні фактори)

А.5.3 Дослідження впливу параметрів стебел на вихід лубу для сорту Лірина

Результати дослідів за умови реалізації трьох паралельних дослідів ($m = 3$), середні значення вихідного параметра та оцінка дисперсії в кожному досліді обчислені за формулами (А.7) і (А.8) відповідно, наведені в табл. А.24.

Таблиця А.24 – Результати дослідів та оцінка дисперсії

Номер дослідів	$\tilde{\alpha}_1$	$\tilde{\alpha}_2$	$\tilde{\alpha}_3$	Вихідний параметр \acute{o} , %			Середнє арифметичне значення вихідного параметра $\bar{\alpha}_e$, %	Оцінка дисперсії S_u^2 в досліді
				повторюваність				
				\acute{o}_{e_1}	\acute{o}_{e_2}	\acute{o}_{e_3}		
1	-1	-1	-1	0,05	0,03	0,19	0,09	0,0076
2	+1	-1	-1	0,2	0,12	0,35	0,223	0,014
3	-1	+1	-1	0,38	0,48	0,58	0,48	0,01
4	+1	+1	-1	0,62	0,56	0,76	0,647	0,011
5	-1	-1	+1	0,83	0,7	0,92	0,817	0,012
6	+1	-1	+1	1,5	1,26	1,6	1,453	0,031
7	-1	+1	+1	1,44	1,37	1,59	1,467	0,013
8	+1	+1	+1	1,59	1,47	1,68	1,58	0,011

Критерій Кохрена $G = 0,512 < 0,5157$, отже умова відтворюваності дослідів $G \leq G(q_{\alpha\beta}; n; \nu_u)$ задовольняється.

Дисперсія відтворюваності визначалася за залежністю $s_{\alpha\beta}^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n s_u^2$ і для нашого випадку, при $m = 3$ і $n = 8$, $S_{\alpha\beta}^2 = 0,000227$.

Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стьюдента, визначені за формулами (А.9) і (А.10) відповідно, наведені в табл. А.25.

Таблиця А.25 – Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стьюдента

Коефіцієнт	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
Значення коефіцієнта	0,845	0,131	0,199	0,485	-0,061	0,056	-0,0046	-0,07
Критерій Стьюдента	274,37	42,64	64,57	157,42	19,90	18,273	1,489	22,605

Дисперсія оцінки коефіцієнтів становить $s(b) = 0,0031$.

Оскільки критичне значення критерію Стюдента $t_{\delta\delta} = 2,119$, то значущими визнають всі коефіцієнти, крім b_{23} .

Отже, рівняння регресії в кодованих факторах матиме вигляд:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,131\delta_1 + 0,199\delta_2 + 0,485x_3 - 0,061\delta_1\delta_2 + 0,056x_1x_3 - 0,07\delta_1\delta_2\delta_3 + 0,845 \quad (\text{A.15})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даним рівнянням, наведені на рис. А.16.

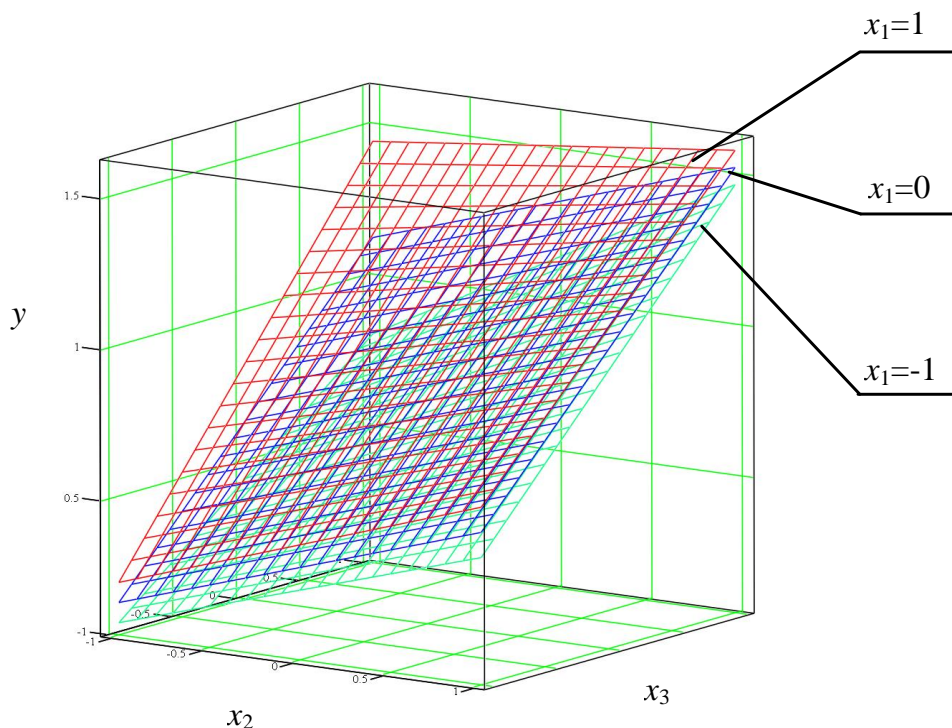


Рис. А.16 – Поверхні відгуку (кодовані фактори)

Для перевірки адекватності отриманої математичної моделі розрахуємо вихід лубу за рівнянням регресії (А.15). Результати заносимо в табл. А.26.

Таблиця А.26 – Величини вихідного параметра, отримані в результаті розрахунку за рівнянням регресії

Номер дослідження u	1	2	3	4	5	6	7	8
Значення \tilde{y}_u	0,095	0,228	0,475	0,642	0,812	1,449	1,471	1,585

Дисперсія адекватності, обчислена за формулою $s_{ad}^2 = \frac{m}{n-d} \sum_{u=1}^n (\bar{y}_u - \tilde{y}_u)^2$,

становить $S_{\hat{a}\hat{a}}^2 = 0,0005$. Оскільки $s_{ad}^2 > s_{\hat{a}\hat{a}}^2$, то критерій Фішера, розрахований за формулою $F = s_{ad}^2 / s_{\hat{a}\hat{a}}^2$, буде дорівнювати $F = 2,217$.

Для числа ступенів вільності дисперсії адекватності $\nu_{ad} = 1$ та для числа ступенів вільності $\nu_{\hat{a}\hat{a}} = 16$ при рівні значущості $q_{\hat{a}\hat{a}} = 0,05$ критичне значення критерію Фішера $F(0,05; 1; 16) = 4,49$. Оскільки $F_P < F_T(q_{\hat{a}\hat{a}}; \nu_{ad}; \nu_{\hat{a}\hat{a}})$, то отримана математична модель є адекватною.

Враховуючи зв'язок між кодovаними та дійсними факторами, рівняння регресії в натуральних факторах набуває вигляду:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0001x_1 + 0,1211x_2 + 0,1608x_3 + 0,0003x_1x_2 + 0,0003x_1x_3 + 0,0303x_2x_3 - 0,0001x_1x_2x_3 - 0,093 \quad (\text{A16})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даними рівнянням, наведені на рис. А.17.

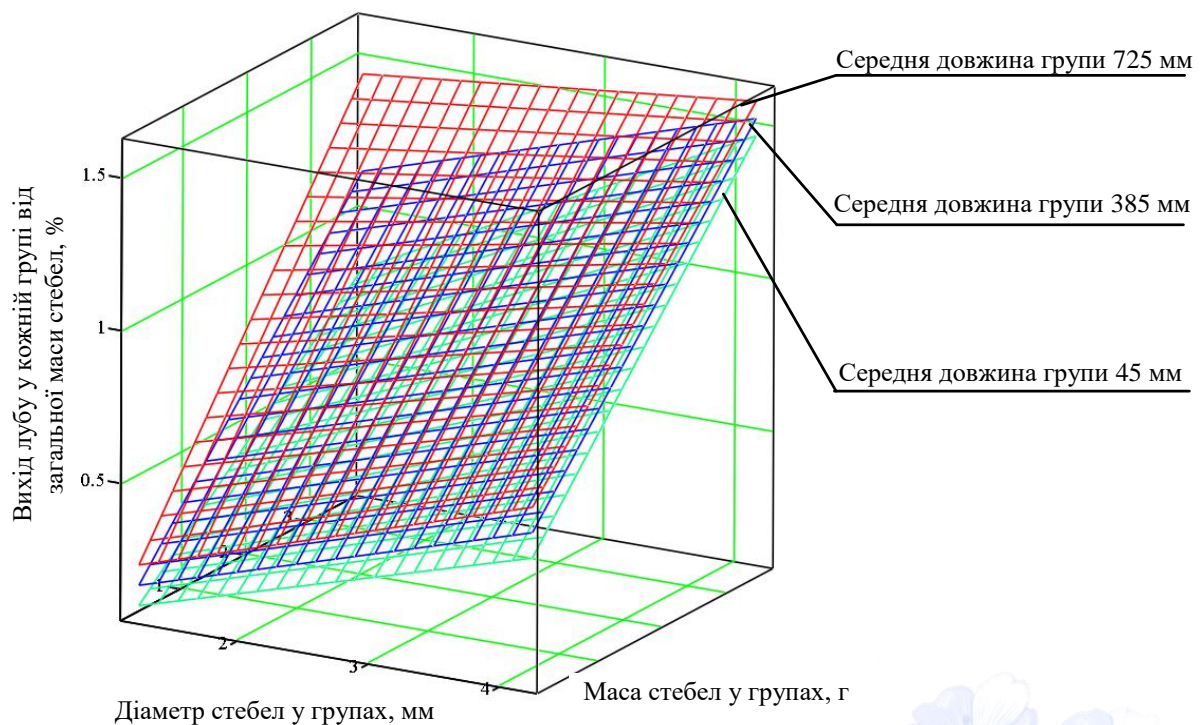


Рис. А.17 – Поверхні відгуку (натуральні фактори)

А.6 Дослідження впливу параметрів стебел трести на вихід волокна методом математичного планування експерименту

З метою визначення впливу параметрів стебел трести на вихід волокна було використано метод математичного планування експерименту, а саме проведено повний факторний експеримент. Вхідними характеристиками під час експерименту були середня довжина стебел у досліджуваній групі стебел X_1 , середнє значення діаметру стебел X_2 та маса стебел у групі X_3 , а вихідним – вихід волокна Y . Розрахунки було проведено із застосуванням програмного продукту «MathCAD 15», побудовано матриці планування експерименту, поверхні відгуку, складено регресійні рівняння й визначено критерії Кохрена та Стьюдента.

А.6.1 Дослідження впливу параметрів стебел трести на вихід волокна для сорту Дебют

Результати дослідів за умови реалізації трьох паралельних дослідів ($m = 3$), середні значення вихідного параметра та оцінка дисперсії в кожному досліді, обчислені за формулами (А.7) і (А.8) відповідно, наведені в табл. А.27.

Таблиця А.27 – Результати дослідів та оцінка дисперсії

Номер досліду	\tilde{d}_1	\tilde{d}_2	\tilde{d}_3	Вихідний параметр \acute{o} , %			Середнє арифметичне значення вихідного параметра \bar{d}_e , %	Оцінка дисперсії S_u^2 в досліді
				повторюваність				
				\acute{o}_{e_1}	\acute{o}_{e_2}	\acute{o}_{e_3}		
1	-1	-1	-1	0,05	0,09	0,25	0,13	0,011
2	+1	-1	-1	0,33	0,23	0,46	0,34	0,013
3	-1	+1	-1	0,39	0,49	0,59	0,49	0,01
4	+1	+1	-1	0,48	0,58	0,68	0,58	0,01
5	-1	-1	+1	0,84	0,8	0,94	0,86	0,005
6	+1	-1	+1	1,5	1,8	1,8	1,7	0,03
7	-1	+1	+1	0,92	0,99	1,09	1	0,007
8	+1	+1	+1	1,79	1,93	2,1	1,94	0,024

Критерій Кохрена $G = 0,436 < 0,5157$, отже умова відтворюваності дослідів $G \leq G(q_{\alpha u}; n; \nu_u)$ задовольняється.

Дисперсія відтворюваності визначалася за залежністю $s_{\hat{a}i}^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n s_u^2$ і для нашого випадку, при $m = 3$ і $n = 8$, $S_{\hat{a}i}^2 = 0,000258$.

Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стьюдента, визначені за формулами (А.9) і (А.10) відповідно, наведені в табл. А.28.

Таблиця А.28 – Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стьюдента

Коефіцієнт	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
Значення коефіцієнта	0,88	0,26	0,123	0,495	-0,0025	0,185	-0,028	0,028
Критерій Стьюдента	268,4	79,3	37,4	151	0,76	56,4	8,39	8,39

Дисперсія оцінки коефіцієнтів, обчислена за формулою $s^2(b) = \frac{1}{nm} s_{\hat{a}i}^2$, становить $s^2(b) = 0,00328$.

Оскільки критичне значення критерію Стьюдента $t_{\delta\delta} = 2,119$, то значущими визнають всі коефіцієнти, крім b_{12} .

Отже, рівняння регресії в кодovаних факторах матиме вигляд:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,26\tilde{\alpha}_1 + 0,123\tilde{\alpha}_2 + 0,495x_3 + 0,185\tilde{\alpha}_1\tilde{\alpha}_3 - 0,028x_2x_3 + 0,028\tilde{\alpha}_1\tilde{\alpha}_2\tilde{\alpha}_3 + 0,88 \quad (\text{A.17})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даним рівнянням, наведені на рис. А.18.



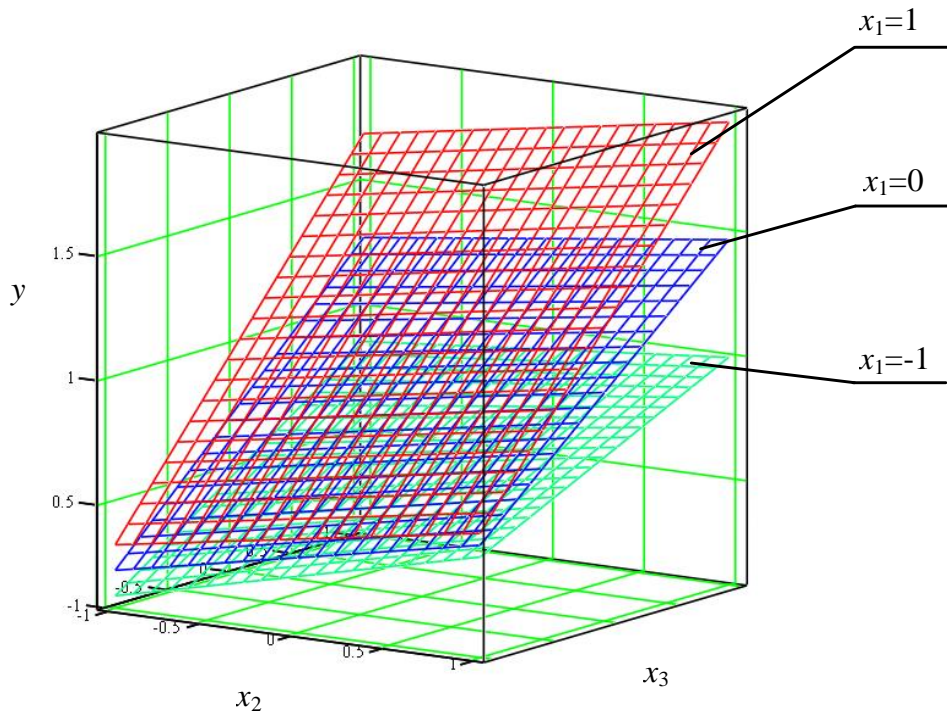


Рис. А.18 – Поверхні відгуку (кодовані фактори)

Для перевірки адекватності отриманої математичної моделі розрахуємо вихід волокна за рівнянням регресії (А.17). Результати заносимо в табл. А.29.

Таблиця А.29 – Величини вихідного параметра, отримані в результаті розрахунку за рівнянням регресії

Номер дослідів u	1	2	3	4	5	6	7	8
Значення \tilde{y}_u	0,132	0,338	0,488	0,583	0,862	1,698	0,997	1,943

Дисперсія адекватності, обчислена за формулою $s_{ad}^2 = \frac{m}{n-d} \sum_{u=1}^n (\bar{y}_u - \tilde{y}_u)^2$,

становить $s_{ad}^2 = 0,00015$. Оскільки $s_{ad}^2 < s_{\hat{a}\hat{a}}^2$, то критерій Фішера, розрахований за формулою $F = s_{\hat{a}\hat{a}}^2 / s_{ad}^2$, буде дорівнювати $F = 1,72$.

Для числа ступенів вільності дисперсії адекватності $\nu_{ad} = 1$ та для числа ступенів вільності $\nu_{\hat{a}\hat{a}} = 16$ при рівні значущості $q_{\hat{a}\hat{a}} = 0,05$ критичне значення критерію Фішера $F(0,05; 1; 16) = 4,49$. Оскільки $F_P < F_T(q_{\hat{a}\hat{a}}; \nu_{ad}; \nu_{\hat{a}\hat{a}})$, то отримана математична модель є адекватною.

Враховуючи зв'язок між кодованими та дійсними факторами, рівняння регресії в натуральних факторах набуває вигляду:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0006x_1 + 0,1288x_2 + 0,1304x_3 - 0,0001x_1x_2 + 0,0002x_1x_3 - 0,015x_2x_3 + 0,0001x_1x_2x_3 - 0,0468 \quad (\text{A.18})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даними рівнянням, наведені на рис. А.9.

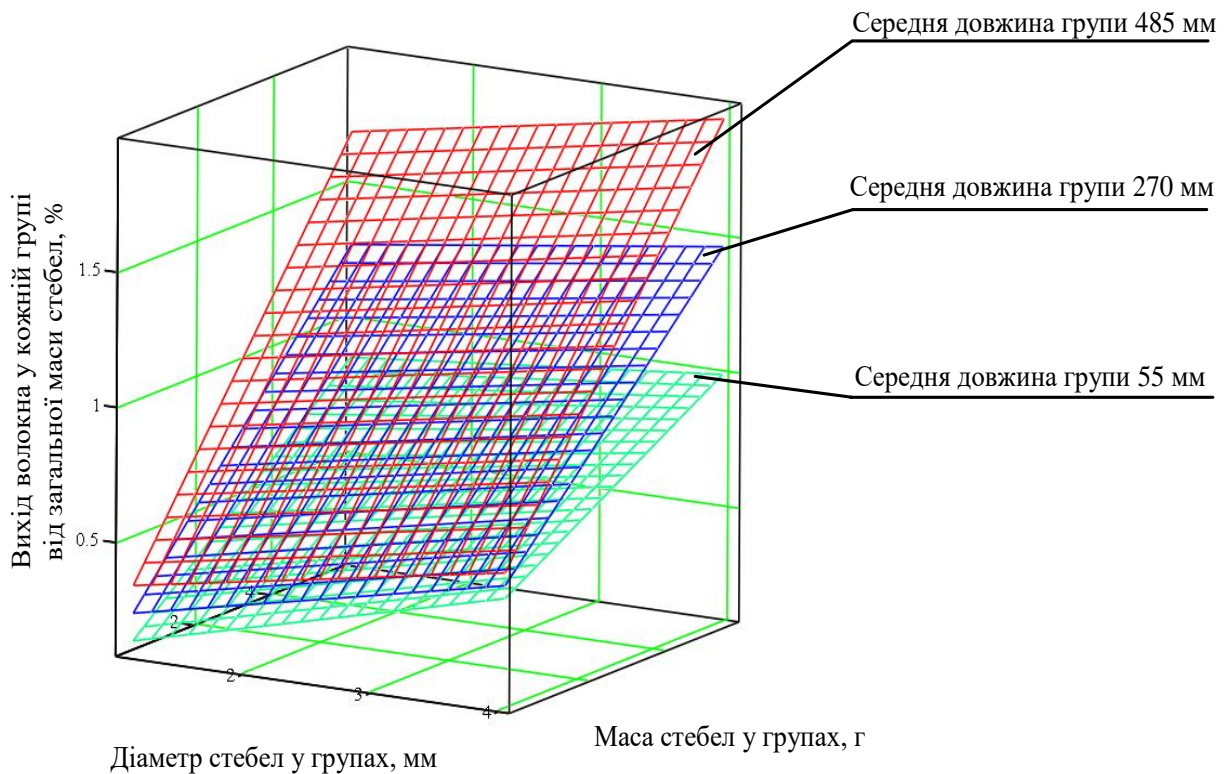


Рис. А.19 – Поверхні відгуку (натуральні фактори)

А.6.2 Дослідження впливу параметрів стебел трести на вихід волокна для сорту Айсберг

Результати дослідів за умови реалізації трьох паралельних дослідів ($m=3$), середні значення вихідного параметра та оцінка дисперсії в кожному досліді обчислені за формулами (А.7) і (А.8) відповідно, наведені в табл. А.30.

Таблиця А.30 – Результати дослідів та оцінка дисперсії

Номер дослідів	$\bar{\alpha}_1$	$\bar{\alpha}_2$	$\bar{\alpha}_3$	Вихідний параметр $\hat{\sigma}$, %			Середнє арифметичне значення вихідного параметра $\bar{\sigma}_e$, %	Оцінка дисперсії S_u^2 в досліді
				повторюваність				
				$\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}_1}$	$\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}_2}$	$\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}_3}$		
1	-1	-1	-1	0,02	0,09	0,22	0,11	0,01
2	+1	-1	-1	0,4	0,3	0,56	0,42	0,017
3	-1	+1	-1	0,36	0,49	0,59	0,48	0,013
4	+1	+1	-1	0,48	0,58	0,68	0,58	0,01
5	-1	-1	+1	0,84	0,9	1,05	0,93	0,012
6	+1	-1	+1	1,12	0,91	1,1	1,043	0,013
7	-1	+1	+1	0,84	0,86	1,06	0,92	0,015
8	+1	+1	+1	1,41	1,63	1,58	1,54	0,013

Критерій Кохрена $G = 0,213 < 0,5157$, отже умова відтворюваності дослідів $G \leq G(q_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}; n; \nu_u)$ задовольняється.

Дисперсія відтворюваності визначалася за залежністю $s_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n s_u^2$ і для нашого випадку, при $m = 3$ і $n = 8$, $S_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}^2 = 0,000174$.

Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стюдента, визначені за формулами (А.9) і (А.10) відповідно, наведені в табл. А.31.

Таблиця А.31 – Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стюдента

Коефіцієнт	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
Значення коефіцієнта	0,753	0,143	0,127	0,355	0,037	0,04	-0,0054	0,09
Критерій Стюдента	279,61	53,08	47,20	131,99	13,77	15,01	2,01	33,27

Дисперсія оцінки коефіцієнтів становить $s^2(b) = 0,00269$.

Оскільки критичне значення критерію Стюдента $t_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}} = 2,119$, то значущими визнають всі коефіцієнти, крім b_{23} .

Отже, рівняння регресії в кодованих факторах матиме вигляд:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,143\tilde{\delta}_1 + 0,127\tilde{\delta}_2 + 0,355x_3 + 0,037\tilde{\delta}_1\tilde{\delta}_2 + 0,04x_1x_3 + 0,09\tilde{\delta}_1\tilde{\delta}_2\tilde{\delta}_3 + 0,753 \quad (\text{A.19})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даним рівнянням, наведені на рис. А.20.

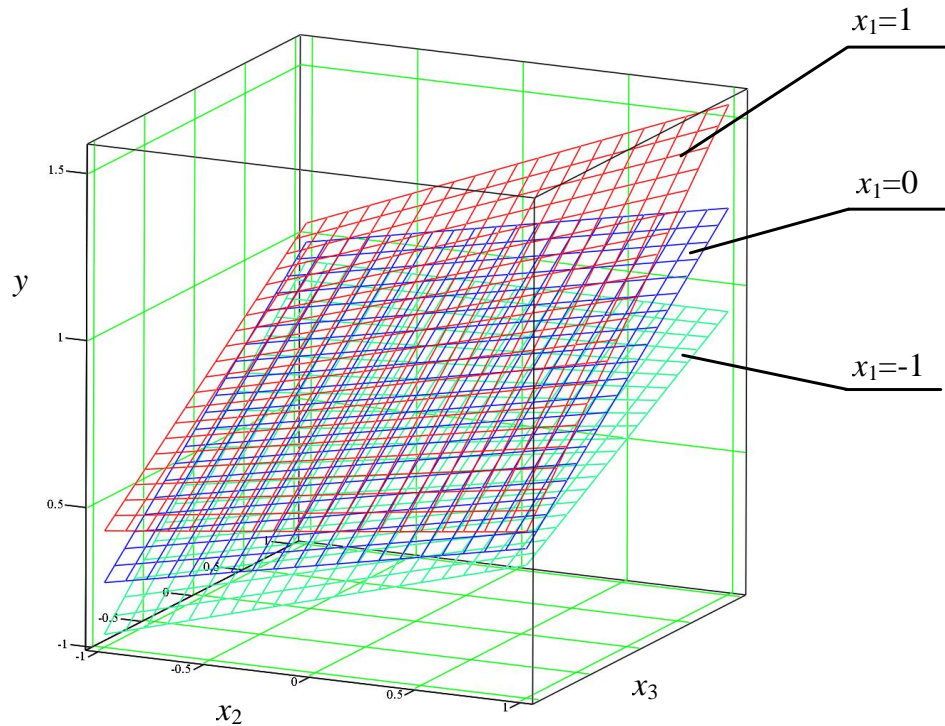


Рис. А.20 – Поверхні відгуку (кодовані фактори)

Для перевірки адекватності отриманої математичної моделі розрахуємо вихід волокна за рівнянням регресії (А.19). Результати заносимо в табл. А.32.

Таблиця А.32 – Величини вихідного параметра, отримані в результаті розрахунку за рівнянням регресії

Номер дослідів u	1	2	3	4	5	6	7	8
Значення \tilde{y}_u	0,115	0,425	0,475	0,575	0,925	1,038	0,925	1,545



Дисперсія адекватності, обчислена за формулою $s_{ad}^2 = \frac{m}{n-d} \sum_{u=1}^n (\bar{y}_u - \tilde{y}_u)^2$,

становить $s_{ad}^2 = 0,0007$. Оскільки $s_{ad}^2 > s_{ad}^2$, то критерій Фішера, розрахований за формулою $F = s_{ad}^2 / s_{ad}^2$, буде дорівнювати $F = 4,05$.

Для числа ступенів вільності дисперсії адекватності $\nu_{ad} = 1$ та для числа ступенів вільності $\nu_{ad} = 16$ при рівні значущості $q_{ad} = 0,05$ критичне значення критерію Фішера $F(0,05; 1; 16) = 4,49$. Оскільки $F_P < F_T(q_{ad}; \nu_{ad}; \nu_{ad})$, то отримана математична модель є адекватною.

Враховуючи зв'язок між кодovаними та дійсними факторами, рівняння регресії в натуральних факторах набуває вигляду:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0011x_1 + 0,2093x_2 + 0,2242x_3 - 0,0003x_1x_2 - 0,0003x_1x_3 - 0,045x_2x_3 + 0,0002x_1x_2x_3 - 0,1861 \quad (A.20)$$

Поверхні відгуку, побудовані за даними рівнянням, наведені на рис. А.21.

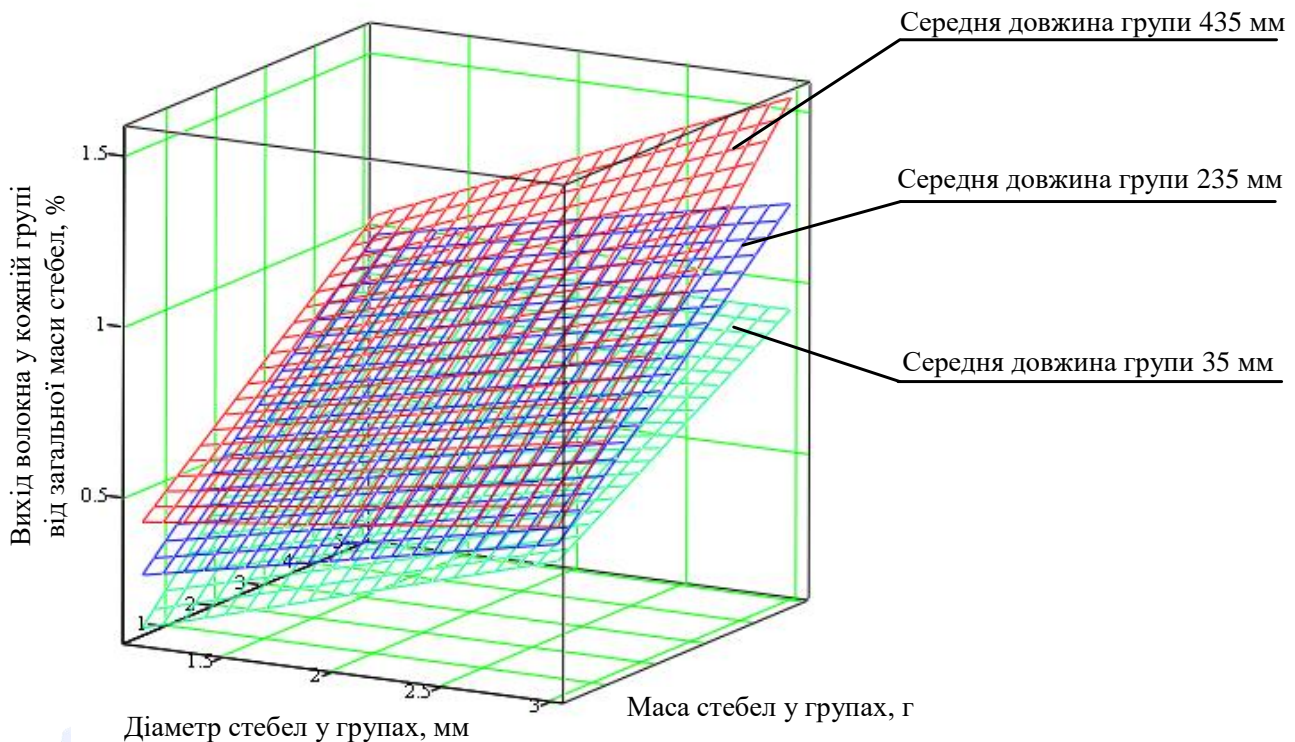


Рис. А.21 – Поверхні відгуку (натуральні фактори)

А.6.3 Дослідження впливу параметрів стебел трести на вихід волокна для сорту Лірина

Результати дослідів за умови реалізації трьох паралельних дослідів ($m = 3$), середні значення вихідного параметра та оцінка дисперсії в кожному досліді обчислені за формулами (А.7) і (А.8) відповідно, наведені в табл. А.33.

Таблиця А.33 – Результати дослідів та оцінка дисперсії

Номер дослідів	$\tilde{\alpha}_1$	$\tilde{\alpha}_2$	$\tilde{\alpha}_3$	Вихідний параметр $\hat{\sigma}$, %			Середнє арифметичне значення вихідного параметра $\bar{\sigma}_e$, %	Оцінка дисперсії S_u^2 в досліді
				повторюваність				
				$\hat{\sigma}_{e_1}$	$\hat{\sigma}_{e_2}$	$\hat{\sigma}_{e_3}$		
1	-1	-1	-1	0,02	0,03	0,19	0,08	0,0091
2	+1	-1	-1	0,3	0,23	0,46	0,33	0,014
3	-1	+1	-1	0,36	0,49	0,59	0,48	0,013
4	+1	+1	-1	0,58	0,58	0,7	0,62	0,0048
5	-1	-1	+1	0,64	0,6	0,74	0,66	0,0052
6	+1	-1	+1	1,3	1,08	1,1	1,16	0,015
7	-1	+1	+1	0,8	0,89	1,1	0,93	0,024
8	+1	+1	+1	1,36	1,22	1,44	1,34	0,012

Критерій Кохрена $G = 0,391 < 0,5157$, отже умова відтворюваності дослідів $G \leq G(q_{\alpha\beta}; n; \nu_u)$ задовольняється.

Дисперсія відтворюваності визначалася за залежністю $s_{\alpha\beta}^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n s_u^2$ і для нашого випадку, при $m = 3$ і $n = 8$, $S_{\alpha\beta}^2 = 0,00018$.

Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стюдента, визначені за формулами (А.9) і (А.10) відповідно, наведені в табл. А.34.

Таблиця А.34 – Коефіцієнти рівняння регресії та значення критерію Стюдента

Коефіцієнт	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
Значення коефіцієнта	0,7	0,162	0,143	0,323	-0,025	0,065	-0,03	0,0025
Критерій Стюдента	255,83	59,39	52,08	117,86	9,14	23,76	10,96	0,914

Дисперсія оцінки коефіцієнтів становить $s^2(b) = 0,00274$.

Оскільки критичне значення критерію Стюдента $t_{\delta\delta} = 2,119$, то значущими визнають всі коефіцієнти, крім b_{123} .

Отже, рівняння регресії в кодованих факторах матиме вигляд:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,162\tilde{\alpha}_1 + 0,143\tilde{\alpha}_2 + 0,323x_3 - 0,025\tilde{\alpha}_1\tilde{\alpha}_2 + 0,065x_1x_3 - 0,03\tilde{\alpha}_2\tilde{\alpha}_3 + 0,7 \quad (\text{A.21})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даним рівнянням, наведені на рис. А.22.

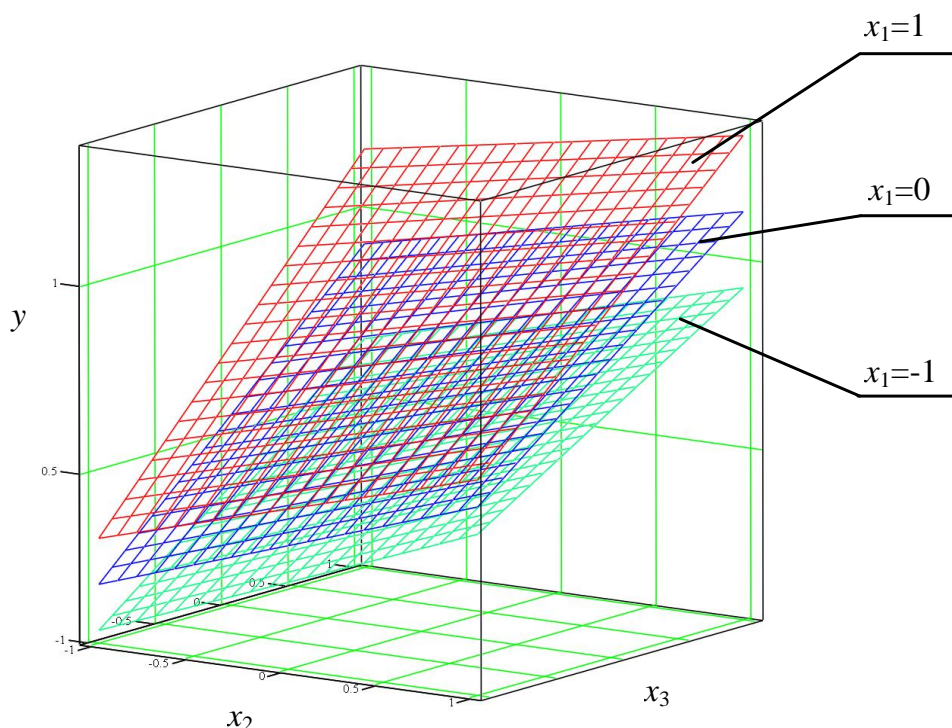


Рис. А.22 – Поверхні відгуку (кодовані фактори)

Для перевірки адекватності отриманої математичної моделі розрахуємо вихід волокна за рівнянням регресії (А.21). Результати заносимо в табл. А.35.

Таблиця А.35 – Величини вихідного параметра, отримані в результаті розрахунку за рівнянням регресії

Номер дослідження u	1	2	3	4	5	6	7	8
Значення \tilde{y}_u	0,082	0,238	0,477	0,622	0,657	1,162	0,932	1,337

Дисперсія адекватності, обчислена за формулою $s_{ad}^2 = \frac{m}{n-d} \sum_{u=1}^n (\bar{y}_u - \tilde{y}_u)^2$, становить $s_{ad}^2 = 0,00015$. Оскільки $s_{ad}^2 < s_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}^2$, то критерій Фішера, розрахований за формулою $F = s_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}^2 / s_{ad}^2$, буде дорівнювати $F = 1,198$.

Для числа ступенів вільності дисперсії адекватності $\nu_{ad} = 1$ та для числа ступенів вільності $\nu_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}} = 16$ при рівні значущості $q_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}} = 0,05$ критичне значення критерію Фішера $F(0,05; 1; 16) = 4,49$. Оскільки $F_P < F_T(q_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}}; \nu_{ad}; \nu_{\hat{\alpha}\hat{\alpha}})$, то отримана математична модель є адекватною.

Враховуючи зв'язок між кодovаними та дійсними факторами, рівняння регресії в натуральних факторах набуває вигляду:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 0,0004x_1 + 0,1642x_2 + 0,181x_3 - 0,0001x_1x_2 + 0,0001x_1x_3 - 0,0141x_2x_3 - 0,1842 \quad (\text{A.22})$$

Поверхні відгуку, побудовані за даними рівнянням, наведені на рис. А.23.

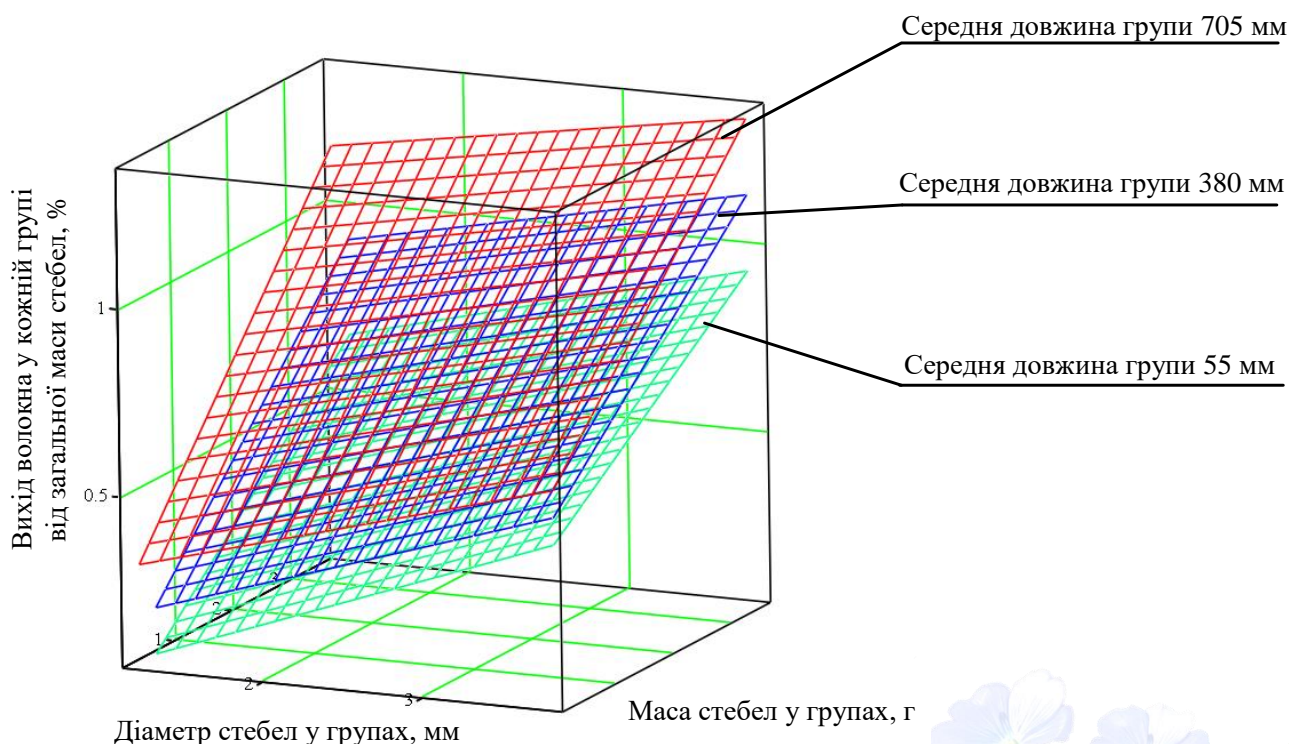


Рис. А.23 – Поверхні відгуку (натуральні фактори)

А.7 Експериментальні дослідження соломи та трести льону олійного для здійснення кластерного аналізу

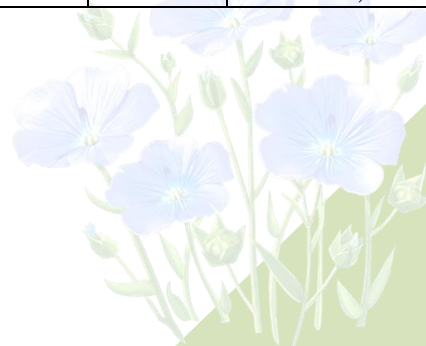
Таблиця А.36 – Дослідження фізико-механічних характеристик соломи льону олійного

№ з/п	Засміченість	Вихід лубу	№ з/п	Засміченість	Вихід лубу	№ з/п	Засміченість	Вихід лубу	№ з/п	Засміченість	Вихід лубу
1	18	12	26	12	14	51	10	22	76	7	36
2	17	13	27	14	13	52	9	23	77	8	29
3	20	11	28	15	15	53	11	20	78	8	33
4	17	12	29	16	15	54	9	22	79	9	33
5	16	14	30	15	11	55	9	25	80	8	30
6	18	11	31	15	16	56	10	20	81	8	32
7	19	14	32	14	13	57	10	25	82	8	33
8	19	11	33	13	17	58	10	20	83	7	37
9	17	11	34	15	16	59	9	20	84	8	35
10	18	12	35	18	15	60	10	22	85	10	27
11	15	15	36	16	14	61	8	27	86	9	29
12	19	12	37	15	18	62	10	22	87	8	35
13	20	11	38	14	17	63	11	20	88	8	37
14	17	13	39	15	17	64	9	23	89	8	37
15	18	12	40	11	18	65	10	22	90	6	40
16	17	12	41	13	19	66	9	22	91	7	31
17	19	13	42	12	17	67	10	23	92	7	37
18	18	11	43	12	17	68	10	20	93	7	37
19	18	12	44	10	16	69	10	22	94	6	35
20	19	16	45	12	17	70	10	29	95	7	37
21	20	14	46	11	19	71	11	25	96	6	32
22	16	15	47	12	18	72	9	27	97	7	38
23	17	12	48	12	21	73	9	22	98	7	34
24	15	15	49	9	18	74	8	27	99	5	38
25	16	14	50	11	18	75	9	25	100	6	35

Таблиця А.37 – Дослідження фізико-механічних характеристик трести льону олійного

№ з/п	Засміченість	Вихід волокна	Показник кольору волокна	№ з/п	Засміченість	Вихід волокна	Показник кольору волокна
1	18	12	1,1	51	6	40	4,0
2	20	11	1,0	52	18	12	1,1
3	16	14	1,3	53	16	15	1,4
4	15	18	1,7	54	15	16	1,5

5	9	18	1,9	55	11	19	2,0
6	8	27	3,0	56	10	20	2,1
7	9	22	2,4	57	10	28	2,3
8	6	39	3,2	58	8	33	3,2
9	5	38	3,7	59	6	35	3,4
10	19	14	1,3	60	19	11	1,0
11	18	12	1,1	61	19	16	1,5
12	15	16	1,5	62	14	13	1,2
13	12	17	1,8	63	10	16	1,7
14	9	25	2,6	64	10	20	2,1
15	10	23	2,6	65	10	20	2,2
16	9	26	3,2	66	8	30	3,0
17	7	31	3,2	67	5	37	3,6
18	20	11	1,0	68	17	13	1,2
19	18	12	1,1	69	17	13	1,2
20	14	13	1,2	70	12	14	1,3
21	15	17	1,6	71	14	17	1,6
22	10	22	2,3	72	11	18	1,9
23	11	20	2,2	73	10	22	2,4
24	9	25	2,8	74	8	27	2,9
25	8	29	3,4	75	7	33	3,7
26	5	38	3,7	76	7	34	3,3
27	17	12	1,1	77	15	15	1,4
28	17	12	1,1	78	17	12	1,1
29	15	15	1,4	79	18	15	1,4
30	11	18	1,9	80	12	18	1,9
31	9	23	2,4	81	9	20	2,1
32	9	23	2,6	82	11	25	2,2
33	10	26	2,2	83	7	37	3,6
34	7	37	3,6	84	7	37	3,6
35	6	35	3,4	85	17	11	1,0
36	16	14	1,3	86	20	14	1,3
37	19	13	1,2	87	13	17	1,6
38	16	15	1,4	88	12	17	1,8
39	13	19	2,0	89	10	25	2,6
40	11	20	2,1	90	10	22	2,4
41	10	22	2,4	91	7	32	3,5
42	9	29	3,0	92	7	37	3,6
43	8	28	3,6	93	19	12	1,1
44	18	11	1,0	94	15	15	1,4
45	18	11	1,0	95	16	14	1,3
46	15	11	1,0	96	12	19	2,0
47	12	17	1,8	97	10	22	2,4
48	9	22	2,3	98	9	27	2,7
49	9	22	2,4	99	8	35	3,4
50	8	28	3,1	100	6	32	3,5



КОПІЯ

Додаток Б

ДКПП 01.19.39

УКНД 65.020.20



ЗАТВЕРДЖУЮ

Приватна особа

Л.Г. Бартків
Л.Г. Бартків
« 05 » 12 2016 р.

**СОЛОМА ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО
ТЕХНІЧНІ УМОВИ
ТУ У 01.1 -2303511525-001:2016**

(Уведено вперше)

Дата надання чинності «05» грудня 2016 р

Без обмеження терміну дії

РОЗРОБЛЕНО:

Приватна особа *Л.Г. Бартків* Л. Г. Бартків
« 04 » лютого 2016р

Кандидат технічних наук докторант

Т.М. Головенко Т.М. Головенко
« 04 » лютого 2016р

Доктор технічних наук, професор

Г.А. Тіхосова Г.А. Тіхосова
« 04 » лютого 2016р

Доктор технічних наук, професор

Л.А. Чурсіна Л.А. Чурсіна
« 04 » лютого 2016р



Зміст

	С.
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	2
3 Терміни та визначення понять.....	3
4 Технічні вимоги.....	5
5 Вимоги безпеки, охорони довкілля, утилізація.....	6
6 Правила приймання.....	8
7 Методи контролювання.....	10
8 Засоби випробувань.....	13
9 Методи випробувань.....	14
10 Визначення номера соломи льону олійного.....	25
ДОДАТОК А (довідковий)	
Визначення коефіцієнта для обчислення маси соломи льону олійного при нормованій вологості та засміченості.....	27
ДОДАТОК Б (довідковий)	
Загальна характеристика показників якості стебел соломи льону олійного.....	28
ДОДАТОК В (довідковий)	
Бібліографія.....	30
Аркуш реєстрації змін технічних умов.....	32



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Ці технічні умови поширюються на соломку (стебла) льону олійного з видаленими насінневими коробочками, яка не піддавалась процесам приготування трести.

Солома льону олійного призначена для виділення лубу з метою його використання в різних галузях промислового виробництва.

Солома льону олійного реалізується згідно з договорами й контрактами через оптову торговельну мережу України та постачається на експорт.

1.2 Вимоги цих технічних умов є обов'язковими.

1.3 Ці технічні умови є власністю приватних осіб Бартків Л.Г., Головенко Т.М., Тіхосової Г.А., Чурсіної Л.А. Дані технічні умови не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані, розповсюджені та використані іншими підприємствами чи приватними особами без письмового дозволу власників майнової частини технічних умов і мають юридичну силу за наявності оригінального підпису власників.

1.4 Обов'язкові вимоги до якості продукції, що забезпечують безпеку для життя й здоров'я населення та охорону довкілля, викладені у розділі 5.

1.5 Технічні умови треба перевіряти регулярно, але не рідше одного разу на п'ять років після надання їм чинності чи останньої перевірки, якщо не виникає потреби перевіряти їх раніше у разі прийняття нормативно-правових актів, відповідних національних (міждержавних) стандартів та інших нормативних документів, якими регламентовано інші вимоги, ніж ті, що встановлені в технічних умовах.

1.6 Дані технічні умови придатні для цілей добровільної сертифікації, для проведення робіт з оцінювання відповідності продукції згідно з чинним законодавством України, технічними регламентами, іншими нормативно-правовими актами та національними стандартами.



2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У даних технічних умовах використано посилання на такі стандарти:

ДСТУ 4511:2006 Льон-довгунець. Терміни та визначення понять.

ГОСТ 14897-69 Солома льняная. Технические условия (Солома лляна. Технічні умови).

ГОСТ 28285-89 Солома льняная. Требования при заготовках (Солома лляна. Вимоги при заготівлі).

ДСТУ 4015-2001 Льон тіпаний. Технічні умови.

ДСТУ 5015:2008 Волокно лляне коротке. Технічні умови.

ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам (ССБП. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки до робочих місць).

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ССБП. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони).

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности (ССБП. Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки).

ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности (ССБП. Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки).

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (ССБП. Пожежна безпека. Загальні вимоги).

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (ССБП. Шум. Загальні вимоги безпеки).

ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования (ССБП. Вібраційна безпека. Загальні вимоги).

ДСТУ Б.А. 3.2-12:2009 ССБП. Системы вентиляции. Загальні вимоги.

ДП «Херсонстатдартметрологія»

«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями (Охорона природи. Атмосфера. Правила встановлення допустимих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами).

ГОСТ 17308-88 Шпагаты. Технические условия (Шпагати. Технічні умови).

ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (ССБП. Роботи вантажно-розвантажувальні. Загальні вимоги безпеки).

ГОСТ 24104-88 Весы лабораторные общего назначения и образцовые. Общие технические условия (Ваги лабораторні загальної призначеності та зразкові. Загальні технічні умови).

ДСТУ ГОСТ 427:2009 Линейки измерительные металлические. Технические условия (Лінійки вимірювальні металеві. Технічні умови).

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни та їх визначення, вжиті в цих технічних умовах:

стебла льону олійного – це звільнені від насінневих коробочок стебла технічної культури льону олійного зі збереженими морфологічними ознаками за всією довжиною, які отримані під час ручного брання. Призначені для здійснення наукових досліджень. Після дозрівання насіння, у стадії жовтої стиглості, сільськогосподарською технікою здійснюється обмолот насіння та скошування стебел;

солома льону олійного – це звільнені від насінневих коробочок стебла технічної культури льону олійного, які отримані під час обмолоту насіння сільськогосподарською технікою. Призначена для отримання лубу або приготування трести;

партія соломи льону олійного – це будь-яка кількість стебел соломи льону олійного одного селекційного сорту, вирощена й скошена за однакових умов, призначена для одночасної реалізації та оформлена одним супровідним

ДП «Херсонстартметрологія»

«ПЕРЕВІРЕНО»

3



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

документом. Партія соломи льону олійного має вигляд загальної маси неоднорідних та неорієнтованих одне відносно одного стебел, а на деяких ділянках стебел спостерігається частково виділений луб;

кіпа соломи льону олійного – це порція неорієнтованих стебел соломи льону олійного, складених одно на одне;

рулон соломи льону олійного – це в'язка неорієнтованих стебел соломи льону олійного масою 100-110 кг. Паковка має циліндричну форму;

тюк соломи льону олійного – це в'язка неорієнтованих стебел соломи льону олійного масою 10-12 кг. Паковка має прямокутну форму;

плющення соломи льону олійного – це стиснення стебел соломи льону олійного між обертовими циліндрами або рифленими вальцями з метою послаблення зв'язків між волокнистою частиною стебел та їх деревиною;

костриця льону олійного – це деревина стебел льону олійного, зруйнована механічним шляхом і відокремлена від лубу (волокон);

інструментальне оцінювання якості соломи льону олійного – це оцінювання якості соломи за її фізико-механічними властивостями із застосуванням вимірювальних приладів;

органолептичне оцінювання соломи льону олійного – це оцінювання якості соломи органами чуттів за зовнішніми властивостями та ознаками;

сортування соломи льону олійного – це формування однорідних за якістю або за окремими ознаками партій соломи;

номер соломи льону олійного – це комплексний показник якості даної сировини;

комплексний показник якості соломи льону олійного – це сума вагомих показників якості соломи льону олійного, а саме засміченості, групи кольору соломи та виходу лубу зі стебел (масової частки лубу);

засміченість соломи льону олійного – це відношення маси стебел соломи льону олійного, очищених від сміттєвих домішок: зіпсованих (гнилих) стебел, уражених грибковими захворюваннями (іржа, фузаріоз по іржі, поліспороз, антракноз, бактеріоз, аскохітоз тощо), злакових та дводольних бур'янів, ґрунтових залишків, до її початкової маси, виражають у відсотках;



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

вихід лубу зі стебел (масова частка лубу) – це відношення маси виділеного лубу до маси стебел льону олійного за нормованої вологості та засміченості, виражають у відсотках;

група кольору соломи – це забарвлення досліджуваної жмені соломи льону олійного, яке визначається згідно з даними ТУ, виражають у балах;

вологість соломи льону олійного – це відношення маси вологи до маси абсолютно сухої соломи льону олійного, виражають у відсотках;

технічна довжина стебел льону олійного – це відстань від місця прикріплення сім'ядольних листочків до початку розгалуження суцвіття (довжина продуктивної частини стебла, в якій зосереджено найбільший вміст лубу), вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

загальна довжина стебел льону олійного – це відстань від місця прикріплення сім'ядольних листочків до верхівкової насінневої коробочки, вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

технічна довжина стебел соломи льону олійного – це відстань від місця зрізу прикореневої частини сільськогосподарською технікою до місця найбільшого бокового розгалуження суцвіття, вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

загальна довжина стебел соломи льону олійного – це відстань від місця зрізу прикореневої частини сільськогосподарською технікою до місця прикріплення верхівкової насінневої коробочки, вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

довжина жмені стебел соломи льону олійного – це середня довжина жмені стебел соломи льону олійного від гузиря до закінчення основної маси стебел після попереднього вирівнювання за гузирем обстуканням, вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

жменя сировини льону олійного – це порція сировини (соломи, трести, волокон), яку можна утримувати в долоні між пальцями руки.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1 Солому льону олійного залежно від якості поділяють на номери: 5, 4, 3, 2, 1. Визначення номера передбачено даними **технічними умовами**.



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

4.2 Солома льону олійного повинна мати: вихід лубу зі стебел – від 11,0 %; засміченість – не більше 20 %; групу кольору – не нижче І групи; вологість у рулонах – не більше 20 %, у тюках – не більше 25 %.

Загальна довжина стебел льону олійного не перевищує 90,0 см, технічна довжина становить 15,0-78,0 см, середній діаметр стебел коливається від 1,0 мм до 4,1 мм.

4.3 Солому льону олійного постачають для збуту на льонозавод партіями в кіпах, тюках, рулонах. Стебла в даних упаковках неорієнтовані та неоднорідні за фізико-механічними властивостями. Тюки або рулони обв'язують пасками з соломи льону олійного чи шпагатом, виготовленим із натурального волокна згідно з ГОСТ 17308.

4.4 Допускається за згодою з льонозаводом змінювати масу рулону (тюка).

4.5 У загальній партії соломи льону олійного (кіпах, тюках, рулонах) не повинно бути зіпсованих (гнилих) та уражених грибковими захворюваннями стебел.

4.6 Нормована (розрахункова) вологість соломи льону олійного – 19 %.

4.7 Нормована (розрахункова) засміченість соломи льону олійного – 5 %.

У разі відхилення вологості та засміченості соломи льону олійного від нормованих показників здійснюють перерахунок маси партії згідно з п. 6.6 і 6.7 цих технічних умов.

5 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ, ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ, УТИЛІЗАЦІЯ

5.1 Технологічне обладнання за показниками безпеки має відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003.

5.2 Загальні вимоги безпеки до виробничих процесів встановлюють згідно з ГОСТ 12.3.002.

5.3 Виробничі приміщення та обладнання за показниками пожежної безпеки повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.004.

5.4 Освітлення приміщень має відповідати вимогам ДБН В.2.5-28 [1].



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

5.5 Системи опалення та вентиляції повинні забезпечувати санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005 і мікроклімат виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6.042 [2]. Санітарно-побутові приміщення мають відповідати вимогам ДБН В.2.2-27 [3].

5.6 Рівень шуму та вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати граничні показники, встановлені згідно з ДСН 3.3.6.037 [4], ГОСТ 12.1.003, ДСТУ ГОСТ 12.1.012 та ДСН 3.3.6.039 [5].

5.7 Робочі місця мають відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 12.2.061.

5.8 Приміщення повинні бути обладнані витяжною вентиляцією, опаленням, кондиціонуванням згідно з ДСТУ Б.А.3.2-12, ДБН 2.5-67 [6].

5.9 Охорону праці здійснюють відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» [7] та інших чинних законодавчих актів і нормативних документів про охорону праці.

5.10 Переміщення, навантаження й розвантаження сировини та готової продукції проводять згідно з ГОСТ 12.3.009.

5.11 Контроль за викидами шкідливих речовин в атмосферу здійснюють відповідно до вимог ГОСТ 17.2.3.02 і Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [8].

5.12 Стічні води підприємства повинні підлягати очищенню та відповідати вимогам СанПіН 4630 [9].

5.13 Охорона ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами повинна здійснюватись згідно з вимогами ДСанПіН 145-11 [10].

5.14 Поводження з відходами та неякісною продукцією має відповідати вимогам Законів України «Про відходи» [11], «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» [12].



6 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ

6.1 Солому льону олійного приймають партіями. Партією вважають будь-яку кількість соломи льону олійного одного селекційного сорту, вирощеного за однакових умов, призначену для одночасної реалізації та оформлену одним супровідним документом.

6.2 У супровідному документі зазначають:

- 1) назву господарства;
- 2) назву селекційного сорту;
- 3) номер автомашини, причепа;
- 4) масу партії;
- 5) дату оформлення документа;
- 6) підпис особи, відповідальної за видання документа.

Для партії соломи льону олійного в рулонах (тюках) у супровідному документі додатково вказують дату формування рулонів (тюків) та кількість рулонів (тюків) у партії.

6.3 Якщо здавальник не згоден з оцінкою якості соломи льону олійного, то її повторно аналізують у присутності здавальника, а якщо він не згоден із результатами повторного визначення, то проводять контрольне визначення у присутності спеціаліста інспекції якості та формування ресурсів сільськогосподарської продукції облдержадміністрації за заново відібраною від партії пробою.

6.4 У разі повторного визначення остаточну якість соломи льону олійного встановлюють як середнє арифметичне результатів першого та повторного аналізування.

Результат контрольного визначення переносять на всю партію.

6.5 Партії соломи льону олійного в тюках, що надходять протягом однієї доби, та в рулонах, що надходять протягом 5 діб стійкої сухої погоди з одного господарства (бригади, ланки), які мають за зовнішнім виглядом однакову якість із партіями, що були раніше оцінені інструментальним методом,

МІНЕКОНСМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

допускається за згодою здавальника оцінювати в разі приймання тим самим номером.

6.6 У разі відхилення фактичної вологості соломи льону олійного від нормованої масу партії з фактичною вологістю перераховують на масу партії соломи льону олійного з нормованою вологістю (m_n) у кілограмах за формулою:

$$m_n = m_\phi \cdot \frac{100 + W_n}{100 + W_\phi}, \quad (1)$$

де m_ϕ – маса партії соломи льону олійного з фактичною вологістю, кг;

W_n – нормована вологість соломи льону олійного (19 %), %;

W_ϕ – фактична вологість соломи льону олійного, %.

6.7 У разі відхилення фактичної засміченості соломи льону олійного від нормованої масу партії з нормованою вологістю (m_n) перераховують на масу партії соломи льону олійного з нормованою вологістю та засміченістю (m_{nc}) у кілограмах за формулою:

$$m_{nc} = m_n \cdot \frac{100 - C_\phi}{100 - C_n}, \quad (2)$$

де C_ϕ – фактична засміченість соломи льону олійного, %;

C_n – нормована засміченість соломи льону олійного (5 %), %.

6.8 Масу партії соломи льону олійного з нормованою вологістю та засміченістю можна визначати за допомогою перемноження маси партії соломи льону олійного з фактичною вологістю та засміченістю на відповідний коефіцієнт, який наведено в додатку А.

6.9 Масу партії соломи льону олійного з нормованою вологістю та засміченістю обчислюють із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа тільки за даними лабораторного визначення вологості та засміченості соломи льону олійного.

ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

7 МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ

7.1 Відбирання проби соломи льону олійного в полі

7.1.1 З метою визначення якості соломи льону олійного допускається відбирання проб у полі перед формуванням рулонів (тюків) із площі посіву не більше ніж 15 га.

7.1.2 Для відбирання проб у полі представники льонозаводу та сіючого господарства розбивають площу льону олійного на ділянки розміром до 15 га. Потім по діагоналі площі в десяти місцях, приблизно рівновіддалених одне від одного, відбирають зі стрічки соломи по дві порції стебел льону олійного масою 1 кг кожна, зв'язуючи їх окремо одну від одної (рисунок 1).

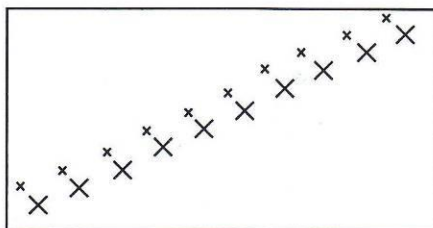


Рисунок 1 – Схема відбирання проб соломи льону олійного в полі

7.1.3 Кінцеві місця відбирання проб соломи льону олійного повинні бути розташовані на відстані 3-5 м від кінця діагоналі ділянки. Відібрані 20 порцій стебел розподіляють на дві проби по 10 штук у кожній. При цьому в кожную пробу беруть порції, відібрані в усіх точках відбирання.

7.1.4 Порції стебел кожної проби зв'язують разом, прикріплюють етикетку, на якій зазначені господарство, бригада, номер поля й ділянки, селекційний сорт, дата відбирання проб і номер проби, та направляють її в лабораторію льонозаводу.

7.1.5 Строк між відбиранням проб і реалізацією соломи льону олійного на завод не повинен перевищувати 5 діб стійкої сухої погоди.

7.1.6 У разі випадіння опадів у цей період або за вимогою однієї зі сторін відбирають проби в полі знову.



10

ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

7.2 Відбирання проби соломи льону олійного від партії в кіпах

7.2.1 Від партії (кіпи) соломи льону олійного масою до 5 т або 5 т і більше з десяти різних точок кожної бокової сторони транспортного засобу відбирають по одній порції стебел, масою 2 кг кожна, відповідно до схеми, наведеної на рисунку 2.

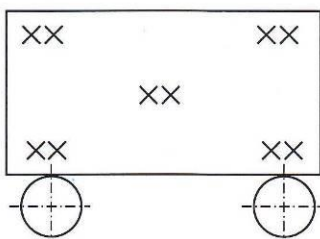


Рисунок 2 – Схема відбирання порцій стебел від партії соломи льону олійного в кіпах

7.2.2 Відібрані порції стебел розподіляють на дві проби по 5 штук у кожній. При цьому в кожену пробу беруть порції, відібрані в усіх точках відбирання.

7.3 Відбирання проби соломи льону олійного від партії в рулонах (тюках)

7.3.1 Від партії соломи льону олійного в рулонах (тюках) у пробу долучають один будь-який рулон (10 будь-яких тюків).

7.3.2 Для визначення номера, вологості та відповідності соломи льону олійного вимогам даних технічних умов від партії масою до 5 т відбирають дві проби, які становлять 2 рулони або 20 тюків (рисунки 3), а від партії масою 5 т і більше – чотири проби, які становлять 4 рулони або 40 тюків.

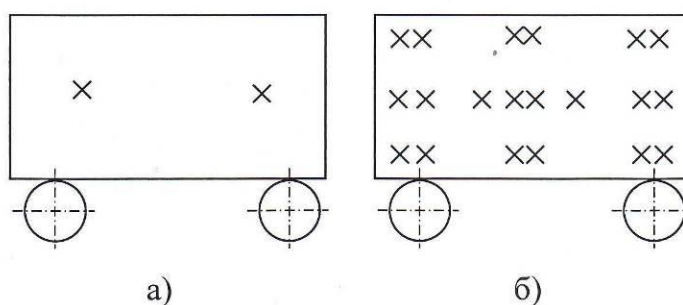


Рисунок 3 – Схема відбирання порцій стебел від партії соломи льону олійного масою до 5 т: а) – в рулонах; б) – в тюках.



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

7.3.3 Під час визначення вологості соломи льону олійного в рулонах вологоміром ВЛР-1 до проб, відібраних від партії, долучають не менше трьох рулонів.

7.3.4 За необхідності визначення вмісту землі відбирають 1 рулон (10 тюків).

7.4 Відбирання жмень із рулонів (тюків) та проб стебел соломи льону олійного

7.4.1 Сформовані проби розгортають у пласт завширшки 60-70 см, звільняючи від паска кожну порцію стебел. Потім із середини кожної порції, на всю глибину шару, відбирають по одній жмені соломи льону олійного масою не менше ніж 200 г.

7.4.2 Жмені з рулонів відбирають під час розмотування із стрічок соломи льону олійного на транспортері, що відводить стрічку від розмотувача. Першу жменю відбирають від другого шару в рулоні, наступні вісім жмень — у процесі розмотування рулону через рівні проміжки часу (приблизна тривалість розмотування одного рулону – 10-12 хв), десятю жменю — від серцевини рулону. Маса кожної жмені повинна становити не менше ніж 200 г.

7.4.3 За вологості соломи льону олійного понад 20 % масу кожної жмені для визначення номера збільшують приблизно на 20 г.

7.4.4 Від загальної маси відібраних жмень, не допускаючи втрат сміттєвих домішок, відважують спочатку першу частину стебел масою 2 кг для визначення номера соломи, потім другу частину стебел масою 0,5 кг для визначення вологості соломи, а третю частину стебел масою 1 кг залишають на випадок повторюваності досліджень і зберігають не менше однієї доби з моменту відбирання.

7.4.5 За необхідності визначення загальної й технічної довжини стебел соломи льону олійного та їх діаметра додатково відважують 0,5 кг зі сформованої жмені стебел.

Порядок відбирання жмень стебел із проб і рулонів (тюків) соломи льону олійного та послідовність проведення досліджень подано на рисунку 4.



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

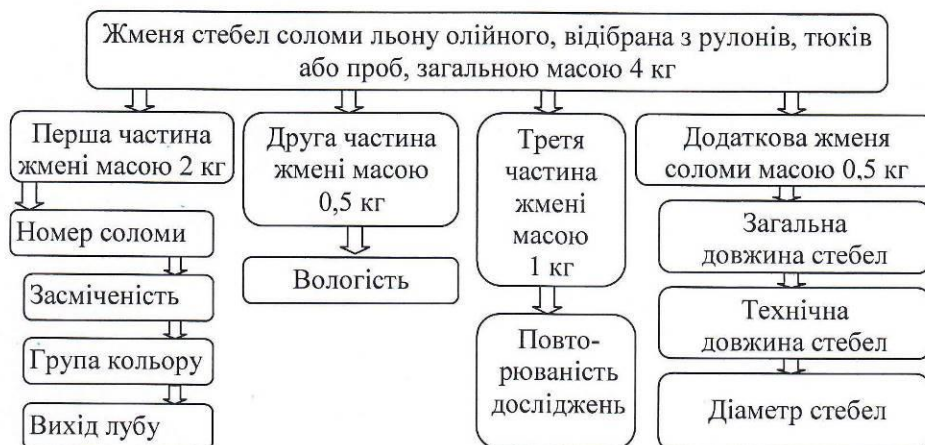


Рисунок 4 – Послідовність відбирання жмень стебел соломи льону олійного та проведення випробувань

7.4.6 Частина жмень, відібрані за видами визначень показників якості соломи льону олійного, зв'язують окремо одна від одної, прикріплюють етикетку (на якій зазначено дату відбирання, назву господарства, бригаду, поле, ділянки), кладуть у поліетиленовий пакет і направляють у лабораторію для проведення досліджень.

8 ЗАСОБИ ВИПРОБУВАНЬ

Ваги лабораторні з похибкою зважування не більше ніж 0,01 г, згідно з ГОСТ 24104.

Вологоміри ВЛК-1, ВЛР-1 або сушильні пристрої типу ВСЛК-1, УС-4, СШ-1.

М'ялка лабораторна ЛМ-3 або МЛ-5 з такими технологічними характеристиками:

- частота обертання вальців – $60 \pm 10 \text{ хв}^{-1}$;
- тиск упорного гвинта на пружину м'ялки – 12 кг ($117,6 \pm 9,8 \text{ Н/м}^2$);
- глибина заходження рифлів – $2 \pm 0,2 \text{ мм}$.

Довжиномір ДЛ-3 або ДЛ-2М із тиском диска приладу на верхівку жмені 1,86 Н (190 гс).

Лінійка металева з ціною поділки шкали 0,1 см.

Стебломір С-2 із похибкою вимірювання не більше ніж 0,1 мм.



9 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ

9.1 Визначення фактичної вологості

9.1.1 Підготовка та проведення визначень

Вологість соломи льону олійного визначають у кожній партії сировини, доставленої на переробне підприємство.

9.1.1.1 Визначення вологості вологоміром ВЛК-1

Жменю стебел соломи льону олійного, відібрану згідно з п. 7.4.4, звільняють від поліетиленового пакету, етикетки й вручну відбирають землю та плутанину. Потім розрізають стебла на відрізки завдовжки 190 ± 3 мм та перемішують між собою. З них формують дві наважки масою 50 ± 1 г кожна.

Вологоміром ВЛК-1 три рази визначають вологість соломи льону олійного в кожній наважці, змінюючи розміщення відрізків стебел у давачі приладу відповідно до інструкції з його використання.

9.1.1.2 Визначення вологості вологоміром ВЛР-1

Вологість соломи льону олійного в рулонах (тюках) визначають вологоміром ВЛР-1 відповідно до інструкції з використання приладу.

Під час визначення вологості соломи льону олійного в рулонах (тюках) щуп вологоміра вводять зі сторони верхівок стебел у торець рулону (тюка) в чотирьох точках згідно з рисунком 5 до моменту загоряння сигнальної лампочки, після чого фіксують показання приладу.

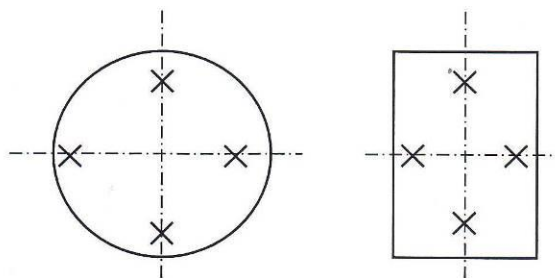


Рисунок 5 – Схема введення щупа вологоміра у торець рулону (тюка)

ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

9.1.1.3 *Визначення вологості з використанням сушильного пристрою типу ВСЛК-1*

Жменю стебел соломи льону олійного, відібрану згідно з п. 7.4.4, звільняють від поліетиленового пакету, етикетки й вручну відбирають землю та плутанину. Потім розрізають стебла на відрізки завдовжки 15-20 мм та перемішують між собою. З них формують чотири наважки масою 25 ± 1 г кожна. Аналітичні наважки кладуть у сітчасті бюкси, які розміщують у сушильній камері ВСЛК-1 і висушують протягом 15 хв за температури 105 ± 2 °С.

Після висушування солону льону олійного аналітичних наважок висипають на ваги та зважують із точністю до 0,01 г і подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

9.1.1.4 *Визначення вологості з використанням сушильної шафи типу УС-4*

Солону льону олійного кожної наважки масою 50 ± 1 г, відібрану згідно з п. 9.1.1.1, закладають у касети. Одну касету з наважкою підвішують на гачок квадранта сушильної шафи УС-4 для висушування, а другу (інші) розміщують у сушильній шафі для попереднього підсушування. Підвішену в касеті наважку сушать за температури всередині камери 100-105 °С і вважають сушіння закінченим через 5 хв після зупинення стрілки квадранта. Касету з висушеною наважкою знімають із гачка квадранта, а на її місце підвішують наступну касету з попередньо підсушеною наважкою соломи та проводять сушіння за тих самих умов.

Після висушування солону льону олійного аналітичних наважок висипають на ваги та зважують із точністю до 0,01 г і подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

9.1.1.5 *Визначення вологості з використанням сушильних пристроїв типу СШ-1*

Стебла соломи льону олійного кожної наважки масою 50 ± 1 г, відібрані згідно з п. 9.1.1.1, у попередньо зваженій тарі ставлять у сушильну камеру приладу СШ-1 і сушать за температури 100-105 °С до сталої маси. Перше зважування наважки проводять через 2 год. після початку сушіння, подальші



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

зважування — через кожні 20 ± 5 хв, поки результат останнього зважування буде відрізнятися від попереднього менше ніж на 0,1 г.

9.1.2 Оброблення результатів

9.1.2.1 Під час визначення вологості соломи льону олійного вологоміром ВЛК-1 вологість кожної наважки обчислюють як середнє арифметичне результатів трьох визначень із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

9.1.2.2 Під час визначення вологості соломи льону олійного в сушильних пристроях типу УС-4, ВСЛК-1 та СШ-1 вологість кожної наважки (W) у відсотках обчислюють за формулою:

$$W = \frac{m - m_1}{m_1} \cdot 100, \quad (3)$$

де m – маса наважки до висушування, г;

m_1 – маса наважки після висушування, г.

Вологість кожної наважки обчислюють із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

9.1.2.3 Під час визначення вологості соломи льону олійного вологоміром ВЛК-1 або в сушильних пристроях за показник вологості соломи льону олійного в партії приймають середнє арифметичне результатів, визначених для двох наважок, а під час визначення вологості вологоміром ВЛР-1 – середнє арифметичне результатів замірювань в усіх рулонах (тюках) або в усіх пробах, відібраних із даної партії. Вологість визначають із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

9.2 Визначення засміченості

Засміченість соломи льону олійного визначають органолептично. Якщо засміченість соломи льону олійного за результатами органолептичного визначення перевищує 5 %, проводять лабораторне визначення.

9.2.1 Підготовка та проведення лабораторних визначень

Жменю соломи льону олійного масою 2 кг, відібрану згідно з п. 7.4.4, звільняють від поліетиленового пакету, етикетки та повторно зважують. Потім



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

її розкладають на лабораторному столі й вручну видаляють сміттєві домішки: зіпсовані (гнилі), а також уражені грибковими захворюваннями стебла, злакові та дводольні бур'яни, ґрунтові залишки, насінневі коробочки, після чого знову зважують із похибкою не більше ніж 1 г.

9.2.2 Оброблення результатів

9.2.2.1 Засміченість соломи льону олійного (Z_c) у відсотках обчислюють за формулою:

$$Z_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \cdot 100, \quad (4)$$

де m_2 – маса жмені соломи льону олійного до видалення бур'янів, насінневих коробочок і побічних домішок, г;
 m_3 – маса жмені соломи льону олійного після видалення бур'янів, насінневих коробочок і побічних домішок, г.

9.2.2.2 Рулон (тюк) соломи льону олійного, відібраний для визначення вмісту землі, зважують. Потім рулон (тюк) розмотують над розстеленою плівкою або брезентом. Видалену в цьому разі землю зважують із похибкою не більше ніж 0,1 кг.

Вміст землі в рулонах (Z_3) у відсотках обчислюють за формулою:

$$Z_3 = \frac{m_5}{m_4} \cdot 100, \quad (5)$$

де m_4 – маса соломи льону олійного в рулоні з фактичною вологістю, кг;
 m_5 – маса землі, кг.

Засміченість соломи льону олійного в рулонах (Z_p) у відсотках обчислюють за формулою:

$$Z_p = Z_c + Z_3. \quad (6)$$

9.2.2.3 Вміст насіння льону олійного в соломі (Z_n) у відсотках обчислюють за формулою:

$$Z_n = \frac{m_6}{m_2} \cdot 100, \quad (7)$$

де m_6 – маса насіння льону олійного, г.



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

9.2.2.4 Засміченість соломи льону олійного в пробах (жменях) і вміст землі в рулонах обчислюють із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

9.2.2.5 Якщо від партії відбирають більше однієї проби, то засміченість, вміст землі та насіння обчислюють як середнє арифметичне результатів визначення для всіх проб.

9.3 Визначення групи кольору соломи льону олійного

9.3.1 Підготовка до визначення

За кольором солону льону олійного поділяють на три групи:

- I – солома жовта й жовто-зелена;
- II – солома темно-жовта й жовто-бура;
- III – солома бура й темно-сіра.

9.3.2 Проведення визначення

Колір соломи льону олійного встановлюють органолептично, використовуючи наважку після визначення засміченості, яку розподіляють на 10 рівних порцій (жмень). Потім визначають колір кожної порції (жмені), підраховують їх кількість і, згідно з таблицею 1, встановлюють групу кольору даної партії соломи льону олійного.

Таблиця 1 – Встановлення групи кольору соломи льону олійного

Група кольору соломи	Кількість порцій (жмень) соломи за кольором у загальній наважці		
	жовта й жовто-зелена	темно-жовта й жовто-бура	бура й темно-сіра
I	від 6 до 10 включно	не більше 4	-
II	менше 6	до 10 включно	не більше 4
III	менше 6	менше 6	від 5 до 10 включно



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

9.3.3 Оброблення результатів

9.3.3.1 Встановлення групи кольору кожної порції (жмені) соломи льону олійного, яка має неоднорідний колір, здійснюють на основі органолептичного визначення відсоткового вмісту стебел за кольором у досліджуваній порції (жмені).

За наявності в порції (жмені) соломи льону олійного:

- до 40 % включно темно-жовтих і жовто-бурих стебел, якщо основна маса стебел має нормальний жовтий і жовто-зелений колір, її відносять до I групи кольору;
- більше ніж 40 % темно-жовтих і жовто-бурих стебел у жовтій і жовто-зеленій жмені стебел, її відносять до II групи кольору;
- до 40 % бурих і темно-сірих стебел у темно-жовтій і жовто-бурій жмені стебел, її відносять до II групи кольору;
- більше ніж 40 % бурих і темно-зелених стебел у темно-жовтій і жовто-бурій жмені стебел, її відносять до III групи кольору.

9.3.3.2 Порцію (жменю) соломи, в якій виявлено зіпсовані та уражені грибковими захворюваннями стебла, слід переводити з вищої групи кольору в нижчу, тобто з I в II, з II в III групу.

Слабкий ступінь зіпсованості та ураженості стебел соломи льону олійного характеризується наявністю 1-2 незначних плям на технічній (продуктивній) частині стебел або ураженістю волоті (верхівкової частини), причому зіпсованих та уражених стебел не повинно бути більше ніж 50 %.

При більшому ступені зіпсованості та ураженості стебел досліджувану порцію (жменю) соломи льону олійного відносять до III групи кольору.

Ступінь ураження стебел захворюваннями визначають органолептично.

9.4 Визначення виходу лубу зі стебел соломи льону олійного (масової частки лубу в соломі льону олійного)

9.4.1 Підготовка до визначення

Визначення здійснюють при вологості соломи не більше ніж 20 %. Якщо її вологість перевищує цей показник, жменю соломи льону олійного підсушують на електрокалорифері типу СФОА протягом 1-2 хв.



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

Дослідження проводять, використовуючи першу частину жмені соломи льону олійного, відібраної для встановлення номера, після визначення засміченості та групи кольору. З різних місць жмені відбирають жмут стебел масою 25-30 г і формують дві наважки масою $10,0 \pm 0,1$ г.

9.4.2 Проведення визначення

Наважку соломи одностебловим шаром пропускають через вальці лабораторної м'ялки ЛМ-3 або МЛ-5 і струшують для видалення костриці після кожних 3-4 пропускань, не допускаючи втрат волокна. За видимої відсутності костриці наважки зважують, пропускають два рази (туди-назад) через вальці м'ялки ЛМ-3 або один раз (туди) через вальці м'ялки МЛ-5, струшують і знову зважують. Якщо результат другого зважування відрізняється від першого більш ніж на 0,05 г, то наважку знову пропускають один раз через вальці м'ялки МЛ-5 або два рази – через вальці м'ялки ЛМ-3, струшують і зважують. Визначення проводять до того часу, поки результат останнього зважування наважки буде відрізнятися від попереднього менш ніж на 0,05 г.

Наважки зважують із похибкою, не більшою за 0,01 г.

9.4.3 Оброблення результатів

Масову частку лубу, виділеного зі стебел (соломи) льону олійного однієї наважки, (B_n) у відсотках обчислюють за формулою:

$$B_s = \frac{m_7}{10} \cdot 100, \quad (8)$$

де m_7 – маса лубу, виділеного з наважки соломи льону олійного, г;
10 – маса наважки соломи льону олійного, г.

У разі засміченості соломи льону олійного більше 5% масова частка лубу виділеного із однієї наважки, (B_n) у відсотках обчислюють за формулою:

$$B_n = \frac{m_7 \cdot 100}{10 \cdot K}, \quad (9)$$



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

- де m_7 – маса лубу, виділеного з наважки соломи льону олійного, г;
 K – коефіцієнт, що дорівнює 1,08 при вологості соломи льону олійного 7-10 % або 1,04 при вологості 11-15 %;
 l_0 – маса наважки соломи льону олійного, г.

Масову частку лубу однієї проби обчислюють як середнє арифметичне результатів визначень для двох наважок, якщо розбіжність між ними не перевищує 3 %. У разі перевищення цієї норми визначення повторюють й за остаточний результат приймають середнє арифметичне результатів визначення для чотирьох наважок.

Усі обчислення здійснюють із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

Масову частку лубу для двох або чотирьох проб обчислюють як середнє арифметичне результатів визначення для всіх наважок, відібраних від даної партії, а отриманий результат приймають за остаточний.

9.5 Визначення загальної та технічної довжини стебел соломи льону олійного

9.5.1 Визначення загальної та технічної довжини неорієнтованих стебел у жмені соломи льону олійного

Загальну та технічну довжину стебел у жмені соломи визначають за бажанням представника льонозаводу в тому випадку, коли необхідно встановити відсоток продуктивної (технічної) частини стебел у партії.

9.5.1.1 Підготовка до визначення

Для проведення даного дослідження відібрану додаткову жменю соломи льону олійного масою 0,5 кг звільняють від поліетиленового пакету, знімають етикетку та, розклавши на лабораторному столі, вручну видаляють сміттєві домішки: зіпсовані (гнилі) й уражені грибковими захворюваннями стебла, злакові та дводольні бур'яни, ґрунтові залишки, насінневі коробочки. Потім із 5 різних місць очищеної жмені соломи відбирають жмути стебел і зміщують між



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

собою, формуючи наважку масою 100 г. Стебла даної наважки розсортовують за групами в порядку зменшення (збільшення) їх довжини, так щоб з одного боку кінці стебел розташовувалися на прямій лінії.

Для зручності проведення лабораторних досліджень можна накреслити діаграму розподілу стебел за довжиною, приклад якої наведено на рисунку 6.

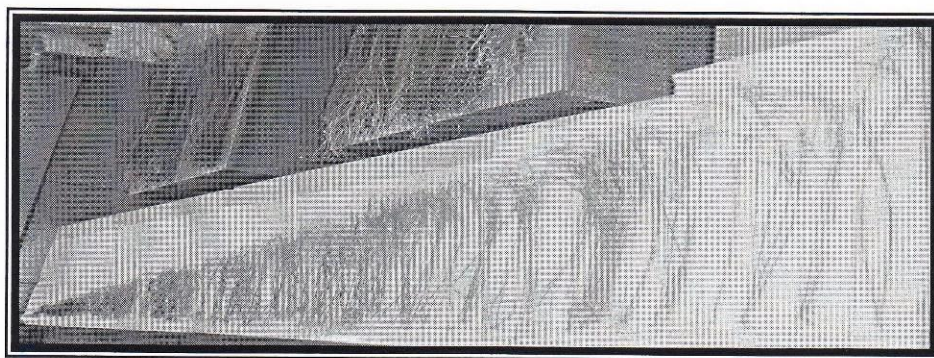


Рисунок 6 – Діаграма розподілу стебел соломи льону олійного за довжиною в кожній групі

За допомогою лінійки металевої з ціною поділки шкали 0,1 см на ватмані розкреслюють прямокутники зі сталою шириною 5 см і змінною довжиною в порядку збільшення, з кроком 1 см. Кожен прямокутник характеризує групу довжини, тобто перша група (перший прямокутник) від 0 см до 1 см, друга – від 1 см до 2 см, третя – 2-3 см і т.д.

9.5.1.2 Проведення визначення

Після розподілу стебел соломи за довжиною в кожній групі визначають масу та технічну довжину, фіксуючи отримані значення в зведеній таблиці, приклад якої наведено в додатку Б.

9.5.1.3 Оброблення результатів

Загальну та технічну довжину стебел наважки обчислюють як середнє арифметичне результатів визначень для всіх груп за довжиною та виражають у мм (см).

Відсоткову частку (%) технічної довжини стебел соломи (D_T) в їх загальній довжині обчислюють за формулою:



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

$$D_T = \frac{L_T}{L_3} \cdot 100, \quad (10)$$

де L_T – технічна довжина стебел соломи льону олійного, мм (см);

L_3 – загальна довжина стебел соломи льону олійного, мм (см).

Відсоткову частку технічної довжини стебел соломи обчислюють як середнє арифметичне показників за всіма групами довжин, а отриманий результат визначень відносять до всієї партії.

9.5.2 *Визначення загальної та технічної довжини орієнтованих стебел льону олійного, які отримані після ручного брання*

Загальну та технічну довжину однорідних паралельних стебел льону олійного визначають під час проведення певних лабораторних досліджень (наприклад, з метою вивчення впливу зміни клімату, технологій вирощування, внесення добрив та інших агротехнічних заходів на загальну й технічну довжину стебел).

9.5.2.1 *Підготовка до визначення*

На дослідній ділянці (полі) з п`яти різних місць відбирають ручним бранням дві проби стебел без видалення насінневих коробочок. Маса кожної проби повинна бути не менше ніж 5 кг. Проби зв'язують окремо одна від одної, прикріплюють етикетку (на якій зазначено дату відбирання, назву господарства, бригаду, поле, ділянки), кладуть у поліетиленовий пакет і направляють у лабораторію.

Кожну сформовану пробу розгортають на лабораторному столі у пласт завширшки 60-70 см, звільняючи від паска. Потім за всією шириною пласта та з його середини відбирають по 5 жмень стебел льону олійного масою не менше ніж 200 г.

Для того, щоб визначити довжину жмені стебел, кожну жменю вирівнюють за гузирем (окоренками) триразовим обстукуванням.



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

9.5.2.2 Проведення визначення

Вирівняні жмені стебел по черзі встановлюють гузирем донизу на площадку довжиноміра ДЛІ-2М і закріплюють у тримачі на висоті 1/3 довжини стебел від площадки приладу, а на відстані 2/3 їх довжини жменю стебел підтримують рукою. Повзунком із диском плавно опускають по стійці довжиноміра на верхівкову частину жмені стебел до збігу показників, розміщених на повзунку та диску.

Результат вимірювання довжини жмені стебел визначають за шкалою на стійці приладу в момент збігу крайок показників повзунка та диска з похибкою не більше ніж 1 см.

9.5.2.3 Оброблення результатів

Довжину жмені стебел обчислюють у сантиметрах (міліметрах) як середнє арифметичне результатів вимірювання довжини всіх жменів відібраних від проб.

Визначення здійснюють із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

9.6 Визначення діаметра стебел соломи льону олійного

Діаметр стебел соломи визначають за бажанням представника льонозаводу в тому випадку, коли за результатами органолептичного оцінювання солома визнана тонко- чи товстостеблою. Діаметр стебел соломи характеризує ступінь їх здерев'яніння. За показниками діаметра стебел соломи льону олійного прогнозують інтенсивність їх декортикації з метою виділення лубу.

9.6.1 Підготовка до визначення

Для проведення даного дослідження з додаткової жмені соломи льону олійного після визначення загальної та технічної довжини стебел відбирають без вибору 10 жмутів соломи по 10 стебел.

9.6.2 Проведення визначення

Відібрані 10 стебел соломи укладають щільно одне до одного одностебловим шаром на стебломір С-2 так, щоб середина довжини кожного стебла знаходилася на вимірювальній планці приладу. Загальний діаметр 10 стебел вимірюють із похибкою не більше ніж 0,1 мм.

Міністерство розвитку України
ДП «Херсонстандартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

9.6.3 Оброблення результатів

Діаметр стебел соломи, відібраних зі жмені однієї партії, обчислюють шляхом ділення на 100 суми результатів десяти вимірювань загального діаметра 10 стебел.

У разі відбирання від однієї партії двох або чотирьох проб діаметр стебел соломи обчислюють шляхом ділення відповідно на 200 або 400 суми результатів 20 чи 40 вимірювань загального діаметра 10 стебел соломи.

Діаметр стебел обчислюють із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

10 ВИЗНАЧЕННЯ НОМЕРА СОЛОМИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Номер партії соломи льону олійного визначають залежно від показників засміченості, групи кольору та виходу лубу зі стебел.

У результаті проведених експериментальних досліджень отримують значення засміченості та виходу лубу зі стебел соломи у відсотках. Диференційним методом встановлено відносні значення цих показників якості у балах, які наведені в таблицях 2, 3.

Отримані відносні значення показників якості, а саме засміченості соломи та виходу лубу зі стебел, підсумовують. Суму балів округлюють до цілого числа.

Таблиця 2 – Визначення відносних значень показників якості за засміченістю соломи льону олійного

№ з/п	Засміченість соломи льону олійного		№ з/п	Засміченість соломи льону олійного	
	%	бали		%	бали
1.	5	100,0	9.	13	38,5
2.	6	83,3	10.	14	35,7
3.	7	71,4	11.	15	33,3
4.	8	62,5	12.	16	31,3
5.	9	55,5	13.	17	29,4
6.	10	50,0	14.	18	27,7
7.	11	45,4	15.	19	26,3
8.	12	41,7	16.	20	25,0

МІНЕКОП СРОВОЗВІТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

Таблиця 3 – Визначення відносних значень показників якості за виходом лубу зі стебел соломи льону олійного

№ з/п	Вихід лубу зі стебел соломи льону олійного		№ з/п	Вихід лубу зі стебел соломи льону олійного	
	%	бали		%	бали
1.	11	27,5	16.	26	65,0
2.	12	30,0	17.	27	67,5
3.	13	32,5	18.	28	70,0
4.	14	35,0	19.	29	72,5
5.	15	37,5	20.	30	75,0
6.	16	40,0	21.	31	77,5
7.	17	42,5	22.	32	80,0
8.	18	45,0	23.	33	82,5
9.	19	47,5	24.	34	85,0
10.	20	50,0	25.	35	87,5
11.	21	52,5	26.	36	90,0
12.	22	55,0	27.	37	92,5
13.	23	57,5	28.	38	95,0
14.	24	60,0	29.	39	97,5
15.	25	62,5	30.	40	100,0

Номер соломи льону олійного визначають за сумою балів, враховуючи групу кольору, згідно з таблицею 4.

Таблиця 4 – Визначення номера соломи льону олійного

№ з/п	Номер соломи	Показник якості для соломи I групи за кольором у балах	Показник якості для соломи II групи за кольором у балах	Показник якості для соломи III групи за кольором у балах
1.	5	200-132	-	-
2.	4	131-98	200-110	-
3.	3	97-79	109-82	200-90
4.	2	78-64	81-65	89-66
5.	1	63-53	64-53	65-53

Номер соломи льону олійного, який визначено для проби, відносять до всієї досліджуваної партії.



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

ДОДАТОК А
(довідковий)

Визначення коефіцієнта для обчислення маси соломи льону олійного при нормованій вологості та засміченості

Фактична вологість соломи льону олійного, %	Коефіцієнти перерахунку для фактичної засміченості соломи льону олійного, %							
	5	6	7	8	9	10	11	12
10	1,0818	1,0704	1,0590	1,0476	1,0362	1,0249	1,0136	1,0023
11	1,0721	1,0608	1,0495	1,0382	1,0270	1,0157	1,0044	0,9931
12	1,0625	1,0513	1,0401	1,0289	1,0178	1,0066	0,9954	0,9842
13	1,0531	1,0420	1,0309	1,0198	1,0088	0,9977	0,9866	0,9755
14	1,0439	1,0329	1,0219	1,0109	1,0000	0,9890	0,9780	0,9670
15	1,0348	1,0239	1,0130	1,0021	0,9912	0,9804	0,9696	0,9588
16	1,0259	1,0551	1,0043	0,9935	0,9827	0,9719	0,9611	0,9503
17	1,0171	1,0064	0,9956	0,9850	0,9743	0,9636	0,9529	0,9422
18	1,0085	0,9979	0,9872	0,9766	0,9660	0,9555	0,9450	0,9345
19	1,0000	0,9895	0,9789	0,9684	0,9579	0,9474	0,9369	0,9264
20	0,9917	0,9813	0,9708	0,9604	0,9499	0,9395	0,9291	0,9187
21	0,9835	0,9732	0,9627	0,9524	0,9421	0,9318	0,9215	0,9112
22	0,9754	0,9652	0,9548	0,9446	0,9343	0,9241	0,9139	0,9037
23	0,9675	0,9573	0,9471	0,9369	0,9268	0,9166	0,9064	0,8962
24	0,9597	0,9496	0,9395	0,9294	0,9193	0,9092	0,8991	0,8890
25	0,9520	0,9420	0,9319	0,9219	0,9119	0,9019	0,8919	0,8819
Фактична вологість соломи льону олійного, %	Коефіцієнти перерахунку для фактичної засміченості соломи льону олійного, %							
	13	14	15	16	17	18	19	20
10	0,9910	0,9797	0,9684	0,9571	0,9458	0,9345	0,9232	0,9119
11	0,9818	0,9705	0,9592	0,9479	0,9366	0,9253	0,9140	0,9027
12	0,9730	0,9618	0,9506	0,9394	0,9282	0,9170	0,9058	0,8946
13	0,9644	0,9533	0,9422	0,9311	0,9200	0,9089	0,8978	0,8867
14	0,9560	0,9450	0,9340	0,9230	0,9120	0,9010	0,8900	0,8790
15	0,9480	0,9372	0,9264	0,9156	0,9048	0,8940	0,8832	0,8724
16	0,9395	0,9287	0,9179	0,9071	0,8963	0,8855	0,8747	0,8639
17	0,9315	0,9208	0,9101	0,8994	0,8887	0,8780	0,8673	0,8566
18	0,9240	0,9135	0,9030	0,8925	0,8820	0,8715	0,8610	0,8505
19	0,9159	0,9054	0,8949	0,8844	0,8739	0,8634	0,8529	0,8424
20	0,9083	0,8979	0,8875	0,8771	0,8667	0,8563	0,8459	0,8355
21	0,9009	0,8906	0,8803	0,8700	0,8597	0,8494	0,8391	0,8288
22	0,8935	0,8833	0,8731	0,8629	0,8527	0,8425	0,8323	0,8221
23	0,8860	0,8758	0,8656	0,8554	0,8452	0,8350	0,8248	0,8146
24	0,8789	0,8688	0,8587	0,8486	0,8385	0,8284	0,8183	0,8082
25	0,8719	0,8619	0,8519	0,8419	0,8319	0,8219	0,8119	0,8019

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

ДОДАТОК Б
(ДОВІДКОВИЙ)Загальна характеристика показників якості стебел
соломи льону олійного

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору соломи	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса лубу в групах, г	Масова частка лубу в групах, %	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	(0-10)	5	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,2	0	II група - темно-жовта й жовто-бура	0,43	0,45	0,00	0,00	0,00
2.	(10-20)	15	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,2	0		0,44	0,46	0,00	0,00	0,00
3.	(20-30)	25	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,2	39		0,40	0,42	0,00	0,00	0,00
4.	(30-40)	35	волоть	волоть	1,4	41		0,80	0,84	0,00	0,00	0,00
5.	(40-50)	45	волоть	волоть	1,7	49		0,74	0,78	0,26	0,79	0,27
6.	(50-60)	55	волоть	волоть	1,4	36		0,45	0,47	0,16	0,48	0,17
7.	(60-70)	65	волоть	волоть	1,6	47		0,91	0,95	0,32	0,97	0,33
8.	(70-80)	75	волоть	волоть	1,9	40		1,26	1,32	0,44	1,35	0,46
9.	(80-90)	85	волоть	волоть	1,7	42		1,20	1,26	0,42	1,29	0,44
10.	(90-100)	95	90	95	2,3	33		1,93	2,02	0,67	2,07	0,71
11.	(100-110)	105	97	92	2,0	30		1,46	1,54	0,51	1,57	0,54
12.	(110-120)	115	108	94	2,2	29		1,88	1,97	0,66	2,01	0,69
13.	(120-130)	125	112	90	2,3	26		2,00	2,10	0,70	2,14	0,73
14.	(130-140)	135	127	94	2,9	31		4,09	4,29	1,43	4,39	1,50
15.	(140-150)	145	133	92	2,6	26		2,96	3,11	1,04	3,18	1,09
16.	(150-160)	155	141	91	2,7	23		3,02	3,17	1,06	3,24	1,11
17.	(160-170)	165	147	89	2,1	22		1,86	1,95	0,65	1,99	0,68
18.	(170-180)	175	152	87	2,9	28		4,79	5,02	1,68	5,14	1,76
19.	(180-190)	185	163	88	2,6	4		0,58	0,61	0,20	0,62	0,21
20.	(190-200)	195	175	90	2,0	4		0,36	0,38	0,13	0,39	0,13
21.	(200-210)	205	188	92	2,4	23		3,16	3,31	1,10	3,38	1,16
22.	(210-220)	215	193	90	2,1	14		1,54	1,62	0,54	1,65	0,57
23.	(220-230)	225	201	89	2,3	4		0,55	0,58	0,19	0,59	0,20
24.	(230-240)	235	221	94	2,5	24		4,10	4,30	1,43	4,39	1,50
25.	(240-250)	245	237	97	2,3	21		3,16	3,32	1,11	3,39	1,16
26.	(250-260)	255	245	96	2,3	20		3,13	3,29	1,10	3,36	1,15
27.	(260-270)	265	252	95	2,2	22		3,28	3,44	1,15	3,52	1,20
28.	(270-280)	275	268	97	2,4	15		2,76	2,90	0,97	2,96	1,01
29.	(280-290)	285	272	95	2,6	16		3,58	3,76	1,25	3,84	1,32
30.	(290-300)	295	287	97	2,7	18		4,50	4,72	1,57	4,82	1,65
31.	(300-310)	305	298	98	2,7	20		5,17	5,42	1,81	5,54	1,90
32.	(310-320)	315	301	96	2,5	18		4,12	4,32	1,44	4,42	1,51
33.	(320-330)	325	317	98	2,6	11		2,81	2,95	0,98	3,01	1,03
34.	(330-340)	335	321	96	2,9	12		3,93	4,12	1,37	4,21	1,44
35.	(340-350)	345	330	96	2,6	12		3,25	3,41	1,14	3,49	1,19
36.	(350-360)	355	346	97	2,9	11		3,82	4,00	1,34	4,09	1,40
37.	(360-370)	365	342	94	2,8	7		2,53	2,44	0,81	2,50	0,85

ДП «Херсонстандартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

Продовження таблиці додатку Б

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору соломи	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса лубу в групах, г	Масова частка лубу в групах, %	Вихід лубу в кожній групі від загальної маси стебел, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
38.	(370-380)	375	358	95	3,0	6	II	2,35	2,47	0,82	2,52	0,86
39.	(380-390)	385	369	96	3,3	5		2,44	2,56	0,85	2,61	0,89
40.	(390-400)	395	376	95	3,0	3		1,24	1,30	0,43	1,33	0,46
41.	(400-410)	405	394	97	2,3	2		0,50	0,52	0,17	0,53	0,18
42.	(410-420)	415	407	98	3,2	2		0,99	1,04	0,35	1,06	0,36
43.	(420-430)	425	412	97	3,0	1		0,44	0,47	0,16	0,48	0,16
44.	(430-440)	435	423	97	3,5	1		0,62	0,65	0,22	0,66	0,23
Всього						838		95,33	100	32,63	100	34,24
Середнє значення		220	200	74,85	2,4	19	II	2,17	2,27	0,74	2,27	0,78

Приклад визначення якості досліджуваної проби соломи льону олійного:

1. Вологість соломи – 19 %.

2. Номер соломи:

- засміченість соломи – 10 % (50,0 балів);

- вихід лубу зі стебел – 22 % (55,0 балів);

- група кольору соломи – II група.

За сумою балів (105,0) та групою кольору соломи льону олійного номер досліджуваної проби – 4.

3. Середня довжина стебел проби соломи льону олійного – 220 мм.

4. Технічна довжина стебел проби соломи льону олійного – 200 мм (74,85%).

5. Середній діаметр стебел проби соломи льону олійного – 2,4 мм.

Ключові слова: солома льону олійного, стебла, технічні вимоги, номер, вологість, довжина, діаметр, приймання, відбирання проб, випробування.



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

ДОДАТОК В

(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

1 ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Затверджено наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 15.05.2006 р. № 168

2 ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. № 42

3 ДБН В.2.2-27:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. Затверджено наказом Мінрегіонбуду України від 30.12.2010 р. № 570

4 ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. № 37

5 ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. № 39

6 ДБН В 2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Затверджено наказами Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 25.01.2013 р. № 24 та від 28.08.2013 р. № 410

7 Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ

8 Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ



ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016

9 СанПиН № 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Утверждено МОЗ СССР 04.07.1988 г., № 4630-88 (Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. Затверджено МОЗ СРСР 04.07.1988 р., № 4630-88)

10 ДСанПіН 145-11 Державні санітарні норми і правила утримання територій населених місць. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 17.03.2011 р. № 145

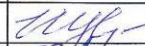

11 Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР

12 Закон України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» від 14.01.2000 р. № 1393-XIV

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»



КАТАЛОЖНА КАРТА ПРОДУКЦІЇ

Код ДП за ЄДРПОУ	01	02568348	Код за ДК004	12	65.020.20
Обліковий номер номер ТУ	03	02568348/001448	Зміна №	11	Код продукції за ДК 016
Позначення Назва ТУ	14	ТУ У 01.1- 2303511525- 001:2016			
	15	СОЛОМА ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО			
Код підприємства-власника ТУ за ЄДРПОУ	16	2303511525			
Назва підприємства - власника ТУ	17	Приватні особи: Чурсіна Людмила Андріївна, Головенко Тетяна Миколаївна, Тіхосова Ганна Анатоліївна, Бартків Лариса Григорівна			
Адреса підприємства-власника ТУ	18				
Юридична	73000, Україна, м. Херсон, вул. 1 Придніпровська, дім 26				
Місцезнаходження					
Телефон	19	0509304398	Факс	20	
Адреса електронної пошти	21	Chursina_la@mail.ru			
Термін чинності	22	з 05.12.2016р.	Не обмежений		
		Прізвище	Підпис	Дата	Телефон
Заповнив	04	Чурсіна Л. А.		05.12.16	0509304398
Перевірив	05	Лук'янчук Р. С.		05.12.16	(0552)41-04-80
Увів до каталогу	06				



Додаток В

ДКПП 01.19.39

УКНД 65.020.20

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор Херсонського національного
технічного університету

Ю.М. Бардачов

«28» 08 2017 р.

ТРЕСТА ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ТЕХНІЧНІ УМОВИ

ТУ У 01.1- 05480298 – 001:2017

(Уведено вперше)

Дата надання чинності «28» 08 2017 р.

Без обмеження терміну дії

РОЗРОБЛЕНО:

Кандидат технічних наук

Т.М. Головенко Т.М. Головенко

«15» грудня 2017 р.

Доктор технічних наук, професор

Г.А. Тіхосова Г.А. Тіхосова

«15» грудня 2017 р.

Доктор технічних наук, професор

Л.А. Чурсіна Л.А. Чурсіна

«15» грудня 2017 р.



МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
«Державне підприємство
«Херсонський науково-виробничий центр
стандартизації, метрології та сертифікації»
ДП «Херсонстандартметрологія»
ідентифікаційний код 02568348

«ПЕРЕВІРЕНО»
на відповідність законодавству України
«28» серпня 2018 р.
Внесено до книги обліку № 02568348/1001547

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Ці технічні умови поширюються на тресту льону олійного, одержану росяним або штучним зволоженням стебел соломи льону олійного та призначену для виробництва короткого волокна. Технічні умови придатні для цілей сертифікації.

Треста льону олійного призначена для виділення волокна зі стебел з метою його використання в різних галузях промислового виробництва.

Треста льону олійного реалізується згідно з договорами й контрактами через оптову торгівельну мережу України та постачається на експорт.

1.2 Вимоги цих технічних умов є обов'язковими.

1.3 Ці технічні умови є власністю Херсонського національного технічного університету. Дані технічні умови не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані, розповсюджені та використані іншими підприємствами чи приватними особами без письмового дозволу власників майнової частини технічних умов і мають юридичну силу за наявності оригінального підпису власників.

1.4 Обов'язкові вимоги до якості продукції, що забезпечують безпеку для життя й здоров'я населення та охорону довкілля, викладені у розділі 5.

1.5 Технічні умови треба перевіряти регулярно, але не рідше одного разу на п'ять років після надання їм чинності чи останньої перевірки, якщо не виникає потреби перевіряти їх раніше у разі прийняття нормативно-правових актів, відповідних національних (міждержавних) стандартів та інших нормативних документів, якими регламентовано інші вимоги, ніж ті, що встановлені в технічних умовах.

1.6 Дані технічні умови придатні для цілей добровільної сертифікації, для проведення робіт з оцінювання відповідності продукції згідно з чинним законодавством України, технічними регламентами, іншими нормативно-правовими актами та національними стандартами.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У даних технічних умовах використано посилання на такі стандарти:

ДСТУ 4511:2006 Льон-довгунець. Терміни та визначення понять.

ДСТУ 4149:2003 Треста лляна. Технічні умови.

ДСТУ 4015-2001 Льон тіпаний. Технічні умови.

ДСТУ 5015:2008 Волокно лляне коротке. Технічні умови.

ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам (ССБП. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки до робочих місць).

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ССБП. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони).

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности (ССБП. Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки).

ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности (ССБП. Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки).

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (ССБП. Пожежна безпека. Загальні вимоги).

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (ССБП. Шум. Загальні вимоги безпеки).

ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования (ССБП. Вібраційна безпека. Загальні вимоги).

ДСТУ Б.А. 3.2-12:2009 ССБП. Системы вентиляційні. Загальні вимоги.

ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

(Охорона природи. Атмосфера. Правила встановлення допустимих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами).

ГОСТ 17308-88 Шпагаты. Технические условия (Шпагати. Технічні умови).

ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (ССБП. Роботи вантажно-розвантажувальні. Загальні вимоги безпеки).

ГОСТ 24104-88 Весы лабораторные общего назначения и образцовые. Общие технические условия (Ваги лабораторні загальної призначеності та зразкові. Загальні технічні умови).

ДСТУ ГОСТ 427:2009 Линейки измерительные металлические. Технические условия (Лінійки вимірювальні металеві. Технічні умови).

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни та їх визначення, вжиті в цих технічних умовах:

треста льону олійного – це солома (стебла) льону олійного, в якій під впливом біологічної, хімічної або фізико-хімічної дії порушено зв'язки луб'яних пучків із суміжними тканинами. Треста льону олійного призначена для первинного перероблення на льонозаводах з метою отримання короткого волокна;

партія трести льону олійного – це будь-яка кількість трести льону олійного одного селекційного сорту, вирощена, скошена й приготована за однакових умов, призначена для одночасної реалізації та оформлена одним супровідним документом. Партія трести льону олійного має вигляд загальної маси неоднорідних та неорієнтованих одне відносно одного стебел, а на деяких ділянках стебел спостерігається частково виділене волокно;

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстадартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

кіпа трести льону олійного – це порція неорієнтованих стебел трести льону олійного, складених одно на одне;

рулон трести льону олійного – це в'язка неорієнтованих стебел трести льону олійного масою 100-110 кг. Упаковка має циліндричну форму;

тюк трести льону олійного – це в'язка неорієнтованих стебел трести льону олійного масою 10-12 кг. Упаковка має прямокутну форму;

механічне оброблення трести льону олійного – це механічне руйнування стебел трести льону олійного з метою порушення зв'язків між волокнистою тканиною й деревиною та їх розділення;

м'яття трести льону олійного – це руйнування на м'яльній машині деревини стебел трести льону олійного з метою послаблення її зв'язків із волокном;

плющення трести льону олійного – це стиснення стебел льону олійного між обертовими циліндрами або рифленими вальцями з метою послаблення зв'язків між волокнистою частиною стебел та їх деревиною;

сирець льону олійного – це треста льону олійного після м'яття;

тіпання сирцю льону олійного – це оброблення сирцю льону олійного на тіпальних машинах з метою очищення волокна від костриці та інших домішок;

сировина льону олійного – це різновидність продукції зі стебел льону олійного (солома, треста, волокно), в яких господарсько-цінною складовою є волокно;

сушіння сировини льону олійного – це видалення вологи із сировини льону олійного природним або штучним шляхом;

коротке волокно льону олійного – це неорієнтовані короткі волокна, одержані внаслідок перероблення трести льону олійного;

костриця льону олійного – це деревина стебел трести льону олійного, зруйнована механічним шляхом і відокремлена від волокон;

інструментальне оцінювання якості трести льону олійного – це оцінювання якості трести за її фізико-механічними властивостями із застосуванням вимірвальних приладів;

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстадартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

органолептичне оцінювання трести льону олійного – це оцінювання якості трести органами чуттів за зовнішніми ознаками та властивостями;

сортування трести льону олійного – це формування однорідних за якістю або за окремими ознаками партій трести;

номер трести льону олійного – це комплексний показник якості даної сировини;

комплексний показник якості трести льону олійного – це сума вагомих показників якості трести льону олійного, а саме засміченості, виходу волокна зі стебел, кольору волокна та ступеня вилежаності;

недоробка – це жменя волокон, отриманих після тіпання трести льону олійного, в якій спостерігається суцільно, чи з невеликими проміжками 2-3 мм, щільно скріплена з волокном деревина (костриця) завдовжки не менше ніж 5 см, вміст виражають у відсотках (%);

вихід волокна – це відношення маси виділеного волокна до маси стебел трести льону олійного за нормованої вологості та засміченості, виражають у відсотках;

колір волокна з трести льону олійного – це забарвлення волокна, виділеного з досліджуваної жмені трести льону олійного, виражають у балах;

засміченість трести льону олійного – це відношення маси стебел трести льону олійного, очищених від сміттєвих домішок: зіпсованих (гнилих) стебел, уражених грибковими захворюваннями (іржа, фузаріоз по іржі, поліспороз, антракноз, бактеріоз, аскохітоз тощо), злакових та дводольних бур'янів, ґрунтових залишків, до її початкової маси, виражають у відсотках;

відокремлюваність – це показник, який характеризує легкість відокремлювання волокна від деревини (визначає ступінь вилежаності трести);

абсолютна вологість трести льону олійного – це відношення маси вологи до маси абсолютно сухої трести льону олійного, виражають у відсотках;

відносна вологість трести льону олійного – це відношення маси вологи до маси трести льону олійного, з якої не видалено вологу, виражають у відсотках;



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

технічна довжина трести льону олійного, одержаної зі стебел – це відстань від місця прикріплення сім'ядольних листочків до початку розгалуження суцвіття (довжина продуктивної частини стебла, в якій зосереджено найбільший вміст волокон), вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

загальна довжина трести льону олійного, одержаної зі стебел – це відстань від місця прикріплення сім'ядольних листочків до верхівкової насінневої коробочки, вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

технічна довжина трести льону олійного, одержаної із соломи – це відстань від місця зрізу прикореневої частини сільськогосподарською технікою до місця найбільшого бокового розгалуження суцвіття, вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

загальна довжина трести льону олійного, одержаної із соломи – це відстань від місця зрізу прикореневої частини сільськогосподарською технікою до місця прикріплення верхівкової насінневої коробочки, вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

довжина жмені трести льону олійного – це середня довжина жмені трести льону олійного від гузиря до закінчення основної маси стебел після попереднього вирівнювання за гузирем обстуканням, вимірюють у сантиметрах (міліметрах);

миклість стебел льону олійного – це відношення технічної довжини стебла льону олійного до його діаметра;

жменя сировини льону олійного – це порція сировини (соломи, трести, волокон), яку можна утримувати в долоні між пальцями руки.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1 Тресту льону олійного залежно від якості поділяють на номери: 5, 4, 3, 2, 1. Визначення номера передбачено даними технічними умовами.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

4.2 Треста льону олійного повинна мати: вміст волокна – від 11,0 %; засміченість – не більше 20 %; відокремлюваність – не менше 3,1 од. або інтенсивність відбитого світлового потоку поверхнею трести – не більше 27 люкс; групу кольору волокна з трести – не нижче I групи або показник кольору волокна – не менше 1,0; вологість у рулонах – не більше 20 %, у тюках – не більше 25 %.

4.3 Загальна довжина стебел трести льону олійного не перевищує 90,0 см, технічна довжина становить 15,0-78,0 см, середній діаметр стебел коливається від 1,0 мм до 4,1 мм.

4.4 Недолежану тресту льону олійного не можна оцінювати вище номера 3.

4.5 Тресту льону олійного постачають для збуту на льонозавод партіями в кіпах, тюках, рулонах. Стебла в даних упаковках неорієнтовані та неоднорідні за фізико-механічними властивостями. Тюки або рулони обв'язують пасками з трести льону олійного чи шпагатом, виготовленим із натурального волокна згідно з ГОСТ 17308.

4.6 Допускається за згодою з льонозаводом змінювати масу рулону (тюка).

4.7 У загальній партії трести льону олійного (кіпах, тюках, рулонах) не повинно бути пошкоджених гризунами, зіпсованих (гнилих, замерзлих) та уражених грибковими захворюваннями стебел.

4.8 Нормована (розрахункова) вологість трести льону олійного – 19 %.

4.9 Нормована (розрахункова) засміченість трести льону олійного – 5 %.

У разі відхилення вологості та засміченості трести льону олійного від нормованих показників здійснюють перерахунок маси партії згідно з п. 6.6 і 6.7 цих технічних умов.

5 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ, ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ, УТИЛІЗАЦІЯ

5.1 Технологічне обладнання за показниками безпеки має відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

5.2 Загальні вимоги безпеки до виробничих процесів встановлюють згідно з ГОСТ 12.3.002.

5.3 Виробничі приміщення та обладнання за показниками пожежної безпеки повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.004.

5.4 Освітлення приміщень має відповідати вимогам ДБН В.2.5-28 [1].

5.5 Системи опалення та вентиляції повинні забезпечувати санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005 і мікроклімат виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6.042 [2]. Санітарно-побутові приміщення мають відповідати вимогам ДБН В.2.2-27 [3].

5.6 Рівень шуму та вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати граничні показники, встановлені згідно з ДСН 3.3.6.037 [4], ГОСТ 12.1.003, ДСТУ ГОСТ 12.1.012 та ДСН 3.3.6.039 [5].

5.7 Робочі місця мають відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 12.2.061.

5.8 Приміщення повинні бути обладнані витяжною вентиляцією, опаленням, кондиціонуванням згідно з ДСТУ Б.А.3.2-12, ДБН 2.5-67 [6].

5.9 Охорону праці здійснюють відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» [7] та інших чинних законодавчих актів і нормативних документів про охорону праці.

5.10 Переміщення, навантаження й розвантаження сировини та готової продукції проводять згідно з ГОСТ 12.3.009.

5.11 Контроль за викидами шкідливих речовин в атмосферу здійснюють відповідно до вимог ГОСТ 17.2.3.02 і Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [8].

5.12 Стічні води підприємства повинні підлягати очищенню та відповідати вимогам СанПіН 4630 [9].

5.13 Охорона ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами повинна здійснюватись згідно з вимогами ДСанПіН 145-11 [10].

5.14 Поводження з відходами та неякісною продукцією має відповідати вимогам Законів України «Про відходи» [11], «Про вилучення з обігу,

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» [12].

6 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ

6.1 Тресту льону олійного приймають партіями. Партією вважають будь-яку кількість трести льону олійного одного селекційного сорту, вирощеного за однакових умов, призначену для одночасної реалізації та оформлену одним супровідним документом.

6.2 У супровідному документі зазначають:

- 1) назву господарства;
- 2) назву селекційного сорту;
- 3) номер автомашини, причепа;
- 4) масу партії;
- 5) дату оформлення документа;
- 6) підпис особи, відповідальної за видання документа.

Для партії трести льону олійного в рулонах (тюках) у супровідному документі додатково вказують дату формування рулонів (тюків) та кількість рулонів (тюків) у партії.

6.3 Якщо здавальник не згоден з оцінкою якості трести льону олійного, то її повторно аналізують у присутності здавальника, а якщо він не згоден із результатами повторного визначення, то проводять контрольне визначення у присутності спеціаліста інспекції якості та формування ресурсів сільськогосподарської продукції облдержадміністрації за заново відібраною від партії пробую.

6.4 У разі повторного визначення остаточну якість трести льону олійного встановлюють як середнє арифметичне результатів першого та повторного аналізування.

Результат контрольного визначення переносять на всю партію.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

6.5 Партії трести льону олійного в тюках, що надходять протягом однієї доби, та в рулонах, що надходять протягом 5 діб стійкої сухої погоди з одного господарства (бригади, ланки), які мають за зовнішнім виглядом однакову якість із партіями, що були раніше оцінені інструментальним методом, допускається за згодою здавальника оцінювати в разі приймання тим самим номером.

6.6 У разі відхилення фактичної вологості трести льону олійного від нормованої масу партії з фактичною вологістю перераховують на масу партії трести льону олійного з нормованою вологістю (m_n) у кілограмах за формулою:

$$m_n = m_\phi \cdot \frac{100 + W_n}{100 + W_\phi}, \quad (1)$$

де m_ϕ – маса партії трести льону олійного з фактичною вологістю, кг;

W_n – нормована вологість трести льону олійного (19 %), %;

W_ϕ – фактична вологість трести льону олійного, %.

6.7 У разі відхилення фактичної засміченості трести льону олійного від нормованої масу партії з нормованою вологістю (m_n) перераховують на масу партії трести льону олійного з нормованою вологістю та засміченістю (m_{nc}) у кілограмах за формулою:

$$m_{nc} = m_n \cdot \frac{100 - C_\phi}{100 - C_n}, \quad (2)$$

де C_ϕ – фактична засміченість трести льону олійного, %;

C_n – нормована засміченість трести льону олійного (5 %), %.

6.8 Масу партії трести льону олійного з нормованою вологістю та засміченістю можна визначати за допомогою перемноження маси партії трести льону олійного з фактичною вологістю та засміченістю на відповідний коефіцієнт, який наведено в додатку А.

6.9 Масу партії трести льону олійного з нормованою вологістю та засміченістю обчислюють із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа тільки за даними лабораторного визначення вологості та засміченості трести льону олійного.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

7 МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ

7.1 Відбирання проби трести льону олійного в полі

7.1.1 З метою визначення якості трести льону олійного допускається відбирання проб у полі перед формуванням рулонів (тюків) із площі посіву не більше ніж 15 га.

7.1.2 Для відбирання проб у полі представники льонозаводу та сіючого господарства розбивають площу льону олійного на ділянки розміром до 15 га. Потім по діагоналі площі в десяти місцях, приблизно рівновіддалених одне від одного, відбирають зі стрічки трести по дві порції стебел льону олійного масою 1 кг кожна, зв'язуючи їх окремо одну від одної (рисунок 1).

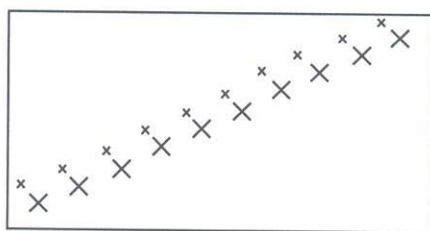


Рисунок 1 – Схема відбирання проб трести льону олійного в полі

7.1.3 Кінцеві місця відбирання проб трести льону олійного повинні бути розташовані на відстані 3-5 м від кінця діагоналі ділянки. Відібрані 20 порцій стебел трести розподіляють на дві проби по 10 штук у кожній. При цьому в кожену пробу беруть порції, відібрані в усіх точках відбирання.

7.1.4 Порції стебел кожної проби зв'язують разом, прикріплюють етикетку, на якій зазначені господарство, бригада, номер поля й ділянки, селекційний сорт, дата відбирання проб і номер проби, та направляють її в лабораторію льонозаводу.

7.1.5 Строк між відбиранням проб і реалізацією трести льону олійного на завод не повинен перевищувати 5 діб стійкої сухої погоди.

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

7.1.6 У разі випадіння опадів у цей період або за вимогою однієї зі сторін відбирають проби в полі знову.

7.2 Відбирання проби трести льону олійного від партії в кіпах

7.2.1 Від партії (кіпи) трести льону олійного масою до 5 т або 5 т і більше з десяти різних точок кожної бокової сторони транспортного засобу відбирають по одній порції стебел, масою 2 кг кожна, відповідно до схеми, наведеної на рисунку 2.

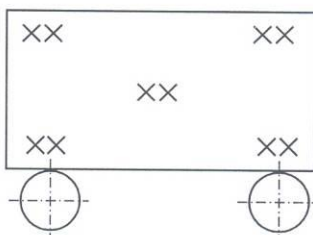


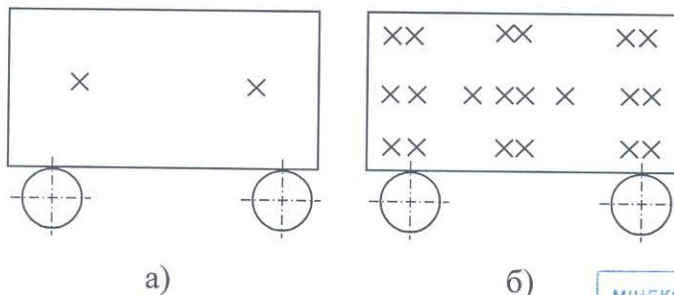
Рисунок 2 – Схема відбирання порцій стебел від партії трести льону олійного в кіпах

7.2.2 Відібрані порції стебел розподіляють на дві проби по 5 штук у кожній. При цьому в кожену пробу беруть порції, відібрані в усіх точках відбирання.

7.3 Відбирання проби трести льону олійного від партії в рулонах (тюках)

7.3.1 Від партії трести льону олійного в рулонах (тюках) у пробу долучають один будь-який рулон (10 будь-яких тюків).

7.3.2 Для визначення номера, вологості та відповідності трести льону олійного вимогам даних технічних умов від партії масою до 5 т відбирають дві проби, які становлять 2 рулони або 20 тюків (рисунок 3), а від партії масою 5 т і більше – чотири проби, які становлять 4 рулони або 40 тюків.



а)

б)

МІНЕКОНОМПРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
12
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

Рисунок 3 – Схема відбирання порцій стебел від партії трести льону олійного масою до 5 т: а) – в рулонах; б) – в тюках.

7.3.3 Під час визначення вологості трести льону олійного в рулонах вологоміром ВЛР-1 до проб, відібраних від партії, долучають не менше трьох рулонів.

7.3.4 За необхідності визначення вмісту землі відбирають 1 рулон (10 тюків).

7.4 Відбирання жмень із рулонів (тюків) та проб стебел трести льону олійного

7.4.1 Сформовані проби розгортають у пласт завширшки 60-70 см, звільняючи від паска кожну порцію стебел. Потім із середини кожної порції, на всю глибину шару, відбирають по одній жмені трести льону олійного масою не менше ніж 200 г.

7.4.2 Жмені з рулонів відбирають під час розмотування із стрічок трести льону олійного на транспортері, що відводить стрічку від розмотувача. Першу жменю відбирають від другого шару в рулоні, наступні вісім жмень – у процесі розмотування рулону через рівні проміжки часу (приблизна тривалість розмотування одного рулону – 10-12 хв), десятю жменю – від серцевини рулону. Маса кожної жмені повинна становити не менше ніж 200 г.

7.4.3 За вологості трести льону олійного понад 20 % масу кожної жмені для визначення номера збільшують приблизно на 20 г.

7.4.4 Від загальної маси відібраних жмень, не допускаючи втрат сміттєвих домішок, відважують спочатку першу частину стебел масою 2 кг для визначення номера трести, потім другу частину стебел масою 0,5 кг для визначення вологості трести, а третю частину стебел масою 1 кг залишають на випадок повторюваності досліджень і зберігають не менше однієї доби з моменту відбирання.

7.4.5 За необхідності визначення загальної й технічної довжини стебел трести льону олійного та їх діаметра додатково відважують 0,5 кг зі сформованої жмені стебел.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

Порядок відбирання жмень стебел із проб і рулонів (тюків) трести льону олійного та послідовність проведення досліджень подано на рисунку 4.



Рисунок 4 – Послідовність відбирання жмень стебел трести льону олійного та проведення випробувань

7.4.6 Частини жмень, відібрані за видами визначень показників якості трести льону олійного, зв'язують окремо одна від одної, прикріплюють етикетку (на якій зазначено дату відбирання, назву господарства, бригаду, поле, ділянки), кладуть у поліетиленовий пакет і направляють у лабораторію для проведення досліджень.

8 ЗАСОБИ ВИПРОБУВАНЬ

Ваги лабораторні з похибкою зважування не більше ніж 0,01 г згідно з ГОСТ 24104. Вологоміри ВЛК-1, ВЛР-1 або сушильні пристрої типу ВСЛК-1, УС-4, СШ-1. М'ялка лабораторна ЛМ-3 або МЛ-5 з такими технологічними характеристиками:

- частота обертання вальців – 60 ± 10 хв⁻¹;
- тиск упорного гвинта на пружину м'ялки – 12 кг ($117,6 \pm 9,8$ Н/м²);

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстатдартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

– глибина заходження рифлів – $2 \pm 0,2$ мм.

Довжиномір ДЛІ-3 або ДЛІ-2М із тиском диска приладу на верхівку жмені 1,86 Н (190 гс).

Лінійка металева з ціною поділки шкали 0,1 см.

Стебломір С-2 із похибкою вимірювання не більше ніж 0,1 мм.

Прилад ООВ для визначення відокремлюваності волокна або прилад ОВЛ-1 для визначення ступеня вилежаності трести.

Прилад ПК-2 для видалення насипної костриці з волокна.

Прилад ОВЛ-1 для визначення кольору волокна або комплект стандартних зразків кольору льоноволокна (СЗ).

9 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ

9.1 Визначення фактичної вологості

9.1.1 Підготовка та проведення визначень

Вологість трести льону олійного визначають у кожній партії сировини, доставленої на переробне підприємство.

9.1.1.1 Визначення вологості вологоміром ВЛК-1

Жменю стебел трести льону олійного, відібрану згідно з п. 7.4.4, звільняють від поліетиленового пакету, етикетки й вручну відбирають землю та плутанину. Потім розрізають стебла на відрізки завдовжки 190 ± 3 мм та перемішують між собою. З них формують дві наважки масою 50 ± 1 г кожна.

Вологоміром ВЛК-1 три рази визначають вологість трести льону олійного в кожній наважці, змінюючи розміщення відрізків стебел у давачі приладу відповідно до інструкції з його використання.

9.1.1.2 Визначення вологості вологоміром ВЛР-1

Вологість трести льону олійного в рулонах (тюках) визначають вологоміром ВЛР-1 відповідно до інструкції з використання приладу.

Під час визначення вологості трести льону олійного в рулонах (тюках) щуп вологоміра вводять зі сторони верхівок стебел у торець рулону (тюка) в



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

чотирьох точках згідно з рисунком 5 до моменту загоряння сигнальної лампочки, після чого фіксують показання приладу.

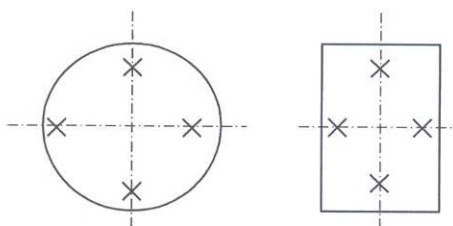


Рисунок 5 – Схема введення щупа вологоміра у торець рулону (тюка)

9.1.1.3 *Визначення вологості з використанням сушильного пристрою типу ВСЛК-1*

Жменю стебел трести льону олійного, відібрану згідно з п. 7.4.4, звільняють від поліетиленового пакету, етикетки й вручну відбирають землю та плутанину. Потім розрізають стебла на відрізки завдовжки 15-20 мм та перемішують між собою. З них формують чотири наважки масою 25 ± 1 г кожна. Аналітичні наважки кладуть у сітчасті бюкси, які розміщують у сушильній камері ВСЛК-1 і висушують протягом 15 хв за температури 105 ± 2 °С.

Після висушування тресту льону олійного аналітичних наважок висипають на ваги та зважують із точністю до 0,01 г і подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

9.1.1.4 *Визначення вологості з використанням сушильної шафи типу УС-4*

Тресту льону олійного кожної наважки масою 50 ± 1 г, відібрану згідно з п. 9.1.1.1, закладають у касети. Одну касету з наважкою підвішують на гачок квадранта сушильної шафи УС-4 для висушування, а другу (інші) розміщують у сушильній шафі для попереднього підсушування. Підвішену в касеті наважку сушать за температури всередині камери 100-105 °С і вважають сушіння закінченим через 5 хв після зупинення стрілки квадранта. Касету з висушеною наважкою знімають із гачка квадранта, а на її місце підвішують наступну касету з попередньо підсушеною наважкою трести та проводять сушіння за тих самих умов.

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

Після висушування трести льону олійного аналітичних наважок висипають на ваги та зважують із точністю до 0,01 г і подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

9.1.1.5 *Визначення вологості з використанням сушильних пристроїв типу СШ-1*

Стебла трести льону олійного кожної наважки масою 50 ± 1 г, відібрані згідно з п. 9.1.1.1, у попередньо зваженій тарі ставлять у сушильну камеру приладу СШ-1 і сушать за температури 100-105 °С до сталої маси. Перше зважування наважки проводять через 2 год. після початку сушіння, подальші зважування – через кожні 20 ± 5 хв, поки результат останнього зважування буде відрізнятися від попереднього менше ніж на 0,1 г.

9.1.2 *Оброблення результатів*

9.1.2.1 Під час визначення вологості трести льону олійного вологоміром ВЛК-1 вологість кожної наважки обчислюють як середнє арифметичне результатів трьох визначень із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

9.1.2.2 Під час визначення вологості трести льону олійного в сушильних пристроях типу УС-4, ВСЛК-1 та СШ-1 вологість кожної наважки (W) у відсотках обчислюють за формулою:

$$W = \frac{m - m_1}{m_1}, \quad (3)$$

де m – маса наважки до висушування, г;

m_1 – маса наважки після висушування, г.

Вологість кожної наважки обчислюють із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

9.1.2.3 Під час визначення вологості трести льону олійного вологоміром ВЛК-1 або в сушильних пристроях за показник вологості трести льону олійного в партії приймають середнє арифметичне результатів, визначених для двох наважок, а під час визначення вологості вологоміром ВЛР-1 – середнє арифметичне результатів замірювань в усіх рулонах (тюках) або в усіх пробах,

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»

«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

відібраних із даної партії. Вологість визначають із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

9.2 Визначення засміченості

Засміченість трести льону олійного визначають органолептично. Якщо засміченість трести льону олійного за результатами органолептичного визначення перевищує 5 %, проводять лабораторне визначення.

9.2.1 Підготовка та проведення лабораторних визначень

Жменю трести льону олійного масою 2 кг, відібрану згідно з п. 7.4.4, звільняють від поліетиленового пакету, етикетки та повторно зважують. Потім її розкладають на лабораторному столі й вручну видаляють сміттєві домішки: зіпсовані (гнилі), а також уражені грибковими захворюваннями стебла, злакові та дводольні бур'яни, ґрунтові залишки, насінневі коробочки, після чого знову зважують із похибкою не більше ніж 1 г.

9.2.2 Оброблення результатів

9.2.2.1 Засміченість трести льону олійного (Z_T) у відсотках обчислюють за формулою:

$$Z_T = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \cdot 100, \quad (4)$$

де m_2 – маса жмені трести льону олійного до видалення бур'янів, насінневих коробочок і побічних домішок, г;

m_3 – маса жмені трести льону олійного після видалення бур'янів, насінневих коробочок і побічних домішок, г.

9.2.2.2 Рулон (тюк) трести льону олійного, відібраний для визначення вмісту землі, зважують. Потім рулон (тюк) розмотують над розстеленою плівкою або брезентом. Видалену в цьому разі землю зважують із похибкою не більше ніж 0,1 кг.

Вміст землі в рулонах (Z_3) у відсотках обчислюють за формулою:

$$Z_3 = \frac{m_5}{m_4} \cdot 100, \quad (5)$$

де m_4 – маса трести льону олійного в рулоні з фактичною вологістю, кг;



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

m_5 – маса землі, кг.

Засміченість трести льону олійного в рулонах (Z_p) у відсотках обчислюють за формулою:

$$Z_p = Z_r + Z_3. \quad (6)$$

9.2.2.3 Вміст насіння льону олійного в тресті (Z_n) у відсотках обчислюють за формулою:

$$Z_n = \frac{m_6}{m_2} \cdot 100, \quad (7)$$

де m_6 – маса насіння льону олійного, г.

9.2.2.4 Засміченість трести льону олійного в пробах (жменях) і вміст землі в рулонах обчислюють із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

9.2.2.5 Якщо від партії відбирають більше однієї проби, то засміченість, вміст землі та насіння обчислюють як середнє арифметичне результатів визначення для всіх проб.

9.3 Визначення ступеня вилежаності трести льону олійного

Ступінь вилежаності трести льону олійного визначають органолептично (за кольором, відокремлюваністю волокна від деревини тощо), використовуючи наважку після визначення засміченості. Якщо за результатами органолептичного визначення тресту льону олійного вважають недолежаною, проводять лабораторне аналізування й визначають ступінь вилежаності за показниками відокремлюваності чи інтенсивності відбитого світлового потоку аналізованою поверхнею.

9.3.1 Визначення ступеня вилежаності трести льону олійного за відокремлюваністю на приладі ООВ

Відокремлюваність визначають за вологості трести льону олійного від 16 % до 20 %. Якщо вологість трести льону олійного перевищує 20 %, пробу підсушують на електрокалорифері типу СФОА протягом 1-2 хв. Після висушування проводять контрольне визначення вологості.

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
19
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

9.3.1.1 Підготовка до визначення

Із загальної наважки відбирають стебла трести льону олійного, формуючи чотири жмути по 100 стебел у кожному. В перших двох жмутах стебла вирівнюють так, щоб співпали їх середини, у третьому – верхівки, а в четвертому – окоренки. Після цього кожен жмут зв'язують посередині. У першому жмуті вирізають ділянку завдовжки 10 см, відступивши від середини стебел на 9,5 см у сторону окоренків і на 0,5 см у сторону верхівок, у другому жмуті – відступивши від середини стебел на 9,5 см у сторону верхівок і на 0,5 см у сторону окоренків. Третій жмут повторно зв'язують, відступивши від середини 10 см у сторону верхівок, та вирізають ділянку завдовжки 10 см: на 0,5 см відступають у сторону верхівок і на 9,5 см – у сторону середини. Четвертий жмут повторно зв'язують, відступивши від середини 10 см у сторону окоренків, та вирізають ділянку завдовжки 10 см: на 0,5 см відступають у сторону окоренків і на 9,5 см – у сторону середини.

9.3.1.2 Проведення визначення

Вирізані із жмутів ділянки розв'язують і кожен окремо кладуть на прилад ООВ одностебловим шаром із паралельним розміщенням стебел так, щоб менші за довжиною кінці від місця зв'язування жмутів виступали за край робочої площини приладу на 10 мм, а більші торкались упору. Потім відрізки закріплюють притискною планкою й обробляють їх кінці робочою планкою приладу, опускаючи та піднімаючи її по п'ять разів.

Оброблені відрізки, кінці яких залишилися з невідокремленим волокном, а також лише із задирками, видаляють не враховуючи. Відрізки, з кінців яких волокно повністю відокремилось, приймають за 1. Відрізки, з кінців яких волокно частково відокремилось, приймають кожен за 0,5.

Відрізками, з кінців яких частково відокремилось волокно, вважають такі відрізки, які мають хоча б одну смужку волокна, що відділилась за всією довжиною ділянки в 1 см.

Відокремлюваність трести льону олійного обчислюють діленням на 40 суми цілих одиниць (1) та половин (0,5) усіх оброблених на приладі ООВ



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

відрізків стебел. Усі обчислення проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

9.3.1.3 Оброблення результатів

Ступінь вилежаності трести льону олійного визначають за результатами розрахунків згідно з таблицею 1.

Таблиця 1 – Ступінь вилежаності трести льону олійного за показниками відокремлюваності

Об'єкт дослідження	Відокремлюваність, од.	Ступінь вилежаності
Треста льону олійного	4,1 і більше	вилежана
	від 3,1 до 4,0	недолежана
	3,0 і менше	солома

9.3.2 *Визначення ступеня вилежаності трести льону олійного за інтенсивністю відбитого світлового потоку на приладі ОВЛ-1*

9.3.2.1 *Підготовка до визначення*

Із загальної наважки після визначення засміченості відбирають дві проби трести льону олійного масою по 50 г кожна.

9.3.2.2 *Проведення визначення*

Стебла трести льону олійного рівномірним шаром укладають на підставку приладу ОВЛ-1, на кришці якого встановлюють тумблер у положенні «Вимірювання відокремлюваності». Натискають кнопку «Вимірювання», у результаті на табло з'являється напис «rdУ». Прилад щільно прикладають до шару стебел, виключаючи просвіти між шаром і краями камери. Натискають кнопку «Вимірювання». Через 1-2 с на табло висвічуються показники відокремлюваності волокна від деревини. Для проведення повторного вимірювання прилад прикладають до шару стебел і натискають кнопку «Вимірювання».



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

Такі вимірювання здійснюють для верхівки, окоренку та середньої частини стебел кожної проби, тобто знімають три показання зі шкали приладу. Потім пробу трести перевертають на 180°C так, щоб її верхня й нижня поверхні помінялися місцями відносно підставки приладу. Аналогічно знімають три показання інтенсивності відбитого світлового потоку з протилежної сторони. Таким самим чином аналізують і другу пробу.

9.3.2.3 Оброблення результатів

Інтенсивність відбитого світлового потоку визначають як середнє арифметичне результатів 12 вимірювань із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

Ступінь вилежаності трести льону олійного визначають за таблицею 2.

Таблиця 2 – Градація оцінки ступеня вилежаності трести льону олійного

Об'єкт дослідження	Інтенсивність відбитого світлового потоку, люкс	Ступінь вилежаності
Треста льону олійного	менше 23	вилежана
	23-27	недолежана
	більше 27	солома

9.4 Визначення виходу волокна зі стебел трести льону олійного**9.4.1 Підготовка до визначення**

Дослідження проводять, використовуючи першу частину жмені трести льону олійного, відібраної для встановлення номера, після визначення засміченості та ступеня вилежаності. У різних місцях жмені трести відбирають жмути стебел із найбільш збереженою деревиною таким чином, щоб у результаті було отримано загальний жмут масою 120-130 г. Відібраний жмут трести льону олійного підсушують на електрокалорифері типу СФОА протягом 1-2 хв до вологості 8-10 %. Потім формують десять наважок масою $10,0 \pm 0,1$ г. Шість наважок залишають для подальшого визначення кольору волокна (допускається використовувати на випадок повторних досліджень), а чотири інших – піддають лабораторному аналізуванню.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

9.4.2 Проведення визначення

9.4.2.1 Кожну з чотирьох наважок одностебловим шаром пропускають через вальці лабораторної м'ялки ЛМ-3 або МЛ-5 і струшують для видалення насипної костриці після кожних 3-4 пропускань, не допускаючи втрат волокна. За видимої відсутності костриці наважки зважують, пропускають два рази (туди-назад) через вальці м'ялки ЛМ-3 або один раз (туди) через вальці м'ялки МЛ-5, струшують і знову зважують. Якщо результат другого зважування відрізняється від першого більш ніж на 0,05 г, то наважку знову пропускають один раз через вальці м'ялки МЛ-5 або два рази – через вальці м'ялки ЛМ-3, струшують і зважують. Визначення проводять до того часу, поки результат останнього зважування наважки буде відрізнятися від попереднього менш ніж на 0,05 г. Наважки зважують із похибкою, не більшою за 0,01 г.

9.4.2.2 Допускається видаляти залишки костриці за допомогою приладу ПК-2. Для цього після шестиразового (туди-назад) пропускання наважки через вальці м'ялки ЛМ-3 або п'ятиразового (туди) через вальці м'ялки МЛ-5 пром'ятий сирець льону олійного розкладають на голки барабана приладу ПК-2 рівномірним шаром – як по колу, так і за його шириною. Крім того, наважки волокон, за можливістю, відмежовують одну від одної та зберігають паралельне розташування волокон. Час оброблення – 45 с (до дзвінка). Після зупинення приладу все волокно ретельно знімають з голок барабана та відразу ж зважують із похибкою $\pm 0,01$ г.

9.4.2.3 Оброблені наважки волокон зберігають для подальших досліджень, а саме визначення кольору волокна.

9.4.3 Оброблення результатів

Вихід волокна з трести льону олійного в одній наважці (B_e) у відсотках обчислюють за формулою:

$$B_e = \frac{m_7}{10} \cdot 100, \quad (8)$$

де m_7 – маса волокна, виділеного з наважки трести льону олійного, г;

10 – маса наважки трести льону олійного, г.

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

У разі засміченості трести льону олійного більше 5% вихід волокна в одній наважці (B_g) у відсотках обчислюють за формулою:

$$B_g = \frac{m_7 \cdot 100}{10 \cdot K}, \quad (9)$$

де m_7 – маса волокна, виділеного з наважки трести льону олійного, г;
 K – фіксований коефіцієнт при відповідній засміченості трести льону олійного, який визначають згідно з додатком Б;

10 – маса наважки трести льону олійного, г.

Вихід волокна з трести льону олійного обчислюють як середнє арифметичне результатів визначень для чотирьох наважок, якщо розбіжність між ними не перевищує 3%. У разі перевищення цієї норми визначення повторюють два рази й за остаточний результат приймають середнє арифметичне результатів визначення для шістьох наважок.

Усі обчислення здійснюють із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

Вихід волокна з трести льону олійного для чотирьох або шістьох проб обчислюють як середнє арифметичне результатів визначення для всіх наважок, відібраних від даної партії, а отриманий результат приймають за остаточний.

9.5 Визначення кольору волокна льону олійного

Колір, характеризуючи світловий тон забарвлення, залежить від вмісту нецелюлозних домішок у волокнистому шарі трести льону олійного.

Колір волокна визначають за домовленістю сторін (здавальника та заготівельника) звіренням зі стандартними зразками або інструментальним методом за допомогою приладу ОВЛ-1.

9.5.1 Підготовка до визначення

Дослідження проводять, використовуючи чотири наважки волокон із трести льону олійного, отримані після визначення виходу волокна, а також інші шість наважок, сформованих згідно з п. 9.4.1 та оброблених згідно з п. 9.4.2.

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

9.5.1.1 *Визначення кольору волокна льону олійного за стандартними зразками (СЗ)*

Волокно за кольором поділяють на 4 групи відповідно до комплекту пронумерованих стандартних зразків та таблиці 3. Звіряти наважку зі СЗ необхідно при рівномірному освітленні, тому потрапляння прямих сонячних променів не допускається. СЗ розташовують вертикально до світла.

Сформовані десять наважок волокна аналізують та відносять до певної групи кольору згідно з таблицею 3.

Таблиця 3 – Характеристика кольору волокна за стандартними зразками

Група кольору волокна	Характеристика кольору волокна	Вміст лігніну, %	Ступінь вилежаності трести льону олійного залежно від кольору
I	Буре, буре із зеленим відтінком	3,75-4,00	недолежана та підгнила треста
II	Жовте, темно-сіре та темно-сіре із зеленим або жовтим відтінками	3,25-3,75	нормальна вилежана, але неоднорідна за кольором
III	Сіре та сіре із зеленим або жовтим відтінками	2,50-3,25	нормальна вилежана та однорідна за кольором
IV	Світло-сіре	1,50-2,50	підвищена відокремлюваність та однорідна за кольором

9.5.1.2 *Визначення кольору волокна льону олійного з використанням приладу ОВЛ-1*

Кожну наважку волокна вирівнюють і розміщують на рівній горизонтальній поверхні рівномірним щільним шаром завширшки не менше ніж 10 см, не допускаючи просвічування. Вимірювання здійснюють уздовж наважки в трьох зонах: верхівковій, окоренковій і середній частині стебел. Перше вимірювання виконують у середній частині наважки, друге – змістивши прилад на 10 см до середини в сторону верхівки, третє – змістивши прилад на 10 см до середини в сторону окоренка.

Маса волокна повинна бути не менше ніж 20 г, при меншій масі наважки приєднують до інших і проводять вимірювання для єдиної жмені.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

Для проведення вимірювання встановлюють тумблер, розташований на кришці приладу ОВЛ-1, у положення «Вимірювання групи кольору». Включають прилад. Натискають кнопку «Вимірювання», у результаті на табло з'являється напис «rdY». Прилад щільно прикладають до волокна й натискають кнопку «Вимірювання». Через 1-2 с на табло висвічується значення групи кольору волокна. Для проведення повторного вимірювання прилад прикладають до волокна в іншій зоні та натискають кнопку «Вимірювання».

9.5.2 Проведення визначення

Якщо в одній наважці міститься:

- більше ніж 5 волокон іншого кольору, то волокно усієї наважки оцінюють на одну групу нижче основного кольору волокна в наважці;
- більше ніж 5 волокон із недоробкою, то наважку відносять до I групи за кольором, до того ж, визначення групи кольору такої наважки інструментальним методом не проводять;
- 5 і менше волокон іншого кольору чи з недоробкою, то під час визначення кольору ці волокна не враховують.

9.5.3 Оброблення результатів

Кількість наважок волокна, що відповідають за кольором одній із груп стандартних зразків та таблиці 3, множать на порядковий номер цієї групи. Суму добутків за 10 наважками ділять на 10. Визначення здійснюють із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

Під час визначення номера трести льону олійного за декількома пробами групу кольору волокна визначають як середнє арифметичне сум добутків для всіх наважок за всіма пробами.

Приклад розрахунку показника кольору волокна. Після визначення кольору волокна як органолептичним, так і інструментальним методом, з 10 досліджуваних наважок волокна 6 наважок були віднесені до IV групи, 2 – до III групи та 2 – до II групи. Показник кольору волокна дорівнює:

$$\frac{6 \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2}{10} = 3,4.$$

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

9.6 *Визначення недоробки у волокні льону олійного, отриманому після проминання на лабораторній м'ялці ЛМ-3 або МЛ-5*

9.6.1 *Підготовка та проведення визначень*

Після визначення кольору волокна органолептично визначають наважки, що містять недооброблені волокна. Кожну з таких наважок зважують окремо, вручну відбирають недооброблені волокна (недоробку) й зважують їх із похибкою, не більшою за 1 г.

9.6.2 *Оброблення результатів*

Вміст недоробки (H) у відсотках визначають за формулою:

$$H = \frac{m_9}{m_8} \cdot 100, \quad (10)$$

де m_8 – маса наважки волокна з недоробкою, г;

m_9 – маса недоробки, г.

Обчислення здійснюють із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

9.7 *Визначення загальної та технічної довжини стебел трести льону олійного*

9.7.1 *Визначення загальної та технічної довжини неорієнтованих стебел у жмені трести льону олійного*

Загальну та технічну довжину стебел у жмені трести льону олійного, яка одержана із соломи визначають за бажанням представника льонозаводу в тому випадку, коли необхідно встановити відсоток технічної (продуктивної) частини стебел у партії.

9.7.1.1 *Підготовка до визначення*

Для проведення даного дослідження відібрану додаткову жменю трести льону олійного масою 0,5 кг звільняють від поліетиленового пакету, знімають етикетку та, розклавши на лабораторному столі, вручну видаляють сміттєві домішки: зіпсовані (гнилі) й уражені грибковими захворюваннями стебла, злакові та дводольні бур'яни, ґрунтові залишки, насінневі коробочки. Потім із 5 різних місць очищеної жмені трести відбирають жмути стебел і змішують між

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
27
«ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

собою, формуючи наважку масою 100 г. Стебла даної наважки розсортовують за групами в порядку зменшення (збільшення) їх довжини, так щоб з одного боку кінці стебел розташовувалися на прямій лінії.

Для зручності проведення лабораторних досліджень можна накреслити діаграму розподілу стебел за довжиною, приклад якої наведено на рисунку 6.

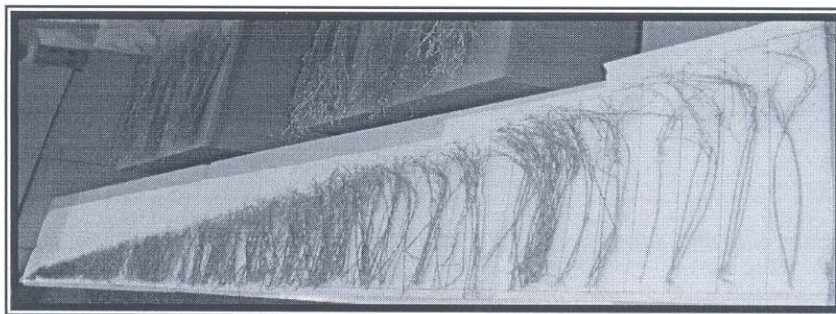


Рисунок 6 – Діаграма розподілу стебел трести льону олійного за довжиною в кожній групі

За допомогою лінійки металевої з ціною поділки шкали 0,1 см на ватмані розкреслюють прямокутники зі сталою шириною 5 см і змінною довжиною в порядку збільшення, з кроком 1 см. Кожен прямокутник характеризує групу довжини, тобто перша група (перший прямокутник) від 0 см до 1 см, друга – від 1 см до 2 см, третя – 2-3 см і т.д.

9.7.1.2 Проведення визначення

Після розподілу стебел трести за довжиною в кожній групі визначають масу та технічну довжину, фіксуючи отримані значення в зведеній таблиці, приклад якої наведено в додатку В.

9.7.1.3 Оброблення результатів

Загальну та технічну довжину стебел наважки обчислюють як середнє арифметичне результатів визначень для всіх груп за довжиною та виражають у мм (см).

Відсоткову частку (%) технічної довжини стебел трести (D_T) в їх загальній довжині обчислюють за формулою:

МІНЕКОНСМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметре28гія»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

$$D_T = \frac{L_T}{L_3} \cdot 100, \quad (11)$$

де L_T – технічна довжина стебел трести льону олійного, мм (см);
 L_3 – загальна довжина стебел трести льону олійного, мм (см).

Відсоткову частку технічної довжини стебел трести обчислюють як середнє арифметичне показників за всіма групами довжин, а отриманий результат визначень відносять до всієї партії.

9.7.2 *Визначення загальної та технічної довжини орієнтованих стебел у жмені трести льону олійного*

Загальну та технічну довжину однорідних паралельних стебел трести льону олійного, які відібрані методом ручного брання визначають під час проведення певних лабораторних досліджень (наприклад, з метою вивчення впливу зміни клімату, технологій вирощування, внесення добрив та інших агротехнічних заходів на загальну й технічну довжину стебел).

9.7.2.1 *Підготовка до визначення*

На дослідній ділянці (полі) з п`яти різних місць відбирають дві проби стебел трести без видалення насінневих коробочок. Маса кожної проби повинна бути не менше ніж 5 кг. Проби зв'язують окремо одна від одної, прикріплюють етикетку (на якій зазначено дату відбирання, назву господарства, бригаду, поле, ділянки), кладуть у поліетиленовий пакет і направляють у лабораторію.

Кожну сформовану пробу розгортають на лабораторному столі у пласт завширшки 60-70 см, звільняючи від паска. Потім за всією шириною пласта та з його середини відбирають по 5 жмень стебел трести льону олійного масою не менше ніж 200 г.

Для того, щоб визначити довжину жмені стебел трести, кожну жменю вирівнюють за гузирем (окоренками) триразовим обстукуванням.

9.7.2.2 *Проведення визначення*

Вирівняні жмені стебел трести по черзі встановлюють гузирем донизу на площадку довжиноміра ДЛ-2М і закріплюють у тримачі на висоті 1/3 довжини стебел від площадки приладу, а на відстані 2/3 їх довжини жменю трести



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

підтримують рукою. Повзунком із диском плавно опускають по стійці довжиноміра на верхівкову частину жмені трести до збігу показників, розміщених на повзунку та диску.

Результат вимірювання довжини жмені стебел трести визначають за шкалою на стійці приладу в момент збігу крайок показників повзунка та диска з похибкою не більше ніж 1 см.

9.7.2.3 Оброблення результатів

Довжину жмені стебел трести обчислюють у сантиметрах (міліметрах) як середнє арифметичне результатів вимірювання довжини всіх жмень відібраних від проб.

Визначення здійснюють із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до цілого числа.

9.8 Визначення діаметра стебел трести льону олійного

Діаметр стебел трести визначають за бажанням представника льонозаводу в тому випадку, коли за результатами органолептичного оцінювання треста визнана тонко- чи товстостеблою. Діаметр стебел трести характеризує ступінь їх здерев'яніння. За показниками діаметра стебел трести льону олійного прогнозують інтенсивність їх первинного оброблення з метою виділення волокна.

9.8.1 Підготовка до визначення

Для проведення даного дослідження з додаткової жмені трести льону олійного після визначення загальної та технічної довжини стебел відбирають без вибору 10 жмутів трести по 10 стебел.

9.8.2 Проведення визначення

Відібрані 10 стебел трести укладають щільно одне до одного одностебловим шаром на стебломір С-2 так, щоб середина довжини кожного стебла знаходилася на вимірювальній планці приладу. Загальний діаметр 10 стебел вимірюють із похибкою не більше ніж 0,1 мм.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

9.8.3 Оброблення результатів

Діаметр стебел трести, відібраних зі жмені однієї партії, обчислюють шляхом ділення на 100 суми результатів десяти вимірювань загального діаметра 10 стебел.

У разі відбирання від однієї партії двох або чотирьох проб діаметр стебел трести обчислюють шляхом ділення відповідно на 200 або 400 суми результатів 20 чи 40 вимірювань загального діаметра 10 стебел трести.

Діаметр стебел обчислюють із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

10 ВИЗНАЧЕННЯ НОМЕРА ТРЕСТИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Номер партії трести льону олійного визначають залежно від показників засміченості, виходу волокна зі стебел трести, кольору волокна та ступеня вилежаності трести.

У результаті проведених експериментальних досліджень отримують значення засміченості та виходу волокна зі стебел трести у відсотках, а колір волокна – у вигляді числового показника. Диференційним методом встановлено відносні значення цих показників якості у балах, які наведені в таблицях 4, 5 і 6.

Таблиця 4 – Визначення відносних значень показників якості за засміченістю трести льону олійного

№ з/п	Засміченість трести		№ з/п	Засміченість трести	
	%	бали		%	бали
1.	5	100,0	9.	13	38,5
2.	6	83,3	10.	14	35,7
3.	7	71,4	11.	15	33,3
4.	8	62,5	12.	16	31,3
5.	9	55,5	13.	17	29,4
6.	10	50,0	14.	18	27,7
7.	11	45,4	15.	19	26,3
8.	12	41,7	16.	20	25,0



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

Таблиця 5 – Визначення відносних значень показників якості за виходом волокна з трести льону олійного

№ з/п	Вихід волокна		№ з/п	Вихід волокна	
	%	бали		%	бали
1.	11	27,5	16.	26	65,0
2.	12	30,0	17.	27	67,5
3.	13	32,5	18.	28	70,0
4.	14	35,0	19.	29	72,5
5.	15	37,5	20.	30	75,0
6.	16	40,0	21.	31	77,5
7.	17	42,5	22.	32	80,0
8.	18	45,0	23.	33	82,5
9.	19	47,5	24.	34	85,0
10.	20	50,0	25.	35	87,5
11.	21	52,5	26.	36	90,0
12.	22	55,0	27.	37	92,5
13.	23	57,5	28.	38	95,0
14.	24	60,0	29.	39	97,5
15.	25	62,5	30.	40	100,0

Таблиця 6 – Визначення відносних значень показників якості за кольором волокна

№ з/п	Показник кольору волокна		№ з/п	Показник кольору волокна	
	розрахунковий	бали		розрахунковий	бали
1.	1,0	25,0	16.	2,5	62,5
2.	1,1	27,5	17.	2,6	65,0
3.	1,2	30,0	18.	2,7	67,5
4.	1,3	32,5	19.	2,8	70,0
5.	1,4	35,0	20.	2,9	72,5
6.	1,5	37,5	21.	3,0	75,0
7.	1,6	40,0	22.	3,1	77,5
8.	1,7	42,5	23.	3,2	80,0
9.	1,8	45,0	24.	3,3	82,5
10.	1,9	47,5	25.	3,4	85,0
11.	2,0	50,0	26.	3,5	87,5
12.	2,1	52,5	27.	3,6	90,0
13.	2,2	55,0	28.	3,7	92,5
14.	2,3	57,5	29.	3,8	95,0
15.	2,4	60,0	30.	3,9	97,5
			31.	4,0	100,0

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ³²
 ДП «Херсонстандартметрологія»
 «ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

Отримані відносні значення показників якості, а саме засміченості трести, виходу волокна зі стебел трести та кольору волокна, підсумовують. Суму балів округлюють до цілого числа.

Номер трести льону олійного визначають за сумою балів, враховуючи ступінь вилежаності трести, згідно з таблицею 7.

Таблиця 7 – Визначення номера трести льону олійного

№ з/п	Номер трести	Ступінь вилежаності трести (відокремлюваність, од.)		
		вилежана (4,1 і більше)	недолежана (від 3,1 до 4,0)	солома (3,0 і менше)
1.	5	300-217	-	-
2.	4	216-168	300-190	-
3.	3	167-134	189-142	300-165
4.	2	133-104	141-109	164-116
5.	1	103-78	108-78	115-78

Номер трести льону олійного, який визначено для проби, відносять до всієї досліджуваної партії.



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

ДОДАТОК А

(довідковий)

Визначення коефіцієнта для обчислення маси трести льону олійного при нормованій вологості та засміченості

Фактична вологість трести льону олійного, %	Коефіцієнти перерахунку для фактичної засміченості трести льону олійного, %							
	5	6	7	8	9	10	11	12
10	1,0818	1,0704	1,0590	1,0476	1,0362	1,0249	1,0136	1,0023
11	1,0721	1,0608	1,0495	1,0382	1,0270	1,0157	1,0044	0,9931
12	1,0625	1,0513	1,0401	1,0289	1,0178	1,0066	0,9954	0,9842
13	1,0531	1,0420	1,0309	1,0198	1,0088	0,9977	0,9866	0,9755
14	1,0439	1,0329	1,0219	1,0109	1,0000	0,9890	0,9780	0,9670
15	1,0348	1,0239	1,0130	1,0021	0,9912	0,9804	0,9696	0,9588
16	1,0259	1,0551	1,0043	0,9935	0,9827	0,9719	0,9611	0,9503
17	1,0171	1,0064	0,9956	0,9850	0,9743	0,9636	0,9529	0,9422
18	1,0085	0,9979	0,9872	0,9766	0,9660	0,9555	0,9450	0,9345
19	1,0000	0,9895	0,9789	0,9684	0,9579	0,9474	0,9369	0,9264
20	0,9917	0,9813	0,9708	0,9604	0,9499	0,9395	0,9291	0,9187
21	0,9835	0,9732	0,9627	0,9524	0,9421	0,9318	0,9215	0,9112
22	0,9754	0,9652	0,9548	0,9446	0,9343	0,9241	0,9139	0,9037
23	0,9675	0,9573	0,9471	0,9369	0,9268	0,9166	0,9064	0,8962
24	0,9597	0,9496	0,9395	0,9294	0,9193	0,9092	0,8991	0,8890
25	0,9520	0,9420	0,9319	0,9219	0,9119	0,9019	0,8919	0,8819
Фактична вологість трести льону олійного, %	Коефіцієнти перерахунку для фактичної засміченості трести льону олійного, %							
	13	14	15	16	17	18	19	20
10	0,9910	0,9797	0,9684	0,9571	0,9458	0,9345	0,9232	0,9119
11	0,9818	0,9705	0,9592	0,9479	0,9366	0,9253	0,9140	0,9027
12	0,9730	0,9618	0,9506	0,9394	0,9282	0,9170	0,9058	0,8946
13	0,9644	0,9533	0,9422	0,9311	0,9200	0,9089	0,8978	0,8867
14	0,9560	0,9450	0,9340	0,9230	0,9120	0,9010	0,8900	0,8790
15	0,9480	0,9372	0,9264	0,9156	0,9048	0,8940	0,8832	0,8724
16	0,9395	0,9287	0,9179	0,9071	0,8963	0,8855	0,8747	0,8639
17	0,9315	0,9208	0,9101	0,8994	0,8887	0,8780	0,8673	0,8566
18	0,9240	0,9135	0,9030	0,8925	0,8820	0,8715	0,8610	0,8505
19	0,9159	0,9054	0,8949	0,8844	0,8739	0,8634	0,8529	0,8424
20	0,9083	0,8979	0,8875	0,8771	0,8667	0,8563	0,8459	0,8355
21	0,9009	0,8906	0,8803	0,8700	0,8597	0,8494	0,8391	0,8288
22	0,8935	0,8833	0,8731	0,8629	0,8527	0,8425	0,8323	0,8221
23	0,8860	0,8758	0,8656	0,8554	0,8452	0,8350	0,8248	0,8146
24	0,8789	0,8688	0,8587	0,8486	0,8385	0,8284	0,8183	0,8082
25	0,8719	0,8619	0,8519	0,8419	0,8319	0,8219	0,8119	0,8019

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»

34

«ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

ДОДАТОК Б

(довідковий)

Визначення коефіцієнта для обчислення виходу волокна з трести льону олійного при вологості 8-10 % і засміченості від 5 % до 20 %

Фактична засміченість трести льону олійного, %	Коефіцієнти перерахунку для фактичної засміченості трести льону олійного, %
5	0,9999
6	0,9895
7	0,9789
8	0,9684
9	0,9579
10	0,9474
11	0,9369
12	0,9264
13	0,9159
14	0,9054
15	0,8949
16	0,8844
17	0,8739
18	0,8634
19	0,8529
20	0,8424



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

ДОДАТОК В

(довідковий)

Загальна характеристика показників якості
стебел трести льону олійного

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору волокна за СЗ	Відокремлюваність волокна від деревини	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса волокон у групах, г	Масова частка волокон у групах, %	Вихід волокна в кожній групі від загальної маси стебел, %
1.	(0-10)	5	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,2	200+	-	-	0,43	0,46	0,01	0,05	0,01
2.	(10-20)	15	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,2	160+	-	-	0,44	0,47	0,01	0,05	0,01
3.	(20-30)	25	пил та сміт. дом.	пил та сміт. дом.	1,2	39	-	-	0,40	0,42	0,01	0,05	0,01
4.	(30-40)	35	волоть	волоть	1,4	41	I	-	0,80	0,85	0,02	0,09	0,02
5.	(40-50)	45	волоть	волоть	1,7	49	I	-	0,87	0,92	0,01	0,06	0,01
6.	(50-60)	55	волоть	волоть	1,4	36	I	-	1,17	1,24	0,14	0,71	0,15
7.	(60-70)	65	волоть	волоть	1,6	47	I	-	1,30	1,38	0,16	0,81	0,18
8.	(70-80)	75	волоть	волоть	1,9	40	I	-	1,40	1,49	0,19	0,96	0,21
9.	(80-90)	85	волоть	волоть	1,7	42	I	-	1,64	1,74	0,25	1,26	0,28
10.	(90-100)	95	90	95	2,3	33	II	1,9	1,03	1,09	0,13	0,66	0,14
11.	(100-110)	105	97	92	2,0	30	II	2,8	1,19	1,26	0,16	0,81	0,18
12.	(110-120)	115	108	94	2,2	29	II	2,8	2,04	2,16	0,18	0,91	0,20
13.	(120-130)	125	105	84	2,3	26	II	2,9	1,56	1,66	0,27	1,36	0,30
14.	(130-140)	135	109	81	2,9	31	II	3,0	1,68	1,78	0,28	1,41	0,31
15.	(140-150)	145	133	92	2,6	26	II	3,3	1,88	2,00	0,32	1,62	0,35
16.	(150-160)	155	132	85	2,7	23	II	3,4	2,75	2,92	0,26	1,31	0,29
17.	(160-170)	165	147	89	2,1	22	II	3,6	1,78	1,89	0,27	1,36	0,30
18.	(170-180)	175	140	80	2,9	28	II	3,5	2,09	2,22	0,84	4,24	0,93
19.	(180-190)	185	152	82	2,6	4	II	3,7	3,06	3,25	0,52	2,63	0,57
20.	(190-200)	195	175	90	2,0	4	II	3,7	1,90	2,02	0,50	2,53	0,55
21.	(200-210)	205	158	77	2,4	23	II	3,8	2,66	2,82	0,66	3,34	0,73
22.	(210-220)	215	169	79	2,1	14	II	3,8	2,85	3,02	0,67	3,39	0,74
23.	(220-230)	225	165	73	2,3	4	II	3,8	2,73	2,90	0,50	2,53	0,55
24.	(230-240)	235	171	73	2,5	24	II	3,8	3,68	3,90	0,86	4,35	0,95
25.	(240-250)	245	198	81	2,3	21	II	3,9	3,08	3,27	0,64	3,23	0,71
26.	(250-260)	255	213	84	2,3	20	II	3,9	3,07	3,26	0,67	3,39	0,74
27.	(260-270)	265	183	69	2,2	22	II	3,9	3,23	3,42	0,82	4,14	0,91

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметрологія»
36
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

Продовження таблиці додатку В

№ з/п	Довжина групи, мм	Середня довжина групи, мм	Технічна довжина стебел у кожній групі, мм	Технічна частина в загальній довжині, %	Діаметр стебел, мм	Кількість стебел у групах, шт.	Група кольору волокна за СЗ	Відокремлюваність волокна від деревини	Маса стебел у групах, г	Масова частка стебел у групах, %	Маса волокон у групах, г	Масова частка волокон у групах, %	Вихід волокна в кожній групі від загальної маси стебел, %
28.	(270-280)	275	183	67	2,4	15	II	4,0	3,19	3,39	0,69	3,49	0,76
29.	(280-290)	285	229	80	2,6	16	II	4,0	3,84	4,07	0,91	4,60	1,00
30.	(290-300)	295	196	66	2,7	18	II	3,8	3,79	4,02	0,99	5,00	1,09
31.	(300-310)	305	235	77	2,7	20	II	4,7	4,19	4,45	1,04	5,25	1,15
32.	(310-320)	315	210	67	2,5	18	II	4,8	3,92	4,16	1,00	4,80	1,05
33.	(320-330)	325	195	60	2,6	11	II	3,7	3,10	3,29	0,97	4,90	1,07
34.	(330-340)	335	179	53	2,9	12	II	5,1	3,52	3,74	0,62	3,13	0,68
35.	(340-350)	345	270	78	2,6	12	II	5,4	2,84	3,01	0,83	4,19	0,92
36.	(350-360)	355	238	67	2,9	11	II	5,5	3,28	3,47	0,67	3,39	0,74
37.	(360-370)	365	239	65	2,8	7	II	5,5	2,31	2,45	0,64	3,23	0,71
38.	(370-380)	375	259	69	3,0	6	II	6,0	2,23	2,37	0,58	2,93	0,64
39.	(380-390)	385	268	70	3,3	5	II	6,0	2,40	2,55	0,57	2,88	0,63
40.	(390-400)	395	175	44	3,0	3	II	6,3	1,63	1,73	0,33	1,67	0,36
41.	(400-410)	405	249	61	2,3	2	II	6,3	0,91	0,97	0,15	0,76	0,17
42.	(410-420)	415	294	71	3,2	2	II	6,3	1,07	1,14	0,24	1,21	0,26
43.	(420-430)	425	310	73	3,0	1	II	6,8	0,54	0,57	0,12	0,61	0,13
44.	(430-440)	435	365	84	3,5	1	II	6,5	0,76	0,81	0,14	0,71	0,15
Середнє значення		220	153	60	2,4		II/ 1,7	3,5					
Всього									94,23	100	19,84	100	21,84

Приклад визначення якості досліджуваної проби трести льону олійного:

1. Вологість трести – 19 %.

2. Номер трести:

- засміченість трести – 10 % (50,0 балів);
- вихід волокна зі стебел – 22 % (55,0 балів);
- колір волокна – II група або показник 1,7 (42,5 балів);
- ступінь вилежаності – недолежана (показник відокремлюваності – 3,5 од.).

За сумою балів (147,5) та ступенем вилежаності (недолежана) номер досліджуваної проби трести льону олійного – 3.

3. Середня довжина стебел проби трести льону олійного – 220 мм.

4. Технічна довжина стебел проби трести льону олійного – 153 мм (60 %).

5. Середній діаметр стебел проби трести льону олійного – 2,4 мм.

Ключові слова: треста льону олійного, стебла, технічні вимоги, номер, вологість, довжина, діаметр, приймання, відбирання проб, випробування.

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметролог» 37
«ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

ДОДАТОК Г

(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

1 ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Затверджено наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 15.05.2006 р. № 168

2 ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. № 42

3 ДБН В.2.2-27:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. Затверджено наказом Мінрегіонбуду України від 30.12.2010 р. № 570

4 ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. № 37

5 ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 р. № 39

6 ДБН В 2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Затверджено наказами Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 25.01.2013 р. № 24 та від 28.08.2013 р. № 410

7 Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ

8 Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ



ТУ У 01.1-05480298 – 001:2017

9 СанПиН № 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Утверждено МОЗ СССР 04.07.1988 г., № 4630-88 (Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. Затверджено МОЗ СРСР 04.07.1988 р., № 4630-88)

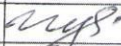

10 ДСанПіН № 145-11 Державні санітарні норми і правила утримання територій населених місць. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 17.03.2011 р. № 145

11 Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР

12 Закон України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» від 14.01.2000 р. № 1393-XIV



КАТАЛОЖНА КАРТА ПРОДУКЦІЇ

Код ДП за ЄДРПОУ	01	02568348	Код за ДК004	12	65.020.20
Обліковий номер номер ТУ	03	02568182/001507	Зміна №	11	02
			Код продукції за ДК 016	13	01.19.30
Позначення Назва ТУ	14	ТУ У 01.1- 05480298 – 001:2017			
	15	ТРЕСТА ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО			
Код підприємства-власника ТУ за ЄДРПОУ	16	05480298			
Назва підприємства - власника ТУ	17				
Херсонський національний технічний університет					
Адреса підприємства-власника ТУ	18				
Юридична	73000, Україна, Херсонська обл., м. Херсон, Бериславське шосе, 24				
Місцезнаходження	73000, Україна, Херсонська обл., м. Херсон, Бериславське шосе, 24				
Телефон	19	(0552) 32 69 09,	Факс	20	(0552) 32 69 09
Адреса електронної пошти	21	Chursina_la@gmail.com			
Термін чинності	22	з 28.08.2018 р.	по 01.09.2023 р.		
		Прізвище	Підпис	Дата	Телефон
Заповнив	04	Чурсіна Л. А.		28.08.18	0509304398
Перевірив	05	Лук'янчук Р. С.		28.08.18	(0552)41-04-81
Увів до каталогу	06				



ДКПШ 01.16.19-00.00

УКНД 65.020.20

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор Херсонського національного
технічного університету

Ю.М. Бардачов

«27» 11 2018 р.

ВОЛОКНО ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

ТЕХНІЧНІ УМОВИ

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

(Уведено вперше)

Дата надання чинності «28» 11 2018 р.

Без обмеження терміну дії



РОЗРОБЛЕНО:

Кандидат технічних наук, доцент

Головенко Т.М. Головенко

« 07 » вересня 2018 р.

Доктор технічних наук, професор

Чурсіна Л.А. Чурсіна

« 07 » вересня 2018 р.

Доктор технічних наук, професор

Тіхосова Г.А. Тіхосова

« 07 » вересня 2018 р.

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
«Державне підприємство
«Херсонський науково-виробничий центр
стандартизації, метрології та сертифікації»
ДП «Херсонстандартметрологія»
ідентифікаційний код 02568348

«ПЕРЕВІРЕНО»

на відповідність законодавству України
« 28 » листопада 2018 р.
Внесено до книги обліку № 02568348/001512

Зміст

	С.
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	1
3 Терміни та визначення понять.....	3
4 Вимоги безпеки, охорони довкілля, утилізація.....	5
5 Правила приймання.....	6
6 Методи контролювання	7
7 Методи випробувань	8
8 Пакування, маркування, транспортування та зберігання.....	28
ДОДАТОК А (довідковий)	
Якісні характеристики та функціональне призначення всіх типів продукції, одержаної за різними технологіями оброблення трести/соломи льону олійного	29
ДОДАТОК Б (довідковий)	
Визначення масової частки костриці та сміттєвих домішок	30
ДОДАТОК В (довідковий)	
Приклад визначення якісних характеристик котоніну з льону олійного за довжиною	31
ДОДАТОК Д (довідковий)	
Приклад розрахунку лінійної щільності та номера волокна	34
ДОДАТОК Е (довідковий)	
Приклад проведення світлової мікроскопії котоніну з льону олійного	36
ДОДАТОК Ж (довідковий)	
Бібліографія	40
Аркуш реєстрації змін технічних умов.....	41



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Ці технічні умови поширюються на волокно льону олійного, отримане у виробничих або невиробничих умовах в результаті механічного оброблення трести льону олійного, та встановлюють методи випробувань для визначення його якісних характеристик.

Залежно від технології оброблення трести одержують волокно льону олійного різних типів: комплексне, технічне та катонін із льону олійного. Кожен тип продукції (волокон) має певні якісні характеристики та функціональне призначення, що детально описано в додатку А.

У результаті первинного оброблення соломи льону олійного за технологіями механічного оброблення трести (додаток А) отримують луб. У такому випадку типи продукції, якісні характеристики та функціональне призначення лубу відповідають усім перелікам, наведеним у додатку А.

Волокно льону олійного реалізується згідно з договорами й контрактами через оптову торговельну мережу України та постачається на експорт.

1.2 Вимоги цих технічних умов є обов'язковими.

1.3 Ці технічні умови є власністю Херсонського національного технічного університету. Дані технічні умови не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані, розповсюджені та використані іншими підприємствами чи приватними особами без письмового дозволу власників майнової частини технічних умов і мають юридичну силу за наявності оригінального підпису власників.

1.4 Обов'язкові вимоги до якості продукції, що забезпечують безпеку для життя й здоров'я населення та охорону довкілля, викладені у розділі 4.

1.5 Технічні умови треба перевіряти регулярно, але не рідше одного разу на п'ять років після надання їм чинності чи останньої перевірки, якщо не виникає потреби перевіряти їх раніше у разі прийняття нормативно-правових актів, відповідних національних (міждержавних) стандартів та інших нормативних документів, якими регламентовано інші вимоги, ніж ті, що встановлені в технічних умовах.

1.6 Дані технічні умови придатні для цілей добровільної сертифікації, для проведення робіт з оцінювання відповідності продукції згідно з чинним законодавством України, технічними регламентами, іншими нормативно-правовими актами та національними стандартами.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У даних технічних умовах використано посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ 4511:2006 Льон-довгунець. Терміни та визначення понять.

ДСТУ 4015-2001 Льон тіпаний. Технічні умови.

ДСТУ 5015:2008 Волокно лляне коротке. Технічні умови.

ГОСТ 1868-88 Веревки технические и хозяйственные. Технические условия (Мотузки технічні та господарські. Технічні умови).

ДСТУ ISO 139:2007 Матеріали текстильні. Стандартні атмосферні умови для кондиціонування та випробування.

ГОСТ 24104-88 Весы лабораторные общего назначения и образцовые. Общие технические условия (Ваги лабораторні загальної призначеності та зразкові. Загальні технічні умови).

ГОСТ 25133-82 Волокна лубяные. Метод определения влажности (Волокна луб'яні. Метод визначання вологості).

ДСТУ ГОСТ 427:2009 Линейки измерительные металлические. Технические условия (Лінійки вимірювальні металеві. Технічні умови).

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры (Посуд і устаткування лабораторні скляні. Типи, основні параметри та розміри).



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

ТУ.У.05495816.005-2000 Котонізоване льоноволокно. Технічні умови.

ТУ 17 У 00306710.079-2000 Котонин из короткого льняного волокна. Технические условия (Котонин из короткого льняного волокна. Технічні умови).

ГОСТ 3274.1-72 Волокно хлопковое. Методы определения разрывной нагрузки и линейной плотности (Волокно бавовняне. Методи визначення розривного навантаження та лінійної щільності).

ДСТУ ISO 5079:2004 Волокна текстильні. Визначення розривального навантаження та видовження під час розриву одиничних волокон.

ГОСТ 6672-75 Стекла покровные для микропрепаратов. Технические условия (Скло накривне для мікропрепаратів. Технічні умови).

ГОСТ 9284-75 Стекла предметные для микропрепаратов. Технические условия (Скло предметне для мікропрепаратів. Технічні умови).

ГОСТ 14919-83 Электроплиты, электроплитки и жарочные электрошкафы бытовые. Общие технические условия (Електроплити, електроплитки та жарочні електрошкафи побутові. Загальні технічні умови).

ГОСТ 29227-91 Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки градуированные. Часть 1. Общие требования (Посуд лабораторний скляний. Піпетки градуйовані. Частина 1. Загальні вимоги).

ГОСТ 12026-76 Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия (Папір фільтрувальний лабораторний. Технічні умови).

ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия (Вода дистильована. Технічні умови).

ГОСТ 5789-78 Реактивы. Тoluол. Технические условия (Реактиви. Толуол. Технічні умови).

ГОСТ 6259-75 Реактивы. Глицерин. Технические условия (Реактиви. Гліцерин. Технічні умови).

ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия (Спирт етиловий ректифікований технічний. Технічні умови).

ГОСТ 4328-77 Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия (Реактиви. Натрію гідроксид. Технічні умови).

ГОСТ 4108-72 Реактивы. Барий хлорид 2-водный. Технические условия (Реактиви. Барій хлорид 2-водний. Технічні умови).

ГОСТ 4204-77 Реактивы. Кислота серная. Технические условия (Реактиви. Кислота сірчана. Технічні умови).

ГОСТ 450-77 Кальций хлористый технический. Технические условия (Кальцій хлористий технічний. Технічні умови).

ГОСТ 19318-73 Целлюлоза. Подготовка проб к химическим анализам (Целлюлоза. Підготовка проб до хімічних аналізів).

ГОСТ 595-79 Целлюлоза хлопковая. Технические условия (Целлюлоза бавовняна. Технічні умови).

ГОСТ 6840-78 Целлюлоза. Метод определения содержания альфа-целлюлозы (Целлюлоза. Метод визначення вмісту альфа-целюлози).

ГОСТ 10820-75 Целлюлоза. Метод определения массовой доли пентозанов (Целлюлоза. Метод визначення масової частки пентозанів).

ГОСТ 16932-93 Целлюлоза. Определение содержания сухого вещества (Целлюлоза. Визначення вмісту сухої речовини).

ГОСТ 18461-93 Целлюлоза. Метод определения содержания золы (Целлюлоза. Метод визначення вмісту золи).

ГОСТ 14363.2-83 Целлюлоза для химической переработки. Метод определения вязкости медно-аммиачного раствора (Целлюлоза для хімічної переробки. Метод визначення в'язкості мідно-аміачного розчину).



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

ГОСТ 6841-77 Целлюлоза. Метод определения смол и жиров (Целлюлоза. Метод визначення смол і жирів).

ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам (ССБП. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки до робочих місць).

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ССБП. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони).

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности (ССБП. Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки).

ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности (ССБП. Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки).

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (ССБП. Пожежна безпека. Загальні вимоги).

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (ССБП. Шум. Загальні вимоги безпеки).

ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования (ССБП. Вібраційна безпека. Загальні вимоги).

ДСТУ Б.А. 3.2-12:2009 ССБП. Системы вентиляційні. Загальні вимоги.

ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями (Охорона природи. Атмосфера. Правила встановлення допустимих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами).

ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (ССБП. Роботи вантажно-розвантажувальні. Загальні вимоги безпеки).

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни та їх визначення, вжиті в цих технічних умовах:

волокно льону олійного – це продукція (неорієнтовані короткі волокна), отримана в результаті первинного та вторинного оброблення сировини (трести льону олійного), яка може бути різного типу. Волокно льону олійного являє собою сукупність коротких, неорієнтованих та неоднорідних за фізико-механічними властивостями волокон;

луб льону олійного – це продукція (неорієнтований короткий луб), отримана в результаті первинного та вторинного оброблення сировини (соломи льону олійного), яка може бути різного типу;

комплексне волокно льону олійного (комплексний луб льону олійного) – це продукція, отримана в результаті первинного оброблення трести льону олійного (соломи льону олійного), що супроводжується механічними операціями м'яття, тіпання та трясіння для руйнування, розділення й очищення волокнистої тканини від деревини. Дана продукція складається із щільно скріплених між собою комплексів волокон та частково невідділеної деревини (костриці), яка розташована на волокнах суцільно чи з невеликими проміжками на довжині до 5 см і більше;

технічне волокно льону олійного (технічний луб льону олійного) – це продукція, отримана в результаті вторинного оброблення комплексного волокна льону олійного (комплексного лубу льону олійного), що супроводжується механічними операціями – аеродинамічним розволокненням грубих комплексів з метою розпушування (поздовжнього поділу волокон на більш тонкі) і/або грубим чесанням для очищення, часткового укорочення та відокремлення елементарних волокон. Дана продукція складається з пучків елементарних волокон, щільно склеєних між собою пектиновими речовинами, та частково невідділеної деревини (костриці), яка розташована на волокнах суцільно чи з невеликими проміжками на довжині до 1 см;



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

котонін із льону олійного – це продукція, отримана в результаті вторинного оброблення технічного волокна льону олійного (технічного лубу льону олійного) шляхом механічної (чесання на машинах тонкого чесання, різання) або хімічної (відварювання, відбілювання, оброблення хімічними речовинами) модифікації з метою повного очищення від костриці та сміттєвих домішок, розщеплення пучків волокон на елементарні волокна, формування певного штапелю та видалення пектинових речовин і лігніну. Якісні характеристики котоніну з льону олійного залежать від вибору технології оброблення;

сірий котонін із льону олійного – це продукція, отримана в результаті вторинного оброблення технічного волокна льону олійного (технічного лубу льону олійного) шляхом механічної модифікації (чесання на машинах тонкого чесання) з метою повного очищення від костриці та сміттєвих домішок і розщеплення пучків волокон на елементарні волокна;

відбілений котонін із льону олійного – це продукція, отримана в результаті вторинного оброблення сірого котоніну з льону олійного шляхом хімічної модифікації (опоряджувальні процеси з використанням хімічних речовин: відварювання, відбілювання, оброблення хімічними речовинами) з метою повного розщеплення пучків волокон на елементарні волокна, видалення пектинових речовин, лігніну та відбілювання одержаної продукції;

целюлоза з котоніну льону олійного (целюлозний напівфабрикат) – це продукція, отримана в результаті вторинного оброблення котоніну з льону олійного шляхом хімічної модифікації (опоряджувальні процеси з використанням хімічних речовин: відварювання, відбілювання з деполімеризацією, оброблення хімічними речовинами) з метою одержання природного полімеру (целюлозного напівфабрикату);

фактична вологість волокон льону олійного – це відношення маси води до маси абсолютно сухих волокон льону олійного, виражають у відсотках (%);

костриця – це залишки деревини стебел у волокні льону олійного;

сміттєві домішки – це залишки бур'янів та інших неволокнистих домішок у волокні льону олійного;

гнізда костриці – це насипна костриця, щільно обволочена волокном, що важко піддається розтягуванню;

джгутики волокон – це щільноскручені пучки волокон льону олійного (перекручені між собою), які не піддаються легкому розтягуванню;

вузли волокон – це заплутані, ущільнені пучки волокон, які часто змішані з кострицею та не піддаються розтягуванню;

недоробка – це пасма волокна льону олійного, на яких суцільно чи з невеликими проміжками на довжині не менше ніж 5 см є щільно скріплена з ним костриця;

інкрустуючі речовини – це нецелюлозні домішки волокна: лігнін, пектин та інші речовини;

масова частка костриці та сміттєвих домішок (вміст костриці та сміттєвих домішок) – це відношення маси костриці та сміттєвих домішок до початкової маси проби волокон льону олійного, виражають у відсотках (%);

розривне навантаження скрученої стрічки – це найбільше зусилля, яке витримує стрічка, сформована з волокна льону завдовжки 270 мм, масою 420 мг та величиною крутки, що дорівнює одному крученню на 10 мм довжини, виражають у даН;

розривне навантаження котоніну з льону олійного – це найбільше зусилля, яке витримує штапель під час випробування до початку розривання за певних умов, виражають у сН (гс). Штапель сформований із одиночних волокон льону завдовжки 35 мм, з кількістю волокон n_i та масою m_i , мг;

відносне розривне навантаження котоніну з льону олійного – це відношення середнього дійсного розривного навантаження волокон до їх лінійної щільності, виражають у сН/текс (гс/текс);



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

видовження одиночних волокон на момент розриву – це видовження елементарної проби, яке відповідає руйнуванню (початковою довжиною вважають довжину між двома затискачами до моменту розриву, а кінцевою – після розриву), виражають у мм;

відносне видовження одиночних волокон на момент розриву – це ступінь розтягу елементарної проби після розриву по відношенню до її початкової довжини, виражають у відсотках (%);

Примітка 1. З метою одержання кривої розриву проби волокна під час випробувань з визначення розривного навантаження розривну машину оснащують тензометричним датчиком, з якого дані передаються через аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) на персональний комп'ютер (ДСТУ ISO 5079:2004).

довжина волокна – це найбільша відстань між кінцями одиночного волокна в розпрямленому вигляді. Волокна льону олійного досить нерівномірні за довжиною, тому використовують зведені характеристики: середня арифметична довжина або середня фактична довжина, виражають у мм (см);

масодовжина волокна – це відношення суми середніх довжин волокон кожної групи до загальної маси волокон усіх груп, виражають у г (мг);

лінійна щільність волокна – це кількісна характеристика товщини (грубості) волокон, яка визначається відношенням маси волокна до його довжини, виражають у тексах – Т (г/км);

метричний номер – це величина, яка є зворотною лінійній щільності та характеризує тонкість волокон. Для переведення значення метричного номера в тексти використовують співвідношення між лінійною щільністю Т та метричним номером N, виражають у мм/мг (м/г, км/кг);

розщепленість волокон льону олійного – це ступінь розділення (розпушення) технічних пучків на елементарні волокна за рахунок механічної або хімічної модифікації;

масова частка волокон прядильної групи в котоніні з льону олійного – це відношення маси волокон прядильної групи до початкової маси проби волокон котоніну з льону олійного, виражають у відсотках (%);

партія волокна льону олійного – це будь-яка кількість волокна льону олійного (маса неорієнтованих волокон), що одержана певним способом за однакових умов, призначена для одночасної реалізації та оформлена одним супровідним документом;

пака волокна льону олійного – це порція неорієнтованих волокон льону олійного, масою не менше ніж 60 кг, з довжиною 780 ± 20 мм, шириною 530 ± 20 мм та висотою 570 ± 50 мм, що одержана певним способом за однакових умов, призначена для одночасної реалізації та оформлена одним супровідним документом;

рулон волокон льону олійного – це в'язка неорієнтованих волокон льону олійного, що має циліндричну форму;

інструментальне оцінювання якості волокон льону олійного – це оцінювання якості волокон за їх фізико-механічними властивостями із застосуванням вимірювальних приладів;

органолептичне оцінювання волокон льону олійного – це оцінювання якості волокон органами чуттів за зовнішніми ознаками та властивостями.

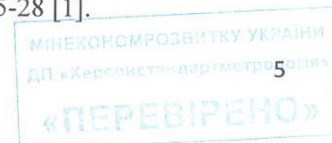
4 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ, ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ, УТИЛІЗАЦІЯ

4.1 Технологічне обладнання за показниками безпеки має відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003.

4.2 Загальні вимоги безпеки до виробничих процесів встановлюють згідно з ГОСТ 12.3.002.

4.3 Виробничі приміщення та обладнання за показниками пожежної безпеки повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.004.

4.4 Освітлення приміщень має відповідати вимогам ДБН В.2.5-28 [1].



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

4.5 Системи опалення та вентиляції повинні забезпечувати санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005 і мікроклімат виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6.042 [2]. Санітарно-побутові приміщення мають відповідати вимогам ДБН В.2.2-27 [3].

4.6 Рівень шуму та вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати граничні показники, встановлені згідно з ДСН 3.3.6.037 [4], ГОСТ 12.1.003, ДСТУ ГОСТ 12.1.012 та ДСН 3.3.6.039 [5].

4.7 Робочі місця мають відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 12.2.061.

4.8 Приміщення повинні бути обладнані витяжною вентиляцією, опаленням, кондиціонуванням згідно з ДСТУ Б.А.3.2-12, ДБН 2.5-67 [6].

4.9 Охорону праці здійснюють відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» [7] та інших чинних законодавчих актів і нормативних документів про охорону праці.

4.10 Переміщення, навантаження й розвантаження сировини та готової продукції проводять згідно з ГОСТ 12.3.009.

4.11 Контроль за викидами шкідливих речовин в атмосферу здійснюють відповідно до вимог ГОСТ 17.2.3.02 і Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [8].

4.12 Стічні води підприємства повинні підлягати очищенню та відповідати вимогам СанПіН 4630 [9].

4.13 Охорона ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами повинна здійснюватись згідно з вимогами ДСанПіН 145-11 [10].

4.14 Поводження з відходами та неякісною продукцією має відповідати вимогам Законів України «Про відходи» [11], «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» [12].

5 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ

5.1 Волокно льону олійного приймають партіями. Партією вважають будь-яку кількість волокна одного типу (певного способу одержання), призначену для одночасної реалізації та оформлену одним супровідним документом.

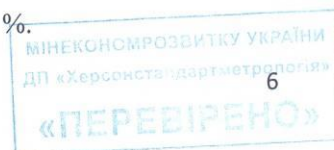
5.2 У супровідному документі зазначають:

- 1) назву льонозаводу або підприємства первинного чи вторинного оброблення сировини;
- 2) назву селекційного сорту (за наявності інформації);
- 3) рік урожаю;
- 4) тип продукції (залежно від технології первинного чи вторинного оброблення);
- 5) якісні характеристики та їх значення (перелік залежить від типу продукції, що детально охарактеризовано в додатку А);
- 6) масу партії;
- 7) масу нетто пакувальної одиниці (паки, рулону);
- 8) дату формування пакувальних одиниць (паків, рулонів) волокна та їх кількість у партії;
- 9) дату оформлення документа;
- 10) підпис особи, відповідальної за видання документа.

5.3 Волокно льону олійного постачають на підприємства для вторинного оброблення в різних пакувальних одиницях (паки, рулони, маса волокна в незапресованому вигляді). Допускається в разі потреби змінювати вид і масу пакувальної одиниці волокна льону олійного за згодою споживача та підприємства з оброблення трести. Паки або рулони обв'язують мотузкою згідно з ГОСТ 1868-88.

5.4 У загальній партії волокна льону олійного не повинно бути місць, які пошкоджені гризунами, зіпсовані (гнилі) та уражені грибковими захворюваннями.

5.5 Нормована вологість волокна льону олійного становить 12 %.



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

5.6 Фактична вологість волокна льону олійного не повинна перевищувати 16 %.

5.7 Волокно льону олійного приймають за кондиційною масою з урахуванням вологості, вмісту костриці та сміттєвих домішок.

Кондиційну масу партії m_k , кг, обчислюють за формулою:

$$m_k = m_\phi \cdot \frac{100 + W_n}{100 + W_\phi} \cdot \frac{100 - K_\phi}{100 - K_n}, \quad (1)$$

де m_ϕ – фактична маса партії, кг;

W_n – нормована вологість волокна льону олійного, %;

W_ϕ – фактична вологість волокна льону олійного, %;

K_ϕ – фактична масова частка костриці та сміттєвих домішок, %;

K_n – нормована масова частка костриці та сміттєвих домішок, %.

За фактичної вологості волокна льону олійного нижче ніж 8 % партію приймають за фактичною масою з урахуванням вмісту костриці та сміттєвих домішок. Кондиційну масу партії m_k , кг, обчислюють за формулою:

$$m_k = m_\phi \cdot \frac{100 - K_\phi}{100 - K_n}, \quad (2)$$

Обчислення кондиційної маси партії волокна льону олійного проводять із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням до цілого числа. Результати випробувань вважають остаточними й вони розповсюджуються на всю партію.

6 МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ

6.1 Відбирання проб волокон льону олійного

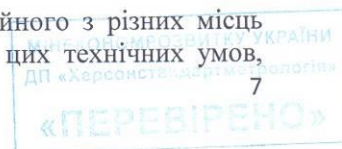
6.1.1 Для проведення контрольних випробувань з визначення якісних характеристик волокон льону олійного відбирають та розпаковують 5 % пакувальних одиниць від загальної партії, але не менше ніж чотири пакувальні одиниці, від яких відбирають точкові проби.

У разі приймання волокна льону олійного в незапресованому вигляді масу партії волокна умовно ділять на масу пакувальних одиниць і відбирають проби від 5 % загальної кількості умовних пакувальних одиниць, але не менше ніж від чотирьох.

6.1.2 Для відбирання точкової проби розкривають пакувальну одиницю та видаляють верхній шар волокна льону олійного завтовшки 2-3 см. Обережно, щоб уникнути зміни фактичного вмісту костриці та сміттєвих домішок, відбирають декілька точкових проб із середини та з двох протилежних сторін (кутів внутрішніх шарів кожної паки) на відстані не менше ніж 10 см від краю, приблизно рівними частками. Маса точкової проби повинна бути не менше ніж 200 г. З відібраних точкових проб формують об'єднані проби.

Маса об'єднаної проби для визначення масової частки костриці та сміттєвих домішок, масової частки волокнистих дефектів, довжини та лінійної щільності волокна, середнього діаметра елементарних волокон льону олійного, розривного навантаження котоніну з льону олійного, проведення світлової мікроскопії поперечних зрізів волокон повинна становити 1 кг. Маса об'єднаної проби для визначення розривного навантаження скрученої стрічки та масової частки інкрустуючих речовин повинна становити 2 кг. Кожну об'єднану пробу загортають у папір або поміщають у поліетиленовий пакет.

6.1.3 Для визначення фактичної вологості волокон льону олійного з різних місць внутрішніх шарів пакувальних одиниць, відібраних згідно з п. 6.1.1 цих технічних умов,



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

відбирають точкові проби та формують дві об'єднані проби масою 150-200 г кожна. Кожну об'єднану пробу вкладають окремо в поліетиленові пакети або в металеві банки з накривками, які щільно закриваються.

6.1.4 До кожної об'єднаної проби відразу після відбору прикріплюють етикетку, на якій зазначають дату відбирання проб, тип продукції (визначають органолептично згідно з додатком А), вид випробування, та направляють у лабораторію для проведення досліджень.

6.2 Підготовка об'єднаних проб до випробувань

Об'єднані зразки для всіх випробувань (крім волокна з фактичною вологістю від 12 % до 14 % та волокна, яке призначено для визначення вологості) повинні бути витримані не менше ніж 24 год у стандартних атмосферних умовах з відносною вологістю повітря 65 ± 2 % та температурою 20 ± 2 °С, згідно з ДСТУ ISO 139. Випробування проводять у тих самих умовах.

7 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ**7.1 Визначення фактичної вологості волокон льону олійного****7.1.1 Засоби випробувань**

Сушильний пристрій, який забезпечує температуру 105 ± 2 °С, наприклад: сушильна піч із примусовим подаванням повітря зі швидкістю від 0,2 м/с до 0,1 м/с, вентиляційна сушильна піч, кондиційний апарат АК-2, сушильна установка СШ-3 або СШ-4, сушильний апарат АСТ-73, шафа сушильна лабораторна типу УС-4, сушильний пристрій ВСЛК-1.

Ваги лабораторні високого класу точності з найбільшою границею зважування 500 г і похибкою зважування не більше ніж 0,01 г згідно з ГОСТ 24104.

7.1.2 Підготовка та проведення визначень

Вологість волокон льону олійного визначають у кожній партії сировини, доставленої на переробне підприємство.

Для проведення досліджень з об'єднаних проб, відібраних згідно з п. 6.1.3, формують дві наважки кожна масою 100-150 г (для сушильного апарату) або 50 г (для сушильної шафи).

Наважки висушують у сушильному пристрої за температури 105 ± 2 °С до постійної маси згідно з ГОСТ 25133-82. Висушування вважають закінченим, якщо різниця між двома послідовно проведеними зважуваннями не перевищує 0,05 %.

7.1.3 Оброблення результатів

Фактичну вологість волокна льону олійного W_{ϕ} , %, обчислюють за формулою:

$$W_{\phi} = \frac{m_n - m_c}{m_c} \cdot 100, \quad (3)$$

де m_n – початкова маса проби, г;

m_c – постійна маса проби після висушування, г.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне значення результатів двох визначень. Обчислення проводять із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням до цілого числа.

7.2 Визначення масової частки костриці та сміттєвих домішок у волокні льону олійного**7.2.1 Засоби випробувань**

Ваги лабораторні високого класу точності з похибкою зважування не більше ніж 0,01 г згідно з ГОСТ 24104.

Костровіддільник ПК-2М або ПК-2.

Пінцет лабораторний.



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Чорна клейонка.

7.2.2 *Визначення масової частки костриці та сміттевих домішок із використанням приладу ПК-2М або ПК-2*

Даний метод застосовують під час дослідження якісних характеристик комплексного або технічного волокна льону олійного.

7.2.2.1 *Підготовка до визначення*

Об'єднану пробу волокна льону олійного масою 1 кг, відібрану згідно з п. 6.1.2, звільняють від поліетиленового пакету (паперу) та етикетки й розстеляють на лабораторному столі рівномірним шаром розміром 100 x 70 см (гнізда костриці, якщо такі є, розтягують). Волокно та кострицю, що обсіпалась із гнізд, рівномірно розподіляють по всьому шару, з якого у 8 місцях вирізають пасма волокна масою до 15 г кожне, захоплюючи його рукою на всю глибину шару. Волокно, яке залишилось, зберігають на випадок повторного аналізу.

Кожне пасмо ділять у поздовжньому напрямку на дві приблизно рівні частини, з яких формують дві лабораторні проби. Кострицю, яка висипалась під час формування проб на стіл, збирають і рівномірно розподіляють по поверхні кожної з двох лабораторних проб до взяття наважки. Потім від цих проб відбирають наважки масою по 50 г кожна з похибкою зважування $\pm 0,01$ г.

7.2.2.2 *Проведення визначення*

Наважку, відібрану згідно з п. 7.2.2.1, ділять приблизно на п'ять рівних частин. Кожну частину наважки обробляють на приладі окремо від інших. Волокно розкладають рівномірним шаром по всій поверхні барабана, обертаючи барабан вручну. Після цього опускають накривку, закріплюють її та вмикають прилад. Через 45 с електродвигун приладу автоматично вимикається і барабан зупиняється. Очищене волокно знімають із барабана, обертаючи його вручну.

Після оброблення всіх частин наважки висовують лоток, збирають волокна та пух, витрушують з них у лоток кострицю, пил, покривні тканини й залишки бур'янів. Волокна та пух розміщують на барабані приладу й обробляють протягом 7 с. Після цього волокно, яке залишилося на барабані, приєднують до обробленого волокна всієї проби. З усього отриманого волокна пінцетом додатково відбирають сміттеві домішки у вигляді залишків бур'янів (кострицю залишають) і приєднують їх до вмісту лотка. Потім окремо зважують оброблене волокно та всі відходи, які є в лотку. Різниця між початковою масою проби та сумарною масою обробленого волокна й відходів з лотка не повинна перевищувати 1 г. В іншому випадку результат випробувань даної наважки не враховують, а аналіз повторюють, заново обробляючи другу наважку, відібрану згідно з п. 7.2.2.1.

7.2.2.3 *Оброблення результатів*

Масову частку відходів у лотку K_c , %, обчислюють за формулою:

$$K_c = \frac{m_l}{m} \cdot 100, \quad (4)$$

де m_l – маса відходів, які є в лотку, г;

m – початкова маса наважки, г.

За результат випробування приймають середнє арифметичне результатів двох визначень. Обчислення проводять із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням до цілого числа.

У разі використання приладу ПК-2М масову частку костриці та сміттевих домішок визначають за допомогою таблиці згідно з додатком Б (таблиця Б.1).

Під час визначення масової частки костриці та сміттевих домішок на приладі ПК-2 за результат випробувань приймають масову частку відходів у лотку.



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

7.2.3 *Визначення масової частки костриці та сміттєвих домішок у котоніні з льону олійного*

7.2.3.1 *Підготовка до визначення*

Об'єднану пробу котоніну з льону олійного масою 1 кг, відібрану згідно з п. 6.1.2, звільняють від поліетиленового пакету (паперу) та етикетки й рівномірним шаром розстеляють на лабораторному столі. При цьому кострицю, що обсіпалась, збирають та рівномірно розподіляють по всьому шару. Потім із 10-12 місць відбирають пучки волокон, з яких формують дві наважки масою 5 г кожна. Волокно, яке залишилось, зберігають на випадок повторного аналізу.

7.2.3.2 *Проведення визначення*

Наважку, відібрану згідно з п. 7.2.3.1, розкладають на чорній клейонці й вручну, за допомогою лабораторного пінцета, розділяють на волокно, кострицю та сміттєві домішки. Потім зважують волокно та окремо від нього – кострицю разом із сміттєвими домішками (пил з клейонки збирають і зважують разом із кострицею та сміттєвими домішками). Похибка зважування не повинна перевищувати 0,01 г.

Різниця між масою наважки й сумою мас костриці та сміттєвих домішок, пилу й волокна не повинна перевищувати 0,1 г, в іншому випадку аналіз повторюють.

7.2.3.3 *Оброблення результатів*

Масову частку костриці та сміттєвих домішок у котоніні з льону олійного обчислюють за формулою (4) даних технічних умов.

Підрахунок проводять окремо для кожної наважки. За остаточний результат приймають середнє арифметичне результатів усіх випробувань. Обчислення проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням до першого десяткового знака.

7.3 *Визначення масової частки волокнистих дефектів у волокні льону олійного*

Визначенню підлягають дефекти, до яких відносяться джгутики волокон, вузли волокон, гнізда костриці та недоробка.

7.3.1 *Засоби випробувань*

Ваги лабораторні високого класу точності з похибкою зважування не більше ніж 0,01 г згідно з ГОСТ 24104.

Пінцет лабораторний.

Стіл, який має кришку з матового скла та оснащений знизу електролампами.

7.3.2 *Підготовка до визначення*

Об'єднану пробу волокна льону олійного масою 1 кг, відібрану згідно з п. 6.1.2, звільняють від поліетиленового пакету (паперу) та етикетки й розстеляють на лабораторному столі рівномірним шаром розміром 100 x 70 см, з якого у 8 місцях відбирають пасма волокна масою до 15 г кожне, захоплюючи його рукою на всю глибину шару. Волокно, яке залишилось, зберігають на випадок повторного аналізу.

Кожне пасмо ділять у поздовжньому напрямку на дві приблизно рівні частини, з яких формують дві лабораторні наважки масою по 50 г кожна з похибкою зважування $\pm 0,01$ г.

7.3.3 *Проведення визначення*

Відібрані наважки, окремо одна від одної, розкладають тонким шаром на спеціальному столі й вручну, за допомогою лабораторного пінцета, розділяють на волокно та дефекти. Потім зважують волокно та окремо від нього – всі дефекти. Похибка зважування не повинна перевищувати 0,01 г.

Різниця між масою наважки й сумою мас дефектів і волокна не повинна перевищувати 0,1 г, в іншому випадку аналіз повторюють.

7.3.4 *Оброблення результатів*

Масову частку волокнистих дефектів $K_{в.д.}$, %, обчислюють за формулою:

$$K_{в.д.} = \frac{m_1}{m} \cdot 100, \quad (5)$$



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

де m_1 – маса волокнистих дефектів, г;
 m – початкова маса наважки, г.

Підрахунок проводять окремо для кожної наважки. За результат випробування приймають середнє арифметичне результатів двох визначень. Обчислення проводять із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням до цілого числа.

7.4 Визначення розривного навантаження скрученої стрічки волокна льону олійного

Даний метод застосовують для визначення розривного навантаження комплексного або технічного волокна льону олійного.

7.4.1 Засоби випробувань

Ваги лабораторні високого класу точності з похибкою зважування не більше ніж 0,01 г згідно з ГОСТ 24104.

Стрічкоутворювач ЛО-2.

Розривна машина РМП-1 (РМ-3-1) із допустимою похибкою ± 1 % від вимірюваної величини або розривна машина ДКВ-60 із допустимою похибкою ± 2 % від прикладеного навантаження.

Прилад для скручування стрічки КВ-3.

Лінійка вимірювальна довжиною 1 м згідно з ДСТУ ГОСТ 427.

7.4.2 Підготовка до визначення

Об'єднану пробу волокна льону олійного масою 2 кг, відібрану згідно з п. 6.1.2, звільняють від поліетиленового пакету (паперу) та етикетки й розстеляють на лабораторному столі рівномірним шаром розміром 100 x 70 см. З п'яти різних місць підготовленого шару волокна льону олійного (по середині та чотирьох кутах, відступивши від краю приблизно 10-15 см) відбирають п'ять наважок масою по 5,5 г. Потім із кожної наважки вручну витрушують вільну кострицю та формують з них три наважки масою 5,5 г кожна за рахунок двох інших. З отриманих наважок вручну формують стрічки, довжина яких становить 1,0 м, а ширина – 3 см.

7.4.3 Проведення визначення

Перед початком випробувань на стрічкоутворювачі необхідно стиснути ресору до потрібного тиску. Для цього проводять пробне пропускання стрічки (випробуваного зразка) через стрічкоутворювач. При правильному установленні ресори по центру та заданому тиску стрічка повинна бути гладкою, без хвилястого краю, і при цьому забезпечується чотириразове витягування.

Таким чином, кожену стрічку пропускають п'ять разів через стрічкоутворювач ЛО-2, який забезпечує коефіцієнт витягування від 3,7 до 4. Потовщення, які можуть утворюватися на стрічці, ретельно розрівнюють. Після кожного з перших чотирьох пропускань отриману стрічку обережно розділяють на відрізки завдовжки 1 м і складають разом у чотири шари. Після п'ятого пропускання стрічку не складають, а розрізають на відрізки завдовжки 27 см. З трьох стрічок одержують 30 відрізків. Кожен відрізок зважують і доводять його масу до 0,42 г. Нестачу маси поповнюють, а надлишок видаляють відділенням волокон уздовж стрічки. Кожен зважений відрізок стрічки повинен мати однакову товщину за всією довжиною.

Потім відрізки волокон льону олійного скручують за допомогою спеціального приладу КВ-3, який вмонтовується на розривній машині ДКВ-60. У цьому разі ручку повертають ліворуч чи праворуч до упору, встановленого біля відмітки 20, що дає одне кручення на 10 мм довжини відрізка. Отримані скручені відрізки закріплюють у затискачах розривної машини, зберігаючи їх скрученість. Відстань між затискачами повинна дорівнювати 70 мм.

Під час проведення випробувань з визначення розривного навантаження скрученої стрічки на розривній машині РМП-1 або РМ-3-1 розрив виконують за швидкості переміщення рухомого затискача 150 мм/хв, а на ДКВ-60 розрив виконують, обертаючи руків'я машини з частотою 1 оберт за 1 с.

7.4.4 Оброблення результатів



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Розривне навантаження скрученої стрічки P_c , даН, обчислюють за формулою:

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^n P_{c_i}}{n} = \frac{P_{c_1} + P_{c_2} + P_{c_3} + \dots + P_{c_{30}}}{30}, \quad (6)$$

де P_{c_i} – розривне навантаження скрученої стрічки, даН;
 n – кількість визначень (випробувань).

За результат випробування приймають середнє арифметичне результатів тридцяти визначень. Обчислення проводять із точністю до першого десяткового знака з подальшим округлюванням до цілого числа.

7.5 Визначення якісних характеристик волокон льону олійного за довжиною

7.5.1 Засоби випробувань

Лінійка вимірювальна з ціною поділки 1 мм згідно з ДСТУ ГОСТ 427.

Чорна оксамитова дошка.

Пінцет лабораторний.

Стакани лабораторні скляні згідно з ГОСТ 25336.

Затискач марки ЗВ-1, ЗВ-2.

Ваги лабораторні високого класу з точністю зважування до 0,001 г згідно з ГОСТ 24104.

7.5.2 Підготовка до визначення

Об'єднану пробу волокна льону олійного масою 1 кг, відібрану згідно з п. 6.1.2, звільняють від поліетиленового пакету (паперу) та етикетки й розстеляють на лабораторному столі рівномірним шаром. На підготовленому шарі волокна відмічають 10-12 різних місць та відбирають пучки волокон, з яких формують наважки для проведення випробувань. Волокно яке залишилося з об'єднаної проби, зберігають для подальших досліджень або на випадок повторного аналізу.

7.5.3 Проведення визначення

З пучків, відібраних згідно з п. 7.5.2, формують дві наважки масою 1 г і піддають ручному розбиранню на окремі волокна з найменшим їх пошкодженням та втратами.

7.5.3.1 Визначення масової частки волокон за групами довжин

Для визначення даного показника необхідно здійснити розподіл за групами довжин волокон льону олійного всієї наважки, відібраної згідно з п. 7.5.3.

7.5.3.1.1 Розподіл волокон льону олійного за групами довжин із використанням затискача ЗВ-1 або ЗВ-2

За допомогою спеціального затискача обидві наважки укладають до одного рівного кінця. Потім рівний край прикладають до нульової поділки лінійки, а з нерівного краю виділяють п'ять найдовших волокон, кожне з яких промірюють та обчислюють середню довжину l_a (середня арифметична довжина найдовших волокон).

Середню довжину найдовших волокон l_a , мм, обчислюють за формулою:

$$l_a = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5}{5}, \quad (7)$$

де l_i – довжина промірного одиночного волокна, мм;
 n – кількість промірних одиночних волокон.

Обчислення проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Визначена середня довжина найдовших волокон l_a вказує на загальну кількість груп та буде входити в інтервал останньої групи.

На лабораторних стаканах фіксують номер групи, що відповідає інтервалу довжини, зазначеному в таблиці 1.

Таблиця 1 – Групи та інтервали довжин волокон льону олійного

Номер групи за порядком i	Групи довжин, мм	Середня арифметична довжина волокон у кожній групі L_{ai} , мм
1	0-15,0	$L_{a1} = 7,5$
2	15,0-30,0	$L_{a2} = 22,5$
3	30,0-45,0	$L_{a3} = 37,5$
4	45,0-60,0	$L_{a4} = 52,5$
5	60,0-75,0	$L_{a5} = 67,5$
...
n	$L_{min} - L_{max}$	$L_{an} = (L_{min} + L_{max})/2$

Потім волокна сортують по групам за довжиною, витягуючи затискачем кінці волокон, що виступають, і здійснюють вимірювання за допомогою міліметрової лінійки. Промірні волокна розкладають у підготовлені лабораторні стакани.

7.5.3.1.2 Розподіл волокон льону олійного за групами довжин методом промірювання одиночних волокон

Усі волокна, що входять до складу наважки, по черзі викладають на оксамитову дошку та розпрямляють. Лінійкою вимірюють довжину кожного волокна з похибкою $\pm 0,5$ мм. Промірні волокна розкладають у підготовлені лабораторні стакани з фіксованими номерами груп, що відповідають певним інтервалам довжин. Загальний вигляд лабораторних стаканів із волокном наведено на рисунку 1.

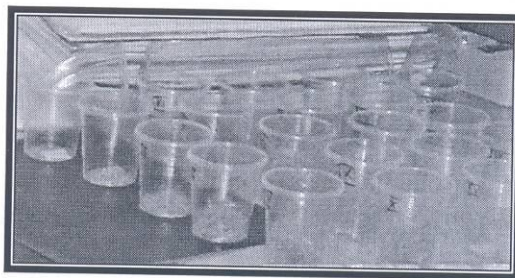


Рисунок 1 – Волокна котоніну з льону олійного сорту Дебют, розподілені за групами довжин, у лабораторних стаканах

Примітка 2. Інтервал (крок) групи за довжиною та кількість груп допускається змінювати (у порядку зменшення або збільшення), що залежить від типу продукції (волокон) і мети наукових досліджень або виробничих випробувань, а саме:

- з метою побудови штапельної діаграми для котоніну з льону олійного розсортування волокон може здійснюватися на декілька груп із певним інтервалом довжин. (Наприклад, згідно з ТУ.У.05495816.005-2000 у разі випробування котонізованого волокна з льону-довгунцю під вовну розсортування волокон здійснюється на три групи: 1-ша група – 0-35,0 мм, 2-га група – 35,0-80,0 мм, 3-тя група – 80,0 мм і більше. Якщо ляєне волокно котонізоване під бавовну, то його розсортовують таким чином: 1-ша група – 0-15,0 мм, 2-га група – 15,0-40,0 мм, 3-тя група – 40,0 мм і більше. Для даних випробувань відбирають дві наважки масою по 10 мг);

- для проведення наукових досліджень з метою детального розсортування волокон котоніну з льону олійного на групи за довжиною допускається застосовувати крок від 5 мм у порядку збільшення, тобто 1-ша група матиме інтервал довжин 0-5,0 мм, 2-га група – 5,0-10,0 мм, 3-тя група – 10,0-15,0 мм тощо;

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

– для проведення наукових досліджень з метою визначення якісних характеристик за довжиною комплексного або технічного волокна (лубу) можна застосовувати крок 10 мм, 20 мм, 30 мм тощо. Під час даного випробування допускається відбирати дві наважки масою по 5 г та розкласти проміряні волокна на діаграму розподілу за довжиною. Дану діаграму розподілу волокон за довжиною розкреслюють на ватмані. За допомогою лінійки металевої з ціною поділки шкали 1 мм на ватмані креслять прямокутники зі сталою шириною 5 см і змінною довжиною в порядку збільшення з певним кроком. Кожен прямокутник характеризує групу довжини. Наприклад, із кроком 10 мм перша група (перший прямокутник) від 0 мм до 10,0 мм, друга – від 10,0 мм до 20,0 мм, третя – 20,0-30,0 мм тощо. Волокна відібраної наважки розсортовують на діаграмі за групами в порядку зменшення (збільшення) їх довжини, так щоб з одного боку кінці волокон розташовувалися на прямій лінії. Приклад такої діаграми наведено на рисунку 2.

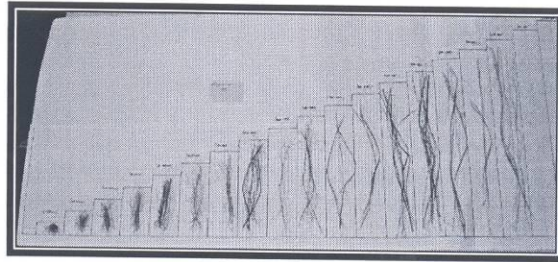


Рисунок 2 – Діаграма розподілу технічних волокон льону олійного сорту Дебют за довжиною в кожній групі

Результати вимірювань довжини волокон з інтервалом в 1 мм записують у журнал.

Під час проведення даного детального дослідження визначають фактичну середню довжину волокон у кожній групі. Як приклад, у таблиці 2 наведено розподіл проміряних одиночних волокон за довжиною по групам.

Таблиця 2 – Розподіл одиночних волокон за довжиною по групам

Номер групи за порядком i	Групи довжин, мм	Довжина одиночних волокон у кожній групі l , мм	Середня фактична довжина волокон у кожній групі $L_{\phi i}$, мм
1	0-15,0	10,0; 8,0; 12,0; 15,0; 10,0	$L_{\phi 1} = 11,0$
2	15,0-30,0	17,0; 21,0; 27,0; 17,0; 30,0	$L_{\phi 2} = 22,4$
3	30,0-45,0	32,0; 41,0; 37,0; 40,0; 41,0	$L_{\phi 3} = 38,2$
...
n	$L_{min} - L_{max}$	$l_1; l_2; l_3; \dots; l_n$	$L_{\phi i} = (l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n)/n$

7.5.4 Оброблення результатів

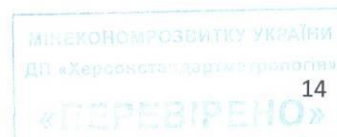
Після розподілу наважки волокна кожної групи зважують із точністю до 0,001 г і визначають їх якісні характеристики за довжиною та масою.

7.5.4.1 Розрахунок масової частки волокон кожної групи та масової частки волокон прядильної групи

Масову частку волокон кожної групи M_i , %, обчислюють за формулою:

$$M_i = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \cdot 100 = \frac{m_i}{(m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n)} \cdot 100, \quad (8)$$

де m_i – маса волокон i -тої групи в наважці, г (мг);



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

$\sum_{i=1}^n m_i$ – загальна маса волокон усіх груп, г (мг);

n – номер останньої групи за порядком.

Обчислення проводять із точністю до третього десяткового знака з подальшим округлюванням результату до другого десяткового знака.

Масову частку волокон прядильної групи в наважці $M_{\text{пряд.гр.}}$, %, обчислюють за формулою:

$$M_{\text{пряд.гр.}} = \frac{m_{\text{пряд.гр.}}}{m_{\text{заг.}}} \cdot 100, \quad (9)$$

де $m_{\text{пряд.гр.}}$ – маса волокон прядильної групи в наважці, г (мг);

$m_{\text{заг.}}$ – загальна маса волокон усіх груп, г (мг).

Обчислення проводять із точністю до третього десяткового знака з подальшим округлюванням результату до другого десяткового знака.

Примітка 3. Показник масової частки волокон прядильної групи застосовують під час оцінювання котоніну з льону олійного, який буде використовуватися для виготовлення змішаної пряжі. Прядильна група – це група волокон, довжина яких відповідає вимогам технологічного процесу прядіння та може бути встановлена споживачем.

7.5.4.2 Розрахунок середньої довжини волокон усієї наважки

Залежно від методу визначення середньої довжини волокон усієї наважки L , мм, розрізняють середню арифметичну довжину волокон усієї наважки L_a , мм, та середню фактичну довжину волокон усієї наважки L_ϕ , мм.

Середню арифметичну довжину волокон усієї наважки L_a , мм, обчислюють за формулою:

$$L_a = \frac{\sum_{i=1}^n (L_{a_i} \cdot n_i)}{\sum n_i} = \frac{L_{a1} \cdot n_1 + L_{a2} \cdot n_2 + L_{a3} \cdot n_3 + \dots + L_{a_n} \cdot n_n}{(n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n)}, \quad (10)$$

де L_{a_i} – середня арифметична довжина волокон i -тої групи в наважці, мм;

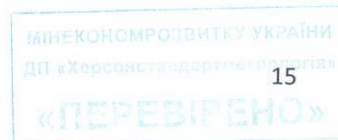
n_i – кількість волокон i -тої групи в наважці.

Середню фактичну довжину волокон усієї наважки L_ϕ , мм, обчислюють за формулою:

$$L_\phi = \frac{\sum_{i=1}^n (L_{\phi_i} \cdot n_i)}{\sum n_i} = \frac{L_{\phi1} \cdot n_1 + L_{\phi2} \cdot n_2 + L_{\phi3} \cdot n_3 + \dots + L_{\phi_n} \cdot n_n}{(n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n)}, \quad (11)$$

де L_{ϕ_i} – середня фактична довжина волокон i -тої групи в наважці, мм;

n_i – кількість волокон i -тої групи в наважці.



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Обчислення проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

7.5.4.3 Розрахунок масодовжини волокон

Показник масодовжини волокна застосовують для об'єктивного оцінювання волокна за його функціональним призначенням.

Середню масодовжину волокон усієї наважки L_g , мм, обчислюють за формулою:

$$L_g = \frac{\sum_{i=1}^n (L_i \cdot m_i)}{\sum m_i} = \frac{L_1 \cdot m_1 + L_2 \cdot m_2 + L_3 \cdot m_3 + \dots + L_n \cdot m_n}{(m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n)}, \quad (12)$$

де L_i – середня довжина волокон i -тої групи в наважці, мм;

m_i – маса волокон i -тої групи в наважці, г (мг).

Обчислення проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

Примітка 4. Під час проведення наукових досліджень для катоніну з льону олійного визначають модальну L_M та штапельну $L_{Ш}$ довжину волокон і модальну L_m та штапельну $L_{ш}$ масодовжину волокон.

Модальна довжина волокон L_M , мм, відповідає довжині волокон тієї групи, що має найбільшу кількість.

Штапельна довжина волокон $L_{Ш}$ – це середня довжина волокон, довжина яких більша за модальну.

Штапельну довжину волокон $L_{ш}$, мм, обчислюють за формулою:

$$L_{ш} = \frac{\sum_{i=k}^n (L_i \cdot n_i)}{\sum n_i}, \quad (13)$$

де L_i – середня довжина волокон i -тої групи в наважці, довжина яких більша за модальну, мм;

n_i – кількість волокон i -тої групи в наважці, довжина яких більша за модальну;

k – група, в якій довжина волокон більша за модальну, тобто $L_i > L_M$.

Обчислення проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

Модальна масодовжина L_m , мм, відповідає довжині волокон тієї групи, що має найбільшу масу. Як правило, L_m завжди дещо більша за модальну L_M , яка відповідає довжині найбільш численних волокон, оскільки масова частка більш довгих волокон завжди перевищує їх кількісну частку.

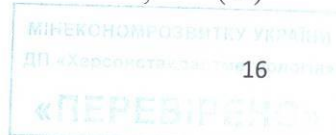
Штапельна масодовжина $L_{ш}$, мм, дорівнює середній масодовжині волокон, довжина яких більша за модальну масодовжину.

7.5.4.4 Розрахунок нерівномірності волокон за довжиною

Для оцінювання нерівномірності волокон за довжиною розраховують середнє квадратичне відхилення S і коефіцієнт варіації C .

Середнє квадратичне відхилення за довжиною S_L , мм, та коефіцієнт варіації за довжиною C_L , %, обчислюють згідно з формулами:

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(L - L_i)^2 \cdot n_i]}{\sum_{i=1}^n n_i}} = \sqrt{\frac{(L - L_1)^2 \cdot n_1 + (L - L_2)^2 \cdot n_2 + \dots + (L - L_n)^2 \cdot n_n}{(n_1 + n_2 + \dots + n_n)}}, \quad (14)$$



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

$$C_L = \frac{S_L}{L} \cdot 100, \quad (15)$$

де L – середня довжина волокон усієї наважки, мм;
 L_i – середня довжина волокон i -тої групи в наважці, мм;
 n_i – кількість волокон i -тої групи в наважці.

Середнє квадратичне відхилення за масодовжиною S_M , мм, та коефіцієнт варіації за масодовжиною C_M , %, обчислюють згідно з формулами:

$$S_M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(L_i - L_g)^2 \cdot m_i]}{\sum_{i=1}^n m_i}} = \sqrt{\frac{(L_1 - L_g)^2 \cdot m_1 + (L_2 - L_g)^2 \cdot m_2 + \dots + (L_n - L_g)^2 \cdot m_n}{(m_1 + m_2 + \dots + m_n)}}, \quad (16)$$

$$C_M = \frac{S_M}{L_g} \cdot 100 \quad (17)$$

Обчислення середнього квадратичного відхилення S та коефіцієнта варіації C проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

У додатку В наведено приклад розподілу волокон кottonіну з льону олійного по групам довжин та визначено його якісні характеристики за довжиною.

7.6 Визначення лінійної щільності та номера волокна льону олійного методом вагового штапелю

Метод вагового штапелю застосовують для оцінювання якості волокна, одержаного від постачальника.

7.6.1 Засоби випробувань

Ваги торсійні ВТ-20 або лабораторні високого класу з точністю зважування до 0,001 г згідно з ГОСТ 24104.

Лінійка вимірювальна з ціною поділки 1 мм згідно з ДСТУ ГОСТ 427.

Ножиці або різак лабораторний.

Чорна оксамитова дошка.

Пінцет лабораторний.

7.6.2 Підготовка до визначення

Для аналізу використовують волокна, розкладені за групами довжин під час визначення довжини волокна згідно з п. 7.5.3.1.1 або п. 7.5.3.1.2.

Від кожної проби волокон, розкладеної за групами довжин, відбирають 20 пучків по 40 волокон з урахуванням їх розщепленості.

Примітка 5. Розщепленість вважають поділ волокна на два, три та більшу кількість елементів. За одне волокно приймають одиначне волокно або волокна, розщеплені менш ніж до половини довжини. Кожне відгалуження враховують як окреме волокно, якщо його довжина дорівнює половині довжини одиначного волокна або перевищує цей показник (рисунок 3).

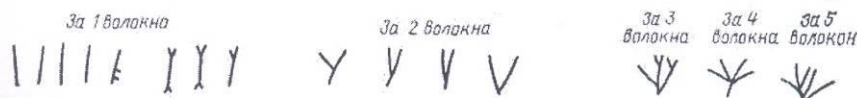
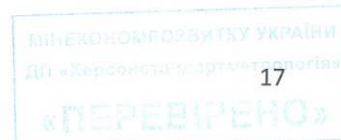


Рисунок 3 – Підрахунок кількості волокон з урахуванням їх розщепленості



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Кількість пучків від кожної групи довжин відбирається пропорційно масовій частці волокон даної групи в пробі, встановленій згідно з п. 7.5.4.1. При відборі 40 волокон для кожного пучка всі волокна укладають одним кінцем до основної (прямої) лінії шаблону. Приклад шаблону для проведення випробувань наведено на рисунку 4.

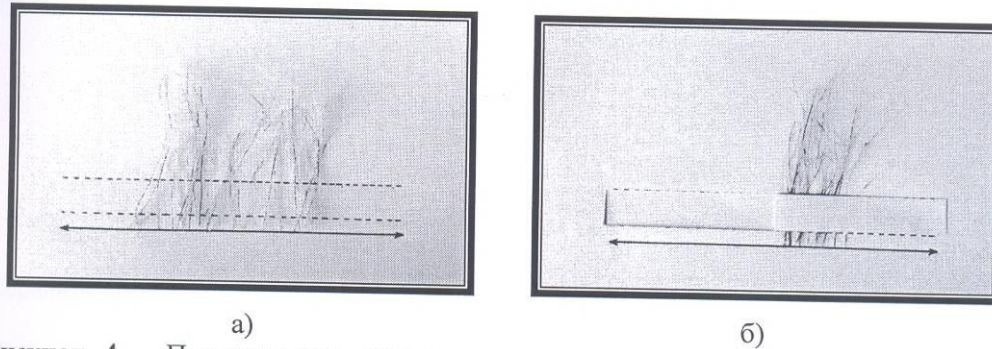


Рисунок 4 – Приготування штапелю з волокон льону олійного для визначення лінійної щільності: а) розкладання волокон на підготовленому шаблоні; б) вирізування штапелю волокон необхідної довжини

З кожного пучка розкладених волокон за допомогою ножиць лабораторних або різака вирізають штапель волокон завдовжки $10,0 \pm 0,1$ мм, трохи відступивши від основної лінії (рисунок 4, б), щоб уникнути неточності укладання.

Сумарна довжина волокон одного штапелю становить 400,0 мм (10,0 мм x 40). За наявності групи волокон із довжиною 0-15,0 мм, які складають один штапель, сумарну довжину приймають рівною 270,0 мм (6,75 мм x 40), тобто для цієї групи довжина штапелю приймається не 10,0 мм, а 6,75 мм.

Потім зважують усі штапелі в кожній групі та визначають їх сумарну масу з точністю до 0,001 мг. Результати оформлюють відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати дослідження штапелів волокон по кожній групі

Групи довжин, мм	Кількість штапелів	Сумарна маса штапелів у кожній групі, мг	Сумарна довжина волокон усіх штапелів, мм
0-15,0	n_1	m_1	$270 n_1$
15,0-30,0	n_2	m_2	$400 n_2$
30,0-45,0	n_3	m_3	$400 n_3$
45,0-60,0	n_4	m_4	$400 n_4$
60,0-75,0	n_5	m_5	$400 n_5$
...
$L_{min} - L_{max}$	n_n	m_n	$400 n_n$

7.6.3 Оброблення результатів

7.6.3.1 Лінійну щільність волокон у кожній групі T_i , текс, обчислюють за формулою:

$$T_i = \frac{1000 \cdot m_i}{400 \cdot n_i}, \quad (18)$$

де m_i – сумарна маса штапелів i -тої групи, мг;
 n_i – кількість штапелів з i -тої групи;
 i – порядковий номер групи;



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

$400 \cdot n_i$ – сумарна довжина волокон усіх штапелів i -тої групи, мм (для групи з довжиною волокон 0-15 мм приймають $270 \cdot n_i$).

Середню лінійну щільність волокна всієї наважки $T_{сер.}$, текс, обчислюють за формулою:

$$T_{сер.} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \cdot T_i}{100}, \quad (19)$$

де M_i – масова частка волокон i -тої групи в наважці, %.

Середній номер волокна $N_{сер.}$ обчислюють за формулою:

$$N_{сер.} = \frac{1000}{T_{сер.}} \quad (20)$$

7.6.3.2 Для здійснення порівняльних аналізів з метою отримання більш об'єктивних значень показників лінійної щільності та номера волокна проводять розрахунки за нижченаведеними формулами.

Спочатку визначають кількість волокон у кожній групі H_i за формулою:

$$H_i = \frac{m_i}{T_i \cdot L_i}, \quad (21)$$

де m_i – маса волокон i -тої групи в наважці, мг, згідно з п. 7.5.4.1;

T_i – лінійна щільність волокон i -тої групи в наважці, текс, згідно з п. 7.6.3.1;

L_i – середня довжина волокон i -тої групи в наважці, м, згідно з п. 7.5.4.2.

Потім обчислюють середню лінійну щільність волокон усієї наважки $T_{сер.}$, текс, і середній номер волокна $N_{сер.}$ за формулами:

$$T_{сер.} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^n H_i}, \quad (22)$$

$$N_{сер.} = \frac{1000}{T_{сер.}}, \quad (23)$$

де H_i – кількість волокон i -тої групи в наважці;

T_i – лінійна щільність волокон i -тої групи в наважці, текс, згідно з п. 7.6.3.1.

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

7.6.3.3 У випадку, коли відібрано декілька пучків волокон, з яких вирізані штапелі завдовжки 10,0 мм, з певною масою m_i та кількістю волокон n_i у кожному штапелі, обчислення лінійної щільності та номера волокна проводять наступним чином. (Підрахунок кількості волокон здійснювали з урахуванням їх розщепленості).

Лінійну щільність волокон T_i , текс, і номер волокон N_i кожного штапелю обчислюють за формулами:

$$T_i = \frac{1000 \cdot m_i}{0,010 \cdot n_i}, \quad (24)$$

$$N_i = \frac{1000}{T_i} \text{ або } N_i = \frac{n_i \cdot 0,010}{m_i}, \quad (25, 26)$$

де m_i – маса волокон в i -тому штапелі, мг;
 n_i – кількість волокон в i -тому штапелі;
 i – порядковий номер штапелю;
 0,010 – довжина волокон i -того штапелю, м.

Середні значення лінійної щільності $T_{сеп.}$, текс, і номера волокон $N_{сеп.}$ усіх штапелів обчислюють за формулами:

$$T_{сеп.} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{k_i}, \quad (27)$$

$$N_{сеп.} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{k_i}, \quad (28)$$

де k_i – кількість штапелів.

Усі обчислення лінійної щільності волокон проводять з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака, а обчислення номера волокна – з округлюванням до цілого числа.

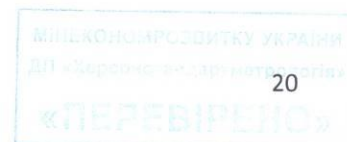
7.6.3.4 Розрахунок нерівномірності волокон за лінійною щільністю

Для оцінювання нерівномірності волокон за лінійною щільністю розраховують середнє квадратичне відхилення S і коефіцієнт варіації C .

Середнє квадратичне відхилення за лінійною щільністю S_T , мм, та коефіцієнт варіації за лінійною щільністю C_T , %, обчислюють згідно з формулами:

$$S_T = \sqrt{\sum_{i=1}^n (T_i - T_{сеп.})^2 / (k - 1)}, \quad (29)$$

$$C_T = \frac{S_T}{T_{сеп.}} \cdot 100, \quad (30)$$



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

де T_i – лінійна щільність волокон i -того штапелю в наважці, текс;
 $T_{сер}$ – середня лінійна щільність волокон наважки, текс;
 k – кількість штапелів.

Обчислення середнього квадратичного відхилення S та коефіцієнта варіації C проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

7.7 Визначення розривного навантаження кottonіну з льону олійного

Визначення розривного навантаження кottonіну з льону олійного проводять за методикою визначення розривного навантаження штапелю в перерахунку на одиночне волокно згідно з ГОСТ 3274.1-72.

7.7.1 Засоби випробувань

Ваги торсійні ВТ-20 або лабораторні високого класу з точністю зважування до 0,001 г згідно з ГОСТ 24104.

Лінійка вимірювальна з ціною поділки 1 мм згідно з ДСТУ ГОСТ 427.

Ножиці або різак лабораторний.

Чорна оксамитова дошка.

Пінцет лабораторний.

Динамометр типу ДШ-3 (ДШ-3М, ДШ-3М-2) із затискачами з рифленими губками.

Папір міліметровий.

7.7.2 Підготовка до визначення

Для аналізу використовують волокна, розкладені за групами довжин згідно з п. 7.5.3.1.1 або п. 7.5.3.1.2, що залишилися після визначення лінійної щільності. З розкладених на оксамитовій дошці волокон вручну за допомогою лабораторного пінцета формують елементарну пробу, з якої вирізають штапель з довжиною 35 мм і масою 60 мг. Потім вирізаний штапель рівномірно розділяють на 10 штапелів та підраховують кількість волокон у кожному штапелі. Результати підрахунку для кожного штапелю оформлюють відповідно до таблиці 4.

Таблиця 4 – Результати визначення розривного навантаження штапелів кottonіну з льону олійного

Номер штапелю за порядком i	Кількість волокон у кожному штапелі n_i	Маса кожного штапелю m_i , мг	Розривне навантаження кожного штапелю $P_{ш_i}$, сН (гс)
1	n_1	m_1	$P_{ш_1}$
2	n_2	m_2	$P_{ш_2}$
3	n_3	m_3	$P_{ш_3}$
4	n_4	m_4	$P_{ш_4}$
5	n_5	m_5	$P_{ш_5}$
...
10	n_{10}	m_{10}	$P_{ш_{10}}$

Готові штапелі обережно, без втрат волокна, знімають пінцетом з оксамитової дошки та переносять на міліметровий папір. На міліметровому папері кожен штапель ще раз розпрямляють та, відміряючи 10 мм від рівного краю, відмічають точку А.

7.7.3 Проведення визначення

Розривне навантаження кottonіну з льону олійного визначають розриванням усіх штапелів на динамометрі типу ДШ-3 із затискачами з рифленими губками з максимальним навантаженням 3000 гс і з подальшим обчисленням розривного навантаження одиночного

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

волокна. Відстань між затискачами повинна становити 3 мм, а швидкість опускання нижнього затискача – 300 ± 15 мм/хв.

Кожен із 10 штапелів, які розкладені на міліметровому папері, затискають пінцетом у відміченій точці А та по черзі заправляють у верхній затискач динамометра ДШ-3 на відстані 10 мм від краю. Другий кінець штапелю затискають у нижній затискач таким чином, щоб натяг усіх волокон був однаковим. У момент закріплення затискачі повинні бути нерухомими.

Розірвані кінці штапелів обережно виймають із затискачів і викладають на оксамитову дошку. Після розривання всі штапелі витримують не менше ніж 1 год у стандартних атмосферних умовах із відносною вологістю повітря 65 ± 2 % та температурою 20 ± 2 °С згідно з ДСТУ ISO 139.

Потім у тих самих умовах всі розірвані штапелі зважують з точністю до 0,001 мг, а отримані значення фіксують у таблиці 4. Після цього за даними таблиці проводять розрахунки згідно з нижченаведеними формулами.

7.7.4 Оброблення результатів

7.7.4.1 Для визначення середнього розривного навантаження всіх штапелів котоніну з льону олійного $P_{ш}$, сН (гс), попередньо обчислюють розривне навантаження кожного з 10 штапелів у перерахунку на одне волокно $P_{(о.в.)i}$, сН (гс), за формулою:

$$P_{(о.в.)i} = \frac{P_{шi}}{n_i}, \quad (31)$$

де $P_{шi}$ – розривне навантаження i -того штапелю, сН (гс);

n_i – кількість волокон в i -тому штапелі;

i – порядковий номер штапелю.

Середнє розривне навантаження всіх штапелів котоніну з льону олійного $P_{ш}$, сН (гс), в перерахунку на одне волокно $P_{(о.в.)}$, сН (гс), обчислюють за формулою:

$$P_{ш} = \frac{P_{(о.в.)1} + P_{(о.в.)2} + P_{(о.в.)3} + \dots + P_{(о.в.)10}}{10}, \quad (32)$$

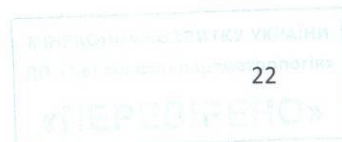
де $P_{(о.в.)1}, P_{(о.в.)2}, P_{(о.в.)3}, \dots, P_{(о.в.)10}$ – розривне навантаження кожного з 10 штапелів у перерахунку на одне волокно, сН (гс);

10 – кількість штапелів.

Обчислення проводять із точністю до 0,01 сН (гс).

7.7.4.2 Дійсне середнє розривне навантаження котоніну з льону олійного $P_{д}$, сН (гс), обчислюють із точністю до 0,1 сН (гс) за формулою:

$$P_{д} = \frac{P_{ш}}{0,675}, \quad (33)$$



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

де $P_{ш}$ – середнє розривне навантаження всіх штапелів котоніну з льону олійного в перерахунку на одне волокно, сН (гс);
0,675 – постійний коефіцієнт, який характеризує неоднорчасність розриву волокон у штапелях.

7.7.4.3 Відносне розривне навантаження котоніну з льону олійного P_B , сН/текс (гс/текс), обчислюють за формулою:

$$P_B = \frac{P_D}{T}, \quad (34)$$

де T – лінійна щільність волокон, текс (або $T_{сер}$, яка визначається згідно з п. 7.6 даних технічних умов).

Обчислення проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

7.8 Оцінювання ступеня розволокнення волокна льону олійного методом світлової мікроскопії його поперечних зрізів

Даний метод застосовують під час наукових досліджень анатомічної будови волокон льону олійного з метою визначення ступеня їх розволокнення, що характеризується кількістю пучків та елементарних волокон у цих пучках, а також структури та форми елементарних волокон.

7.8.1 Засоби випробувань

Мікроскоп, призначений для вивчення прозорих об'єктів у прохідному світлі при штучному освітленні: МБР-1 (об'єтив 20, окуляр 10, збільшення в 200^x) із цифровою фотокамерою або МБИ-3 зі збільшенням 400^x.

Голка з ниткою.

Лезо безпечної бритви завтовшки 0,1 мм.

Пластини металеві з отворами діаметром від 0,7 мм до 3,0 мм.

7.8.2 Підготовка визначення

Для досліджень використовують волокна, відібрані згідно з п. 7.5.2, що залишилися від попередніх випробувань. З пучка волокон формують 10 елементарних проб, які складаються з одиночних волокон, із загальною товщиною від 1,0 до 3,5 мм.

7.8.3 Проведення до визначення

Відібраний пучок волокон, залежно від діаметра отвору на пластині, попередньо скручують і за допомогою петлі швейної нитки протягують крізь отвір у металеву пластину. У результаті пучок волокон повинен затиснутися в отворі перпендикулярно пластині. Кінці пучка, що виступають, зрізують лезом з обох боків на рівні пластини. Пластину закладають в мікроскоп для розгляду поперечного зрізу у відбитому світлі. З кожного зрізу за допомогою цифрової фотокамери роблять мікрофотографії, приклад яких наведено в додатку Е.

7.8.4 Оброблення результатів

На одержаному мікрозрізі підраховують кількість пучків та елементарних волокон у цих пучках, а результати досліджень для кожної елементарної проби фіксують у журналі.

З метою оцінювання ступеня розволокнення волокон льону олійного на зрізі елементарної проби підраховують загальну кількість елементарних волокон у пучках. Отримані дані для всіх пучків розподіляють на групи: 1-ша – до 5 елементарних волокон (у тому числі й одиночних), 2-га – від 6 до 10, 3-тя – від 11 до 15, 4-та – від 16 до 20, 5-та – від 21 до 25, 6-та – від 26 до 30, 7-ма – від 31 до 35, 8-ма – більше 35, або волокна у групах

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

більше 25 об'єднують разом. Потім підраховують загальну кількість волокон і визначають відсоткову частку кожної групи E_i від загальної кількості волокон за формулою:

$$E_i = \frac{e_i}{\sum_{i=n}^n e_i} \cdot 100, \quad (35)$$

де e_i – загальна кількість елементарних волокон i -тої групи;
 $\sum_{i=n}^n e_i$ – загальна кількість елементарних волокон усіх груп;
 i – порядковий номер групи.

Обчислення відсоткової частки кожної групи від загальної кількості волокон проводять із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

7.9 Визначення середнього діаметра елементарних волокон льону олійного методом світлової мікроскопії

Даний метод застосовують під час наукових досліджень з метою вивчення поздовжнього вигляду елементарних волокон, визначення їх діаметра та встановлення ступеня розволокнення технічних або комплексних волокон на елементарні волокна.

7.9.1 Засоби випробувань

Мікроскоп стереоскопічний МБС-10 із хрестоподібним переміщенням предметного скла зі збільшенням 400^x, який має на екрані шкалу з ціною поділки окуляр-мікрометра не більше ніж 14 мкм, та з цифровою фотокамерою.

Скло предметне згідно з ГОСТ 9284.

Скло накривне згідно з ГОСТ 6672.

Паличка скляна згідно з ГОСТ 25336.

Пінцет лабораторний.

Гліцерин згідно з ГОСТ 6259.

Бюкс згідно з ГОСТ 25336.

Ножиці лабораторні.

Голка препарувальна.

7.9.2 Підготовка до визначення

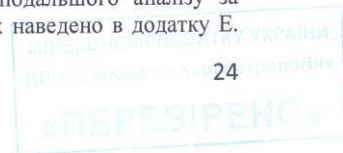
Для досліджень використовують волокна, відібрані згідно з п. 7.5.2, які залишилися від попередніх випробувань. Волокна з відібраного пучка розкладають у паралельному вигляді пінцетом на шаблоні, підготовленому згідно з п. 7.6.2, та вирізають штапель завдовжки 10 мм. Потім зі штапелю формують 2 елементарні проби масою 0,2 г кожна.

7.9.3 Проведення визначення

Підготовлені елементарні проби розкладають у бюкси та за допомогою скляної палички наносять на поверхню волокон декілька крапель гліцерину. Змащене гліцерином волокно пінцетом викладають на чисте предметне скло та рівномірно розпрямляють препарувальною голкою за всією довжиною. Потім його обережно накривають накривним склом, уникаючи виникнення повітряних кульок у гліцерині.

Підготовлений зразок закладають у мікроскоп для розгляду поздовжнього вигляду волокна. Під час визначення діаметра елементарного волокна шкалу встановлюють перпендикулярно волокну, а поділки шкали – паралельно кінцям волокна та підраховують кількість поділок, які знаходяться на всій ширині волокна.

Примітка 6. З метою збереження результатів наукових досліджень та їх подальшого аналізу за допомогою цифрової фотокамери фіксують поздовжній вигляд волокон, приклад яких наведено в додатку Е.



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Під час таких мікроскопічних досліджень найбільш точно визначають ступінь розволокнення технічних або комплексних волокон, що характеризується кількістю в них елементарних волокон, які можна чітко підрахувати під мікроскопом.

7.9.4 Оброблення результатів

З кожного бюкса методом випадкової вибірки відбирають і промірюють по 100 волокон, а результати досліджень фіксують у журналі. Приклад оформлення результатів досліджень наведено в додатку Е (табл. Е.3). За всіма одержаними показниками визначають середній діаметр елементарних волокон, який характеризує їх товщину.

Середній діаметр елементарних волокон у кожній елементарній пробі (бюксі) $D_{сер}$, мкм, обчислюють за формулою:

$$D_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}, \quad (36)$$

де D_i – діаметр одного елементарного волокна, мкм;
 n – кількість елементарних волокон, діаметр яких визначали;
 i – порядковий номер елементарних волокон.

Усі обчислення середнього діаметра елементарних волокон проводять із точністю до третього десяткового знака з подальшим округлюванням результату до другого десяткового знака.

7.9.5 Розрахунок нерівномірності елементарних волокон за діаметром (товщиною)

Для оцінювання нерівномірності волокон за діаметром (товщиною) розраховують середнє квадратичне відхилення S і коефіцієнт варіації C .

Середнє квадратичне відхилення за діаметром S_D , мкм, та коефіцієнт варіації за діаметром C_D , %, обчислюють згідно з формулами:

$$S_D = \sqrt{\sum_{i=1}^n (D_i - D_{сер})^2 / (n - 1)}, \quad (37)$$

$$C_D = \frac{S_D}{D_{сер}} \cdot 100 \quad (38)$$

Обчислення середнього квадратичного відхилення S_D проводять із точністю до третього десяткового знака з подальшим округлюванням результату до другого десяткового знака, а коефіцієнта варіації C_D – із точністю до другого десяткового знака з подальшим округлюванням результату до першого десяткового знака.

7.10 Визначення масової частки інкрустуючих речовин

Дослідження проводять, використовуючи об'єднану пробу волокон льону олійного, відібрану згідно з п. 6.1.2 для визначення розривного навантаження скрученої стрічки.

7.10.1 Визначення масової частки інкрустуючих речовин за кольором

Масову частку інкрустуючих речовин оцінюють за кольором відповідно до таблиці 5.



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Таблиця 5 – Масова частка інкрустуючих речовин за кольором

Масова частка інкрустуючих речовин, %	Характеристика кольору волокон
до 2,5	Світло-сірий
від 2,51 і більше	Сірий із зеленим відтінком, сірий і темно-сірий із зеленим відтінком, темно-сірий, бурий із жовто-зеленими пасмами

7.10.2 *Визначення масової частки інкрустуючих речовин хімічним методом*

Хімічний метод визначення масової частки інкрустуючих речовин використовується у випадку виникнення розбіжностей в оцінюванні якісних характеристик волокна за кольором. Метод базується на хімічному розділенні компонентів волокна.

7.10.2.1 *Засоби випробувань*

Ваги торсійні ВТ-20 або лабораторні високого класу з точністю зважування до 0,001 г згідно з ГОСТ 24104.

Пінцет та ножиці лабораторні.

Шафа сушильна лабораторна, що забезпечує задані температурні параметри.

Плитка електрична із закритою спіраллю згідно з ГОСТ 14919.

Ексикатор згідно з ГОСТ 25336.

Апарат Соксклета, який складається зі скляного холодильника, колби типу П-2 та насадки для екстрагування типу КЕ, згідно з ГОСТ 25336.

Холодильник зворотний згідно з ГОСТ 25336.

Колба конічна термостійка місткістю 250 см³ згідно з ГОСТ 25336.

Тигель Гуча з пористим дном згідно з ГОСТ 25336.

Лійка скляна згідно з ГОСТ 25336.

Фарфорові чашки для розтирання згідно з ГОСТ 25336.

Паличка скляна й товкач згідно з ГОСТ 25336.

Стакан для зважування (бюкс) згідно з ГОСТ 25336.

Піпетка мірна місткістю 10 см³ згідно з ГОСТ 29227.

Циліндр мірний місткістю 150 см³ згідно з ГОСТ 25336.

Папір фільтрувальний згідно з ГОСТ 12026.

Вода дистильована згідно з ГОСТ 6709.

Толуол згідно з ГОСТ 5789.

Спирт етиловий ректифікований згідно з ГОСТ 18300.

Натрію гідроокис (ідкий натр) згідно з ГОСТ 4328.

Кислота сірчана 72 % - ва згідно з ГОСТ 4204.

Фенолфталеїн – 1 % - вий спиртовий розчин.

Метилловий оранжевий – 0,02 % - вий розчин.

Барій хлористий – 10 % - вий розчин згідно з ГОСТ 4108.

Кальцій хлористий зневоднений згідно з ГОСТ 450.

7.10.2.2 *Підготовка до визначення*

Для формування наважки з об'єднаної проби, яка відібрана згідно з п. 6.1.2 або після визначення розривного навантаження скрученої стрічки, з 8 різних місць по всьому шару волокна відбирають пучки масою не менше ніж 1 г кожен. Відібрані волокна змішують між собою та подрібнюють ножицями на відрізки завдовжки 10-15 мм. Від подрібненого волокна відбирають дві наважки масою по 2 г кожна.

Вологість волокна визначають згідно з п. 7.1 даних ТУ або ГОСТ 25133-82. Пробу вважають висушеною, якщо розбіжність маси проби між двома послідовними зважуваннями не перевищує 0,0002 г.



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Після визначення вологості наважки загортають у патрони із фільтрувального паперу й обробляють в екстракційному апараті Сохсклета протягом 4-5 год сумішню толуолу та етилового спирту в співвідношенні 1:1.

7.10.2.3 *Проведення визначення*

Висушені на повітрі після екстракції наважки без патронів кількісно переміщують у конічні колби місткістю 250 дм³, в які наливають по 150 см³ розчину їдкого натру з масовою концентрацією $10 \pm 0,2$ г/дм³ і кип'ятять наважки зі зворотним холодильником на електричній плитці із закритою спіраллю протягом 60-90 хв.

Після кип'ятіння наважки охолоджують, потім фільтрують через тигель Гуча, промиваючи волокно гарячою та холодною дистильованою водою до нейтральної реакції на фенолфталеїн. Промите волокно з тигля Гуча кількісно переміщують у бюкси та висушують у сушильній шафі до постійної сухої маси.

Висушені проби волокна кількісно переміщують у фарфорові чашки для розтирання та заливають кожну пробу 3-4 см³ розчину 72 % - вої сірчаної кислоти й залишають на 3-4 год. Для кращого розчинення волокно розтирають скляним товкачем.

Після закінчення зазначеного часу розчин кількісно переміщують у конічні колби місткістю 250 см³, доливають по 150 см³ дистильованої води в кожну колбу та кип'ятять зі зворотним холодильником протягом 6-8 год для більш повного гідролізу целюлози. Потім суміш охолоджують, дають осад осісти та фільтрують на скляній лійці з паперовим фільтром. Фільтр попередньо висушують до постійної маси. Осад разом із паперовим фільтром ретельно промивають гарячою та холодною дистильованою водою від кислоти до нейтральної реакції промивних вод на метилоранж і хлористий барій.

Промитий осад із фільтром кількісно переміщують у бюкси та висушують у сушильній шафі при температурі 103 ± 2 °С до постійної сухої маси. Висушений осад із фільтром у бюксі перед зважуванням охолоджують в ексикаторі з хлористим кальцієм.

7.10.2.4 *Оброблення результатів*

Масову частку інкрустуючих речовин $M_{i.p.}$, %, обчислюють за формулою:

$$M_{i.p.} = \frac{(M_{of} - M_{\phi}) \cdot 100}{M_{c.v.} \cdot (1 - \frac{W}{100})}, \quad (39)$$

де M_{of} – маса осаду з фільтром, мг;

M_{ϕ} – маса фільтра, мг;

$M_{c.v.}$ – маса наважки сухого волокна, мг;

W – вологість волокна в наважці, %.

Розбіжність між результатами випробувань для двох проб не повинна перевищувати відносних 5 %. В іншому випадку аналіз повторюють у повному обсязі.

Масову частку інкрустуючих речовин визначають як середнє арифметичне з двох повторювань. Обчислення проводять із точністю до третього десяткового знака з подальшим округлюванням результату до другого десяткового знака.

7.11 *Визначення якісних характеристик целюлози з катоніну льону олійного*

7.11.1 Під час приймально-здавальних випробувань або наукових досліджень контролюють такі якісні характеристики целюлози з катоніну льону олійного (целюлозного напівфабрикату): масову частку альфа-целюлози; вміст целюлози; вміст залишкового лігніну, пектину та пентозанів; масову частку води в повітряно-сухий целюлозі; масову частку золи; масову частку залишку, який не розчинився в сірчаній кислоті; масову частку

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

волокнистого пилу; змочуваність; білість; масу заліза; динамічну в'язкість; масову частку смол та жирів (додаток А).

7.11.1.1 Відбирання проб для проведення випробувань здійснюють згідно з ГОСТ 19318-73 «Целлюлоза. Подготовка проб к химическим анализам».

7.11.1.2 Контролювання масової частки альфа-целюлози проводять ваговим (арбітражним) методом згідно з ГОСТ 595-79 або ГОСТ 6840-78.

7.11.1.3 Контролювання масової частки пентозанів проводять згідно з ГОСТ 10820-75.

7.11.1.4 Контролювання масової частки води в повітряно-сухий целюлозі проводять згідно з ГОСТ 16932-93.

7.11.1.5 Контролювання масової частки золи проводять згідно з ГОСТ 18461-93.

7.11.1.6 Контролювання масової частки залишку, який не розчинився в сірчаній кислоті, масової частки волокнистого пилу, змочуваності, білості та маси заліза проводять згідно з ГОСТ 595-79.

7.11.1.7 Контролювання динамічної в'язкості проводять згідно з ГОСТ 14363.2-83.

7.11.1.8 Контролювання масової частки смол і жирів проводять згідно з ГОСТ 6841-77.

Примітка 7. Перелік якісних характеристик для контролювання якості целюлози з катоніну льону олійного може змінюватися представниками підприємства-замовника або наукової лабораторії, що залежить від функціонального призначення потенційної продукції на її основі чи мети наукових досліджень.

8 ПАКУВАННЯ, МАРКУВАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ

8.1 Пакування, маркування, транспортування та зберігання волокна льону олійного, яке призначене для реалізації, проводять згідно з ДСТУ 5015:2008.

8.2 Пакування, маркування, транспортування та зберігання целюлози з катоніну льону олійного, яка призначена для реалізації, проводять згідно з ГОСТ 595-79.

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметр» 28 гін»
«ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

ДОДАТОК А
(довідковий)

Якісні характеристики та функціональне призначення всіх типів продукції, одержаної за різними технологіями оброблення трести/соломи льону олійного

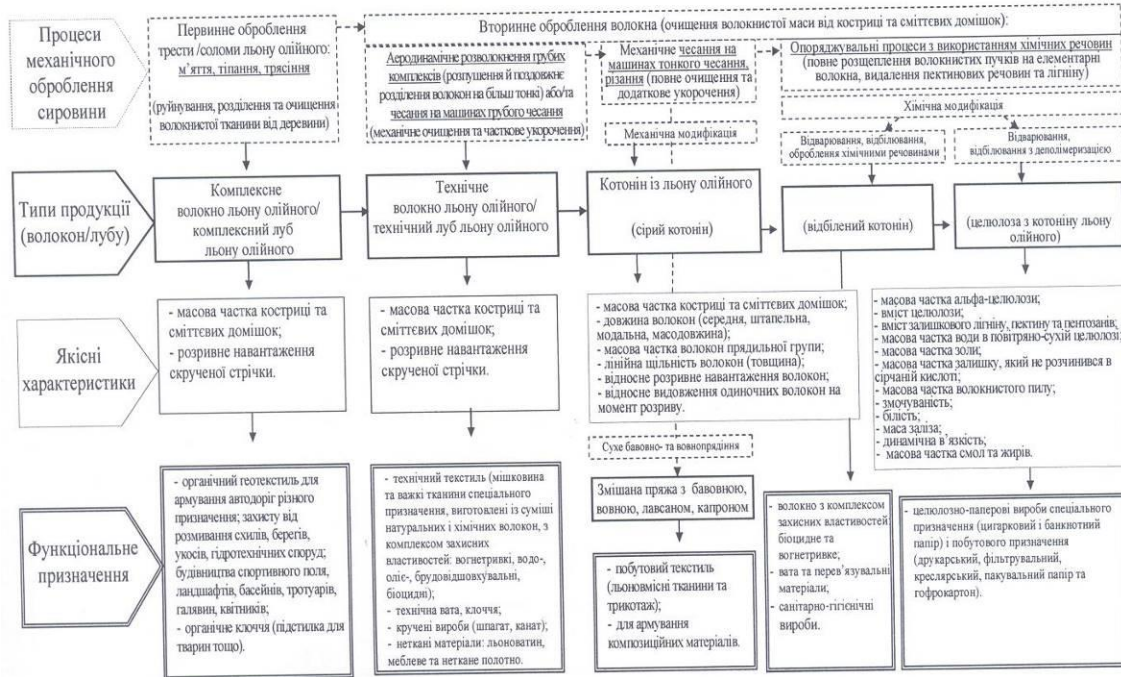


Рисунок А.1 – Якісні характеристики та функціональне призначення продукції зі стебел льону олійного

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонська міська метрополія»
29
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

ДОДАТОК Б
(довідковий)

Визначення масової частки костриці та сміттєвих домішок

Таблиця Б.1 – Визначення масової частки костриці та сміттєвих домішок у волокні при використанні приладу ПК-2М

Масова частка відходів у лотку, %	Масова частка костриці та сміттєвих домішок у волокні, %
8,0	3,0
9,0	4,0
10,0	6,0
11,0	7,0
12,0	9,0
13,0	10,0
14,0	11,0
15,0	13,0
16,0	14,0
17,0	16,0
18,0	17,0
19,0	18,0
20,0	20,0
21,0	21,0
22,0	22,0
23,0	24,0
24,0	25,0
25,0	26,0
26,0	28,0
27,0	29,0
28,0	31,0

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартиметрологія»
30
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

ДОДАТОК В
(довідковий)

Приклад визначення якісних характеристик котоніну з льону олійного за довжиною

Дослідження проводили з метою детального оцінювання якості котоніну, отриманого із волокна льону олійного сорту Дебют шляхом механічної модифікації. Тому для виконання експерименту було відібрано наважку масою 5 г, а розсортування волокон за довжиною на групи здійснювали з інтервалом 5 мм.

Таблиця В.1 – Розподіл волокон котоніну з льону олійного за довжиною в кожній групі

Номер групи за порядком i	Групи довжин, мм	Середня арифметична довжина волокон у кожній групі L_a , мм	Кількість волокон у групах n	Маса волокон у групах m , г	Масова частка волокон у групах M , %
1	0-5,0	2,5	2129	0,024	0,49
2	5,0-10,0	7,5	2804	0,147	3,01
3	10,0-15,0	12,5	3173	0,278	5,70
4	15,0-20,0	17,5	3226	0,429	8,79
5	20,0-25,0	22,5	2685	0,441	9,04
6	25,0-30,0	27,5	2344	0,455	9,33
7	30,0-35,0	32,5	1788	0,471	9,65
8	35,0-40,0	37,5	1520	0,437	8,96
9	40,0-45,0	42,5	1059	0,259	5,31
10	45,0-50,0	47,5	883	0,336	6,89
11	50,0-55,0	52,5	638	0,292	5,98
12	55,0-60,0	57,5	456	0,239	4,90
13	60,0-65,0	62,5	347	0,186	3,81
14	65,0-70,0	67,5	287	0,250	5,12
15	70,0-75,0	72,5	200	0,121	2,48
16	75,0-80,0	77,5	153	0,102	2,09
17	80,0-85,0	82,5	89	0,051	1,05
18	85,0-90,0	87,5	80	0,070	1,43
19	90,0-95,0	92,5	45	0,037	0,76
20	95,0-100,0	97,5	36	0,030	0,61
21	100,0-105,0	102,5	32	0,096	1,97
22	105,0-110,0	107,5	24	0,052	1,07
23	110,0-115,0	112,5	17	0,038	0,78
24	115,0-120,0	117,5	9	0,021	0,43
25	120,0-125,0	122,5	7	0,017	0,35
Всього:	-	-	24031	4,879	100,0

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонстандартметроп31»
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

$$y = 10x^6 + 1E-07x^5 - 2E-05x^4 + 0,0019x^3 - 0,0832x^2 + 1,3787x + 5,7231 \quad R^2 = 0,9982$$

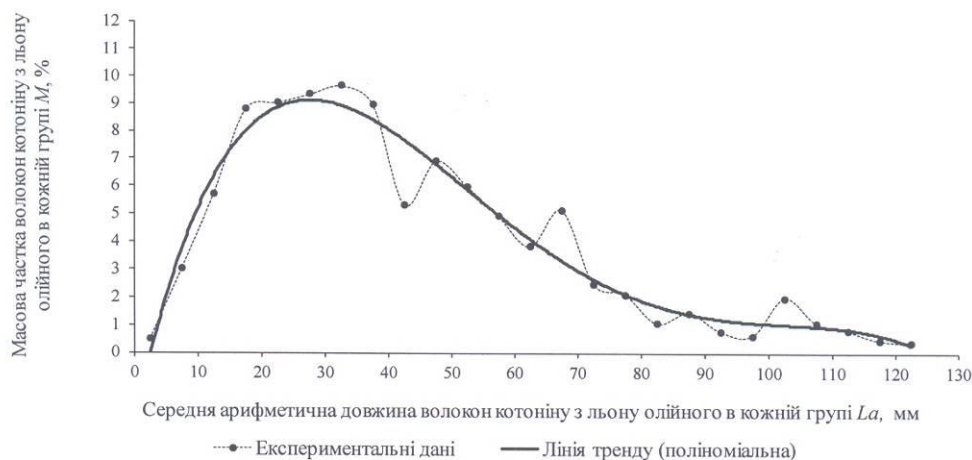


Рисунок В.1 – Діаграма розподілу волокон котоніну з льону олійного за довжиною в кожній групі

1. Масова частка волокон кожної групи: $M_1 = 0,024 \cdot 100 / 4,879 = 0,49\%$ і т.д.
2. Масова частка волокон прядильної групи в наважці. Дану якісну характеристику визначали з метою встановлення придатності досліджуваної продукції для виготовлення змішаної пряжі в композиції: котонін із льону олійного та бавовна. Так, згідно з вимогами ТУ 17 У 00306710.079-2000 прядильною групою котоніну з льону-довгунцю, який може застосовуватися для виготовлення змішаної пряжі з волокнами бавовни, є волокна з довжиною від 16,0 мм до 45,0 мм. Тому в даному випадку для розрахунків доцільно використати групи 4-9 з інтервалом довжин від 15,0 мм до 45,0 мм та, об'єднавши їх в одну групу, вважати прядильною групою котоніну з льону олійного.

Отже,

$$M_{\text{пряд.гр.}} = ((0,429 + 0,441 + 0,455 + 0,471 + 0,437 + 0,259) \cdot 100) / 4,879 = 51,08\%$$

Враховуючи вищевикладене, було побудовано штапельну діаграму для котоніну з льону олійного за трьома групами: 1-ша група – 0-15,0 мм, 2-га група – 15,0-45,0 мм, 3-тя група – 45,0-125,0 мм.

Номер групи за порядком <i>i</i>	Групи довжин, мм	Середня арифметична довжина волокон у кожній групі <i>La</i> , мм	Кількість волокон у групах <i>n</i>	Маса волокон у групах <i>m</i> , г	Масова частка волокон у групах <i>M</i> , %
1	0-15,0	7,5	8106	0,449	9,20
2	15,0-45,0	30,0	12622	2,492	51,08
3	45,0-125,0	85,0	3303	1,938	39,72
Всього:	-	-	24031	4,879	100,0

МІНІСТЕРСТВО ПРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Держконсалт-дари» (ТРЕДІНГ)
32
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

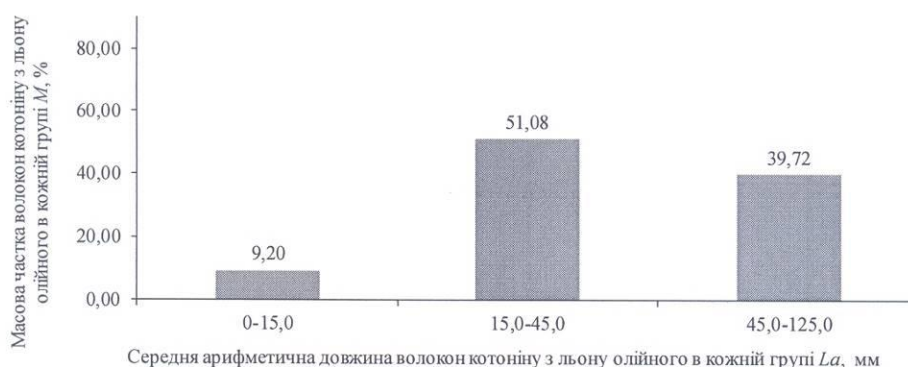


Рисунок В.2 – Штапельна діаграма розподілу волокон котоніну з льону олійного за довжиною в кожній групі

3. Середня арифметична довжина волокон усієї наважки:

$$L_a = (2,5 \cdot 2129 + 7,5 \cdot 2804 + 12,5 \cdot 3173 + \dots + 122,5 \cdot 7) / (2129 + 2804 + 3173 + \dots + 7) = 25,3 \text{ мм.}$$

4. Середня масодовжина волокон усієї наважки:

$$L_g = (2,5 \cdot 0,024 + 7,5 \cdot 0,147 + 12,5 \cdot 0,278 + \dots + 122,5 \cdot 0,017) / (0,024 + 0,147 + 0,278 + \dots + 0,017) = 42,7 \text{ мм.}$$

5. Модальна довжина волокон: $L_M = 17,5 \text{ мм.}$

6. Штапельна довжина волокон:

$$L_{ш} = [(22,5 \cdot 2685) + (27,5 \cdot 2344) + \dots + (122,5 \cdot 7)] / (2685 + 2344 + \dots + 7) = 38,3 \text{ мм.}$$

7. Модальна масодовжина: $L_m = 32,5 \text{ мм.}$

8. Штапельна масодовжина:

$$L_{ш} = [(37,5 \cdot 0,437) + (42,5 \cdot 0,259) + \dots + (122,5 \cdot 0,017)] / (0,437 + 0,259 + \dots + 0,017) = 60,2 \text{ мм.}$$

9. Середнє квадратичне відхилення за довжиною:

$$S_L = \sqrt{\frac{(25,3 - 2,5)^2 \cdot 2129 + (25,3 - 7,5)^2 \cdot 2804 + \dots + (25,3 - 122,5)^2 \cdot 7}{(2129 + 2804 + \dots + 7)}} = 18,5 \text{ мм.}$$

10. Коефіцієнт варіації за довжиною:

$$C_L = \frac{18,5}{25,3} \cdot 100 = 73,1\% .$$

11. Середнє квадратичне відхилення за масодовжиною:

$$S_M = \sqrt{\frac{(2,5 - 42,7)^2 \cdot 0,024 + (7,5 - 42,7)^2 \cdot 0,147 + \dots + (122,5 - 42,7)^2 \cdot 0,017}{(0,024 + 0,147 + \dots + 0,017)}} = 24,9 \text{ мм.}$$

12. Коефіцієнт варіації за масодовжиною:

$$C_M = \frac{24,9}{42,7} \cdot 100 = 58,3\% .$$

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Таблиця Д.3 – Розрахунок лінійної щільності та номера волокна згідно з п. 7.6.3.3

Кількість штапельів	Довжина штапелю, мм	Маса волокон у кожному штапелі, г	Кількість волокон у кожному штапелі	Лінійна щільність волокон, текс (номер)
1	10,0	0,017	286	5,9 (168)
2	10,0	0,021	319	6,6 (152)
3	10,0	0,024	338	7,1 (141)
Всього:	-	0,062	943	-

1. Лінійна щільність волокон кожного штапелю та середнє значення:

$$T_1 = \frac{1000 \cdot 0,017}{0,010 \cdot 286} = 5,9; T_2 = \frac{1000 \cdot 0,021}{0,010 \cdot 319} = 6,6; T_3 = \frac{1000 \cdot 0,024}{0,010 \cdot 338} = 7,1; T_{сер} = \frac{5,9 + 6,6 + 7,1}{3} = 6,5.$$

2. Номер волокна кожного штапелю та середнє значення:

$$N_1 = \frac{286 \cdot 0,010}{0,017} = 168; N_2 = \frac{319 \cdot 0,010}{0,021} = 152; N_3 = \frac{338 \cdot 0,010}{0,024} = 141; N_{сер} = \frac{168 + 152 + 141}{3} = 154.$$



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

ДОДАТОК Е
(довідковий)


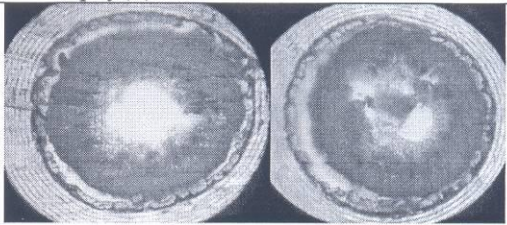
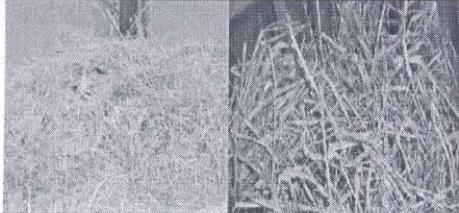
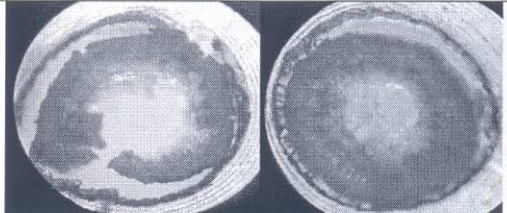
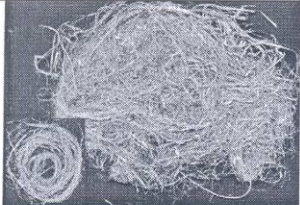
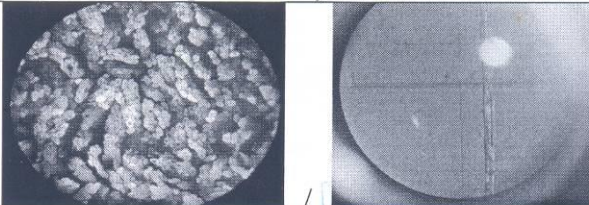
Приклад проведення світлової мікроскопії кottonіну з льону олійного

Таблиця Е.1 – Кількість пучків та елементарних волокон у пучках різних сортів льону олійного та льону-довгунцю*

№ з/п	Група льону	Сорт льону	Кількість пучків, шт.	Кількість волокон у пучках, шт.					Загальна кількість волокон, шт.
				1	2	3	4	5	
1.	Льон-довгунець	Чарівний	55	44	31	44	33	40	2112
2.	Льон олійний	Айсберг	50	19	21	19	17	18	940
		Віра	40	22	28	38	22	30	1120
		ВНІМК	43	16	15	14	18	13	654
		Дебют	37	17	18	12	17	20	622
		Золотистий	53	21	20	24	13	26	1102
		Ківіка	69	13	12	17	25	15	1132
		Орфей	42	8	11	23	18	18	655
		Південна ніч	60	17	14	13	15	18	924
	Ручеек	48	11	23	17	14	16	778	

*Дослідження проводили з метою порівняльного аналізу анатомічної будови волокон льону олійного та льону-довгунцю.

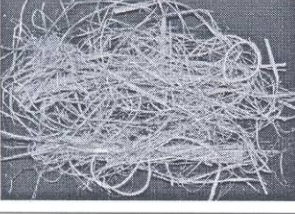
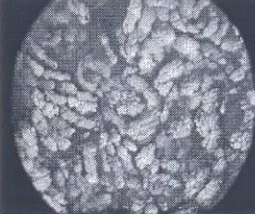

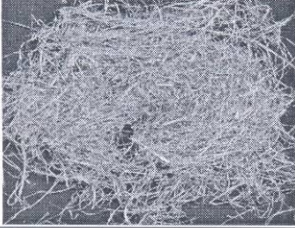

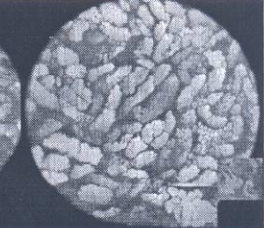


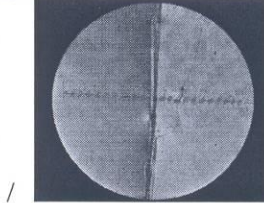
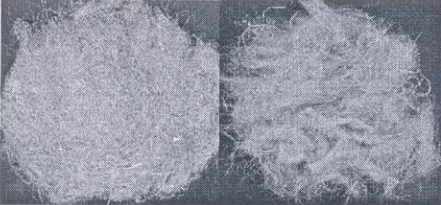

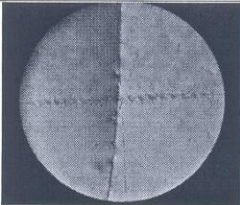
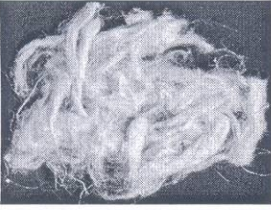
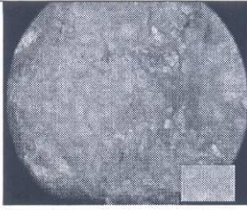
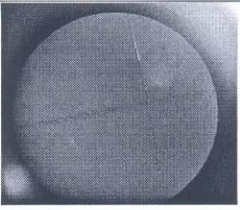
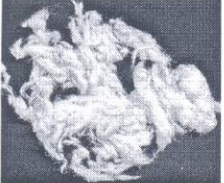

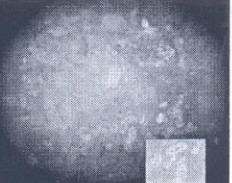
Таблиця Е.2 – Фотозображення натурального вигляду й мікрофотографії поперечного та поздовжнього вигляду продукції зі стебел льону олійного сорту Дебют

Найменування продукції/натуральний вигляд	Мікрофотографії: поперечний зріз / поздовжній вигляд
Солома льону олійного сорту Дебют	
	
Треста льону олійного сорту Дебют	
	
Комплексний луб із соломи, виділений у виробничих умовах	
	

36
«ПЕРЕВІРЕНО»

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Продовження таблиці Е.2

Найменування продукції/натуральний вигляд	Мікрофотографії: поперечний зріз / поздовжній вигляд	
Комплексне волокно із трести, виділене в лабораторних умовах		
		
Технічний луб із соломи, виділений у виробничих умовах		
		
Технічне волокно із трести, виділене у виробничих умовах		
		
Сірий котонін із волокна, одержаний у виробничих умовах		
		
Відбілений котонін із волокна, одержаний у лабораторних умовах		
		
Целюлоза з котоніну льону олійного, одержана в лабораторних умовах		
		

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
ДП «Херсонський центр» 37 «Листопад»
«ПЕРЕВІРЕНО»



ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Таблиця Е.3 – Визначення середнього діаметра елементарних волокон льону олійного сортів Дебют та Айсберг згідно з п. 7.9

Наважка волокон сорту Дебют						Наважка волокон сорту Айсберг					
Но- мер воло- кон <i>i</i>	Кількість поділок на шкалі мікроскопа	Діаметр елементарних волокон, мм	Номер воло- кон <i>i</i>	Кількість поділок на шкалі мікроскопа	Діаметр елементарних волокон, мм	Номер воло- кон <i>i</i>	Кількість поділок на шкалі мікроскопа	Діаметр елементарних волокон, мм	Номер воло- кон <i>i</i>	Кількість поділок на шкалі мікроскопа	Діаметр елементарних волокон, мм
1	2	0,028	51	3	0,042	1	3	0,042	51	2	0,028
2	1	0,014	52	1	0,014	2	2	0,028	52	1	0,014
3	1	0,014	53	1	0,014	3	2	0,028	53	1	0,014
4	2	0,028	54	1	0,014	4	2	0,028	54	10	0,140
5	1	0,014	55	1	0,014	5	2	0,028	55	3	0,042
6	1	0,014	56	2	0,028	6	3	0,042	56	2	0,028
7	1	0,014	57	2	0,028	7	9	0,126	57	3	0,042
8	1,5	0,021	58	2	0,028	8	1	0,014	58	4	0,056
9	1	0,014	59	1	0,014	9	2	0,028	59	1	0,014
10	1,5	0,021	60	1	0,014	10	4	0,056	60	1	0,014
11	2	0,028	61	2	0,028	11	3	0,042	61	7	0,098
12	1	0,014	62	2	0,028	12	1	0,014	62	2	0,028
13	1	0,014	63	1	0,014	13	2	0,028	63	1	0,014
14	1	0,014	64	1	0,014	14	2	0,028	64	1	0,014
15	1	0,014	65	1	0,014	15	3	0,042	65	1	0,014
16	1	0,014	66	1	0,014	16	2	0,028	66	2	0,028
17	1,5	0,021	67	3	0,042	17	2	0,028	67	2	0,028
18	2	0,028	68	2	0,028	18	2	0,028	68	1	0,014
19	2	0,028	69	1	0,014	19	4	0,056	69	1	0,014
20	1	0,014	70	1	0,014	20	9	0,126	70	1,5	0,021
21	1	0,014	71	1	0,014	21	1	0,014	71	2	0,028
22	3	0,042	72	2	0,028	22	4	0,056	72	1	0,014
23	1	0,014	73	1	0,014	23	10	0,140	73	2	0,028
24	1	0,014	74	1	0,014	24	4	0,056	74	2	0,028
25	1	0,014	75	2	0,028	25	6	0,084	75	2	0,028
26	1	0,014	76	1	0,014	26	7	0,098	76	3	0,042
27	1	0,014	77	1	0,014	27	8	0,112	77	4	0,056
28	2	0,028	78	1	0,014	28	7	0,098	78	2	0,028
29	2,5	0,035	79	1	0,014	29	9	0,126	79	2	0,028
30	1	0,014	80	2	0,028	30	5	0,070	80	1,5	0,021
31	1	0,014	81	2	0,028	31	5	0,070	81	2	0,028
32	1	0,014	82	3	0,042	32	3	0,042	82	1	0,014
33	1	0,014	83	1,5	0,021	33	2	0,028	83	1,5	0,021
34	1	0,014	84	1	0,014	34	2	0,028	84	1	0,014
35	1,5	0,021	85	1,5	0,021	35	3	0,042	85	1	0,014
36	2	0,028	86	2	0,028	36	5	0,070	86	1,5	0,021
37	1	0,014	87	1	0,014	37	5	0,070	87	2	0,028
38	1	0,014	88	2	0,028	38	3	0,042	88	1,5	0,021
39	2	0,028	89	2	0,028	39	5	0,070	89	1	0,014
40	3	0,042	90	2,5	0,035	40	7	0,098	90	4	0,056
41	1	0,014	91	1	0,014	41	5	0,070	91	1	0,014
42	1	0,014	92	1	0,014	42	2	0,028	92	1	0,014
43	1	0,014	93	2	0,028	43	1	0,014	93	2	0,028
44	1	0,014	94	1	0,014	44	2	0,028	94	2	0,028

ТУ У 01.1-05480298-002:2018

Продовження таблиці Е.3

Наважка волокон сорту Дебют						Наважка волокон сорту Айсберг					
Но- мер воло- кон <i>i</i>	Кількість поділок на шкалі мікроскопа	Діаметр елементарних волокон, мм	Номер воло- кон <i>i</i>	Кількість поділок на шкалі мікроскопа	Діаметр елементарних волокон, мм	Номер воло- кон <i>i</i>	Кількість поділок на шкалі мікроскопа	Діаметр елементарних волокон, мм	Номер воло- кон <i>i</i>	Кількість поділок на шкалі мікроскопа	Діаметр елементарних волокон, мм
45	4	0,056	95	2,5	0,035	45	2	0,028	95	2	0,028
46	1	0,014	96	1	0,014	46	3	0,042	96	2	0,028
47	3	0,042	97	3	0,042	47	1	0,014	97	1	0,014
48	2	0,028	98	2	0,028	48	1	0,014	98	1	0,014
49	1	0,014	99	1	0,014	49	6	0,084	99	1	0,014
50	1	0,014	100	2	0,028	50	2	0,028	100	4	0,056

Як приклад, наведено результати досліджень волокон льону олійного двох сортів – Дебют та Айсберг, з яких було відібрано по одній наважці та проміряно по 100 волокон у кожній наважці. Для проведення експериментальних досліджень використовували мікроскоп МБС-10.

Середній діаметр елементарних волокон розраховували за формулою (36) згідно з п. 7.9.4.

I. Розрахунки для наважки волокон льону олійного сорту Дебют:

$$D_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} = \frac{0,028 + 0,014 + 0,014 + \dots + 0,028}{100} = \frac{2,093}{100} = 0,02093 \text{ мм.}$$

II. Розрахунки для наважки волокон льону олійного сорту Айсберг:

$$D_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} = \frac{0,042 + 0,028 + 0,028 + \dots + 0,056}{100} = \frac{4,039}{100} = 0,04039 \text{ мм.}$$



КОПІЯ

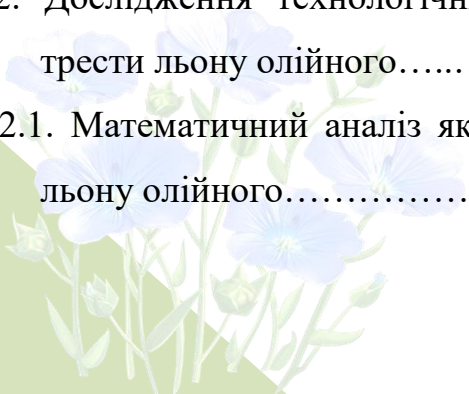
Додаток Г



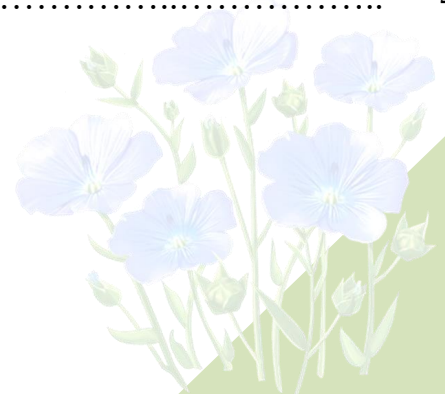
ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО АСОРТИМЕНТУ ПРОДУКЦІЇ З ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ТА СТАН СТАНДАРТИЗАЦІЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ЇЇ ВИГОТОВЛЕННЯ.....	7
1.1. Проблеми легкої промисловості України та перспективи розвитку її сировинного комплексу за рахунок використання льону олійного...	7
1.2. Український досвід створення інноваційної продукції зі стебел льону олійного та методи оцінювання якості сировини для її виготовлення.....	30
1.3. Теоретичні дослідження світового асортименту продукції зі стебел льону олійного та розвиток стандартизації сировини для її виготовлення.	42
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ СТЕБЕЛ ТА ВОЛОКОН ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО.....	69
2.1. Загальна схема досліджень	69
2.2. Особливості системи оцінювання промислової продукції з метою визначення її рівня якості	71
2.2.1. Послідовність проведення оцінки рівня якості промислової продукції. ...	71
2.2.2. Загальні положення вибору номенклатури показників якості промислової продукції.....	76
2.2.3. Дослідження методів кваліметрії для визначення рівня якості промислової продукції.....	79
2.3. Розвиток наукової концепції створення комплексної системи контролю якості соломи та трести льону олійного.....	94
2.3.1 Розроблення методології визначення рівня якості соломи та трести льону олійного методами кваліметрії.....	94

2.3.2 Наукове обґрунтування методологічного підходу до поділу показників якості соломи та трести льону олійного на класи.....	102
2.4. Розвиток теорії вибору номенклатури показників якості соломи, трести й волокон льону олійного, що визначають їхню технологічну цінність.....	106
2.4.1. Вплив морфологічної, анатомічної будови стебел льону олійного і хімічного складу на технологічну цінність соломи, трести й волокон.....	110
2.4.2. Вибір номенклатури показників якості соломи, трести та волокон льону олійного як промислової сировини.....	130
РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	156
3.1. Об'єкт та предмет досліджень.....	156
3.2. Обґрунтування та методика відбору проб для проведення експерименту.....	158
3.3. Методики визначення показників якості стебел та волокон льону олійного.....	166
3.4. Методика визначення рівня якості соломи та трести льону олійного.....	168
3.4.1. Методика визначення вагомості показників якості соломи та трести експертним методом	169
3.4.2. Методика визначення відносних значень показників якості соломи та трести диференційним методом	173
3.5. Математичне планування експерименту та обробка результатів досліджень	173
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОЛОМИ Й ТРЕСТИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО РІВНЯ ЇХ ЯКОСТІ.....	176
4.1. Послідовність проведення експериментальних досліджень.....	176
4.2. Дослідження технологічних характеристик стебел соломи та трести льону олійного.....	177
4.2.1. Математичний аналіз якісних характеристик соломи та трести льону олійного.....	199



4.2.2. Встановлення номенклатури показників якості соломи та трести льону олійного як промислової сировини	206
4.3. Розрахунок рівня якості соломи та трести льону олійного за допомогою методів кваліметрії.....	211
4.4. Розподіл показників якості соломи та трести льону олійного за номерами із використанням кластерного аналізу.....	228
4.5. Визначення номера соломи та номера трести льону олійного за розробленою методологією.....	243
РОЗДІЛ 5. НОВІТНІ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЛУБ'ЯНОЇ СИРОВИНИ З ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО: УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	245
5.1. Стандартизація соломи, трести й волокон льону олійного.....	245
5.1.1. Розробка ієрархічної системи класифікації стебел льону олійного і визначення споживних властивостей соломи, трести й волокон....	250
5.1.2. Розробка нормативної документації для оцінки якості соломи трести й волокон льону олійного	261
5.1.3. Розробка програмного забезпечення процесу обчислення номера соломи та трести льону олійного	265
5.2. Розрахунок економічної ефективності переробки стебел льону олійного та стандартизації соломи, трести й волокон.....	269
ПІСЛЯМОВА.....	290
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	294
Додаток А	311
Додаток Б	350
Додаток В	385
Додаток Д	427
Додаток Г	468



Монографія

ГОЛОВЕНКО Тетяна Миколаївна
НАЛОБІНА Олена Олександрівна
ПАХОЛЮК Олена Василівна
ШОВКОМУД Олександр Володимирович
БЕРЕЗОВСЬКИЙ Юрій Всеволодович

Монографія

**Новітні комплексні системи оцінювання якості
та обробки льоновмісних матеріалів**

Комп'ютерний набір і верстка: Т.М. Головенко

О.О. Налобіна

О.В. Пахолук

О.В. Шовкомуд

Ю.В. Березовський

Підп. до друку «__» _____ 2024 р. Формат 60x84/16. Папір офс.

Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. __.

Тираж 50 прим.

Відділ іміджу та промоції ЛНТУ

Друк – Відділ іміджу та промоції ЛНТУ

43018, м.Луцьк, вул. Львівська, 75



ТЕТЯНА МИКОЛАЇВНА ГОЛОВЕНКО

доктор технічних наук, старший дослідник,
доцент кафедри технологій легкої промисловості
Луцького національного технічного університету.

Сфера наукових інтересів: новітні рішення щодо переробки луб'яних культур та оцінювання якості продукції на їх основі; ресурсозберігаючі технології у фешн-індустрії; дослідження факторів формування якості матеріалів та виробів легкої промисловості; тенденції, практика та перспективи в етно- та еко-фешн.



ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА НАЛОБІНА

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри агроінженерії
Національного університету водного господарства та природокористування.

Сфера наукових інтересів: моделювання технологічних процесів, конструювання машин; системний аналіз і синтез технічних систем.



ОЛЕНА ВАСИЛІВНА ПАХОЛЮК

кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри товарознавства та експертизи в митній справі
Луцького національного технічного університету.

Сфера наукових інтересів: наукові засади формування асортименту та підвищення якості льономісних текстильних матеріалів; застосування сучасних та нанотехнологій у виготовленні нових видів текстильних матеріалів.



ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ ШОВКОМУД

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технологій легкої промисловості
Луцького національного технічного університету.

Сфера наукових інтересів: сучасні підходи щодо удосконалення процесів переробки текстильної сировини.



ЮРІЙ ВСЕВОЛОДОВИЧ БЕРЕЗОВСЬКИЙ

доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації
Херсонського національного технічного університету.

Сфера наукових інтересів: стратегічний інноваційний розвиток переробної галузі економіки України.



ЛУЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ



Національний університет
водного господарства
та природокористування