

**Т.М. Головенко¹, Т.І. Янюк², Г.А. Бойко³,
А.С. Дягілев⁴, О.В. Шовкомуд¹**

¹ Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, Луцьк, 43018, Волинська обл., Україна,
+380 50 855 3480, tanyushkagolovenko@ukr.net

² Національний університет харчових технологій,
вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, Україна,
+380 44 289 5472, ytata13@ukr.net

³ Херсонський національний технічний університет,
Бериславське шосе, 24, Херсон, 75008, Україна,
+380 50 8274885, galina_boyko_86@ukr.net

⁴ Вітебський державний технологічний університет,
Московський пр., 72, Вітебськ, 210035, Республіка Білорусь,
+375 212 4953 64, dygilev@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ Й СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ІННОВАЦІЙНОЇ ЛУБ'ЯНОЇ СИРОВИНИ



Вступ. У економічно розвинених країнах світу льон олійний розглядається не лише як культура для отримання насіння, а й як джерело додаткової високоякісної текстильної сировини. Для України льон олійний — це єдиний вітчизняний сировинний ресурс, який може стати альтернативою імпортованим бавовні та льону-довгунцю для використання в текстильній, целюлозно-паперовій промисловостях та для виробництва армованих композиційних матеріалів.

Аналіз стану стандартизації на продукцію зі стебел льону олійного свідчить про відсутність нормативних документів для визначення їх якості, а, відповідно, розробка останніх є актуальним питанням сьогодення, оскільки організація переробки та реалізація зазначеної продукції в умовах сучасного ринку й вимог споживача неможливі без відповідної стандартизації та сертифікації.

Проблематика. Необхідність розробки стандартів на продукцію зі стебел льону олійного для визначення якості та надання їй товарознавчої характеристики є нагальною, оскільки затвердження такої технічної документації на державному рівні стимулює створення ринків реалізації соломи льону олійного як сировини для одержання волокон широкого промислового застосування з метою її первинної переробки.

Мета. Розробка вітчизняних нормативних документів для контролю якості луб'яної сировини «нового покоління» — соломи льону олійного, з урахуванням вимог сучасного споживача.

Матеріали й методи. Методами кваліметрії створено комплексну методологію визначення загального рівня якості соломи льону олійного, як промислової сировини.

Результати. Розроблено та затверджено в Державному підприємстві «Херсонстандартметрологія» технічні умови ТУ У 01.1-2303511525 — 001:2016 «Солома льону олійного. Технічні умови».

Висновки. Сертифікована вітчизняна сировина із стебел льону олійного, а саме солома, може бути використана текстильними, целюлозно-паперовими та іншими виробництвами України для виготовлення інноваційної конкурентоспроможної продукції різного функціонального призначення.

Ключові слова: солома, льон олійний, якість, технічні умови.

Протягом останнього часу легка промисловість України зіштовхнулася з низкою проблем, які призвели до погіршення показників її діяльності, зокрема через фінансову кризу, застарілі устаткування та технічну документацію, а головне, через відсутність власних сировинних ресурсів. Робота вітчизняних виробництв легкої промисловості нашої держави на 80 % залежить від імпортованих ресурсів — волокон льону-довгунцю та бавовни. Водночас, перед Україною виникають нові можливості, скориставшись якими можна досягти нового етапу розвитку та становлення зазначеної галузі в країні. Так, аналізуючи статистичні дані посівних площ України, відведених під луб'яні культури, за період 2000–2016 рр., можна відмітити, що льон олійний останні 11 років є лідером (рис. 1) [1].

У зв'язку з високою реалізаційною вартістю насіння льону олійного, його вирощування в нашій державі є рентабельним. При цьому, стеблова частина вищезазначених культур практично не переробляється [2]. Але, як показує світова практика [2–5], льон олійний — це щорічно відновлювана «біосировина» нового покоління, яка має безліч напрямків комплексного промислового застосування (рис. 2).

Вченими Херсонського національного технічного університету розроблено технології

переробки льону олійного з метою їх впровадження у діяльність вітчизняних підприємств [6]. У лабораторних та виробничих умовах з волокон льону олійного виготовлено інноваційну продукцію різного галузевого призначення: целюлозовмісні напівфабрикати, фільтрувальний папір, композиційні вироби, змішану пряжу, неткані матеріали різних типів: льоноватин, меблеве та неткане полотно [7–9]. Таким чином доведено, що солома льону олійного є цінною целюлозовмісною сировиною, головною перевагою якої є доступність та її вітчизняне виробництво.

На сьогодні організація промислового комплексу переробки соломи льону олійного, виробництво інноваційної продукції та реалізація її на вітчизняний і світовий ринок неможливі без стандартизації, сертифікації і методики визначення якісних показників як сировини, так і інноваційної продукції з неї. Відсутність таких систем контролю якості спричиняє порушення всього ланцюга промислової переробки стебел зазначеної культури, починаючи від соломи до готових товарів різного галузевого призначення (рис. 3).

Враховуючи вищезазначене, для виконання поставлених завдань було здійснено детальний аналіз світових та вітчизняних досягнень теоретично-практичного характеру [3–12] з

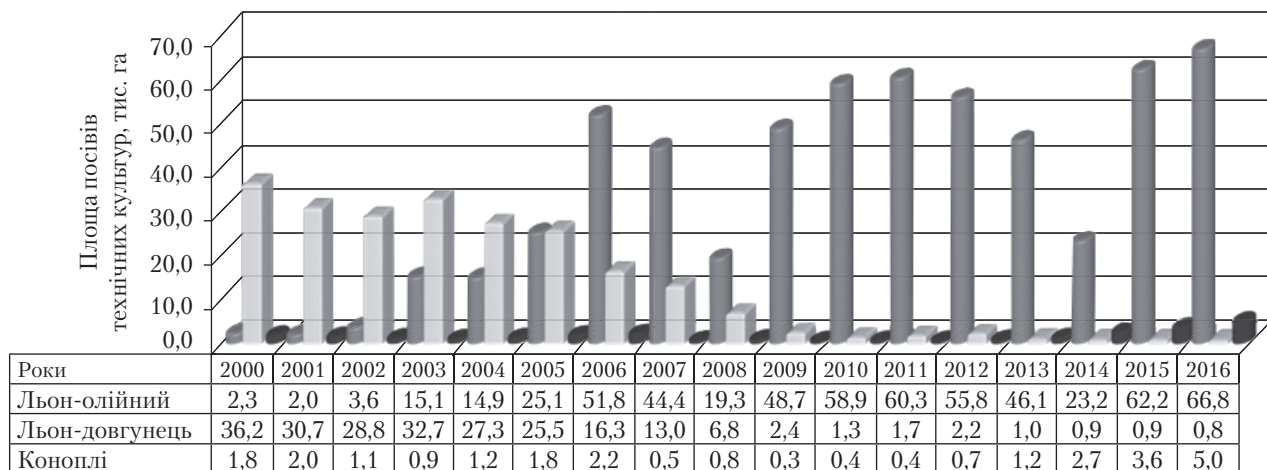


Рис. 1. Динаміка відведених під луб'яні культури посівних площ України у 2000–2016 рр.



Рис. 2. Напрямки використання сировини льону олійного в світі

визначення наявної методології та якісних показників соломи льону олійного як сировини промислового значення (табл. 1).

Аналіз наведених даних свідчить про повну відсутність нормативних документів та методології оцінювання якості об'єкту досліджень. Як показує світова практика, питання стандартизації соломи льону олійного стоїть на порядку денному не тільки в Україні, а є актуальним і для Канади, США, Єгипту, Північної Ірландії, Фінляндії, Польщі, Російської Федерації, Республіки Білорусь [3–5, 10].

Так, у розвинених європейських країнах, США та Канаді відсутня нормативна документація для здійснення оцінки якості зазначеної луб'яної сировини. На виробництвах цих країн набув поширення органолептичний метод оцінки соломи льону олійного. Експертизу сировини здійснюють висококваліфіковані спеціалісти, які пройшли акредитацію та мають ліцензію на виконання таких робіт. Вони оцінюють якість соломи льону олійного на полі перед скошуванням на вимогу власника переробного комплексу та представників



Рис. 3. Актуальність систем контролю якості соломи льону олійного на всіх етапах її переробки

виконавця посівних робіт. Основними вимогами до соломи є вихід лубу зі стебел, співвідношення загальної та технічної (продуктивної частини) довжини стебел, група кольору та засмиченість соломи.

За умови більш детальної оцінки якості досліджуваної сировини, на вимогу представника виробництва, в деяких випадках також враховують інші показники: середній діаметр стебел, що визначає інтенсивність їх механічної обробки, загальну довжину стебел, а також величину технічної частини в загальній довжині стебла.

На основі проведеної експертизи між фермером та представником переробного підприємства укладається домовленість в усній формі (договір — в письмовій формі, за бажанням однієї або двох сторін) про продаж/закупівлю соломи, в якій чітко встановлено ціну сировини та строки її постачання на переробний комплекс. При надходженні соломи льону олійного на переробне підприємство технологи додат-

ково визначають вологість стебел та наявність в загальній партії сировини непридатних (гнилих), уражених грибковими захворюваннями (іржа, фузаріоз, поліспороз, антракноз, бактеріоз тощо) стебел та залишків ґрунту. Слід зауважити, що за відсутності нормативної документації на зазначений вид сировини, фактично, результат оцінювання якості залежить від суб'єктивної думки експерта, що є значним недоліком такої оцінки [3–5, 11].

У країнах колишнього СНД — Росії, Білорусії та Україні, оцінка якості соломи льону олійного здійснюється згідно чинних нормативних документів на льон-довгунець [13, 14]. При цьому, внаслідок значних відмінностей у морфологічних та анатомічних ознаках, технологічних властивостях стебел двох груп льону, використовувати нормативні документи на соломі льону-довгунця для оцінки якості соломи льону олійного некоректно. Наприклад, такі показники, як розтягнутість снопів,

Методи оцінювання сировини та основні показники якості соломи у світових науково-дослідних центрах та промислових об'єктах з переробки соломи льону олійного

Країна	Промислові об'єкти й науково-дослідні центри	Основні показники якості соломи
<i>Оцінювання якості соломи льону олійного без використання нормативної документації (органолептичним методом)</i>		
Канада	6 фірм з первинної переробки стебел: «FlaxStalk/SWM» (Манітоба), «Biolin» (Саскачеван), «Stemergy» (Онтаріо), «Crailar Flax Fibre» (Британська Колумбія), «Stemia» та «Vegreville Decortication» (Альберта); 5 фірм з переробки волокон для виготовлення товарів широкого асортименту; 2 фірми з переробки костриці для виготовлення біоенергетичної продукції; інноваційний центр «FibreCity»	Вихід лубу зі стебел; технічна частина в загальній довжині; колір соломи; вологість; засміченість; середній діаметр; технічна довжина
Сполучені Штати Америки	Підприємства з переробки стебел та виробництва продукції в штатах Мінесота, Монтана та Північна Дакота; Науково-дослідний центр Russell (м. Афіни, штат Джорджія) під керівництвом доктора Денні Е. Акіна	Вихід лубу зі стебел; колір соломи; вологість; засміченість
Єгипет	Національний дослідний центр – National Research Center, м. Каїр (вчені Д.М. Ель-Харірі і М. С. Хасанеїнб); Науково-дослідний інститут польових культур – Field Crops Research Institute (Амна Х.Х. Ель-Свейфі)	Вихід лубу зі стебел; колір соломи; загальна довжина; технічна довжина
Північна Ірландія	Королівський університет (м. Белфаст) (вчений Х.С.С. Шарма); Департамент сільського господарства (Г. Дж. Фоха)	Вихід лубу зі стебел; довжина стебел; діаметр стебел
Фінляндія	Сільськогосподарський науково-дослідний центр Фінляндії (МТТ) (вчений Х. Санкарі)	Вихід лубу зі стебел; колір соломи; вологість; засміченість
Республіка Польща	фірми з переробки стебел та вторинної переробки волокон «Madox», «Ekotex»; Інститут натуральних волокон та лікарських рослин (м. Познань) (вчені Є. Маньковський та А. Кубакі)	Вихід лубу зі стебел; колір соломи; засміченість бур'янами загальної площі
<i>Оцінювання якості соломи льону олійного з використанням нормативної документації на льон-довгунець</i>		
Російська Федерація	ПП «ЛенТекмаш» (Новосибірська обл., Московська обл. м. Волоколамськ); Костромський державний технічний університет (м. Кострома) (дослідники Федосова Н.М., Пашин Е.Л., Новіков Е.В.); ВАТ Центральний науково-дослідний інститут комплексної автоматизації легкої промисловості, Федеральний державний бюджетний науковий заклад Всеросійський науково-дослідний інститут механізації льонарства (м. Твер). Оцінюють за ГОСТ 28285-89	Вихід лубу зі стебел; колір соломи; засміченість
Республіка Білорусь	ТОВ «РадаЛен» (Мінська обл.); Приватне підприємство на ВАТ «Шкловский льонозавод» (Могилевська обл.); ВАТ «Ореховський льонозавод» (Вітебська обл.); РНДУП «Інститут льону» (Вітебська обл.). Оцінюють за органолептичним методом та за ГОСТ 28285-89	Вихід лубу зі стебел; колір соломи; засміченість; вологість; технічна довжина; загальна довжина

Країна	Промислові об'єкти й науково-дослідні центри	Основні показники якості соломи
Україна	Херсонський національний технічний університет (дослідники Чурсіна Л.А., Тіхосова Г.А., Путінцева С.В., Горач О.О., Бойко Г.А., Голушенко Т.М., Бобирь С.В., Меньяло-Басиста І.О.); Державне підприємство дослідного господарства «Асканійське» НААН України (Херсонська обл.); Дослідна станція луб'яних культур Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України (Сумська обл.); Інститут зрошуваного землеробства НААН України (Херсонська обл.). Оцінюють за ГОСТ-14897-69 та ГОСТ 28285-89	Вихід лубу зі стебел; загальна довжина; технічна довжина; технічна частина в загальній довжині; колір соломи; вологість; засміченість; середній діаметр

довжина жмені, придатність, колір та діаметр стебел враховуються при баловій оцінці номера соломи льону-довгунця. Але ці характеристики якості не можуть бути застосовані для оцінювання соломи льону олійного, яка формується лише після комбайнового збирання насіння, що суттєво змінює морфологічні показники стебел. До того ж, солома льону олійного — це принципово нова луб'яна сировина, що вказує на необхідність розробки та затвердження відповідного нормативного документу для оцінювання досліджуваної сировини у формі стандарту. Таким чином, на сьогодні залишається відкритим питання загальної методики та принципів проведення оцінки якості соломи льону олійного.

З метою розробки перспективної системи контролю якості соломи льону олійного авторські дослідження було спрямовано на детальний аналіз всіх особливостей структури стебел зазначеної культури та визначення сукупності саме тих властивостей, за якими можливо прогнозувати їх технологічну цінність як промислової сировини [6, 10, 15]. Результати теоретичних досліджень з визначення таких морфологічних та анатомічних ознак, хімічного складу стебел льону олійного, а також їх основних технологічних властивостей узагальнено в табл. 2–5.

Отже, критичний аналіз світової та вітчизняної практики з переробки соломи льону олійного та глибокі теоретичні дослідження

всіх якісних показників стебел льону олійного вказують на те, що вирішення питань механічної переробки стебел льону олійного для одержання з них продукції різногалузевого застосування значною мірою залежить саме від технологічних показників (табл. 5). Сукупність граничних значень показників зумовлюють суттєвий вплив на загальний рівень якості соломи льону олійного як промислової сировини.

Для наукового обґрунтування матеріалів проектової документації було здійснено експериментальні дослідження вищенаведених технологічних характеристик соломи льону олійного з метою визначення діапазонів варіювання окремих показників якості.

Об'єктом для практичних досліджень було обрано солому льону олійного, одержану після комбайнового збирання насіння та стебла після ручного брання. Оскільки, за умови ручного брання рослин морфологічна структура стебел не порушується та, відповідно, їх біологічні, господарські та технічні властивості не змінюються. Натомість, після комбайнового збирання врожаю насіння льону олійного стебла зазнають суттєвих змін: внаслідок обчисування насіння жаткою верхівкова частина стебла втрачає свої первинні морфологічні ознаки і її майже не залишається на загальній довжині стебла. На рис. 4 наведено схематичне та натурне зображення загального вигляду соломи й стебел льону олійного, відібраних різними способами.

Формування зразків зі стебел та соломи льону олійного трьох сортів — Айсберг, Дебют і Лірина, проводили у стадії жовтої стиглості в польових умовах. Виконання детальних досліджень є необхідним для виявлення граничних значень технологічних властивостей сировини (стебел та соломи льону олійного) за різних способів її збирання.

Результати досліджень можуть слугувати підґрунтям для створення нормативних документів з визначення якості соломи льону олійного, які матимуть практичне застосування у виробничій та науковій сферах діяльності.

Морфологічні ознаки стебел льону олійного

Таблиця 2

Показник	Група льону олійного	
	льон-межумок	льон-кудрявець
<i>Біологічні і господарські показники</i>		
Середня висота рослини, см	57–90	25–78
Кількість стебел від одного кореня, шт.	57,0–90,0	25,0–78,0
Кількість розгалужень у суцвітті, шт.	1–2	4–5
Кількість насінневих коробочок, шт.	12–14	12–18
Вегатаційний період, днів	15–26	32–50
Середній вихід соломи, %	92–95	98–102
Середній вихід насіння, %	55,0–65,0	60,0–77,0
Маса 1000 насінин, г	20,0–25,0	21,0–27,0
Середній вихід олії з насіння, %	3,5–6,8	3,7–7,3
Середня маса одного стебла, г	38,0–40,0	38,0–48,0
<i>Технічні показники (узагальнені для двох груп льону)</i>		
Довжина:		
загальна довжина стебел, см	25,0–90,0	
технічна довжина стебел, см	15,0–78,0	
технічна частина в загальній довжині, %	60,0–86,0	
Товщина (діаметр), мм:		
в ½ верхньої третини;	1,01–1,10	
в середині;	1,20–2,04	
в ½ нижньої третини	2,00–4,10	
Миклість, од.	260–645	123

Експериментальні дослідження з визначення комплексу якісних властивостей стебел і соломи льону олійного здійснювали на базі науково-дослідної лабораторії переробки луб'яних культур кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного університету.

Таблиця 3

Анатомічні ознаки стебел льону олійного

Показники	Середнє значення показників стебел		
	в ½ верхньої третини	в середині	в ½ нижньої третини
Вміст деревини, %	51,6	40,8	69,8
Вміст епідермісу та паренхіми, %	31,1	24,6	17,9
Вміст луб'яного шару, %	4,0	34,1	5,6
Кількість луб'яних пучків на зрізі стебла, шт.	14–26	37–45	21–38
Кількість елементарних волокон у пучку, шт.	15–21	19–27	12–19
Кількість елементарних волокон на зрізі, шт.	210–546	703–1215	252–722
Довжина елементарних волокон	9,5 мм		

Таблиця 4

Хімічний склад продукції, одержаної зі стебел льону олійного

Показники	Середнє значення показників певної продукції, %		
	Луб	Волокно	Вибілене волокно
Целюлоза	54,58–67,33	61,28–73,17	92,40–98,45
Лігнін	1,89–2,09	1,24–4,25	0,5–0,84
Пектинові речовини	8,85–12,18	6,26–7,65	Залишки
Воскоподібні речовини	н/д	2,5–3,0	н/д
Дубильні речовини	н/д	2,0	н/д
Зольність	н/д	1,0	н/д
Пігменти (хлорофіл і каротиноїди)	Зелений, жовтий або помаранчевий колір		

Примітка: н/д — для наведених показників дослідження не виконувалися.

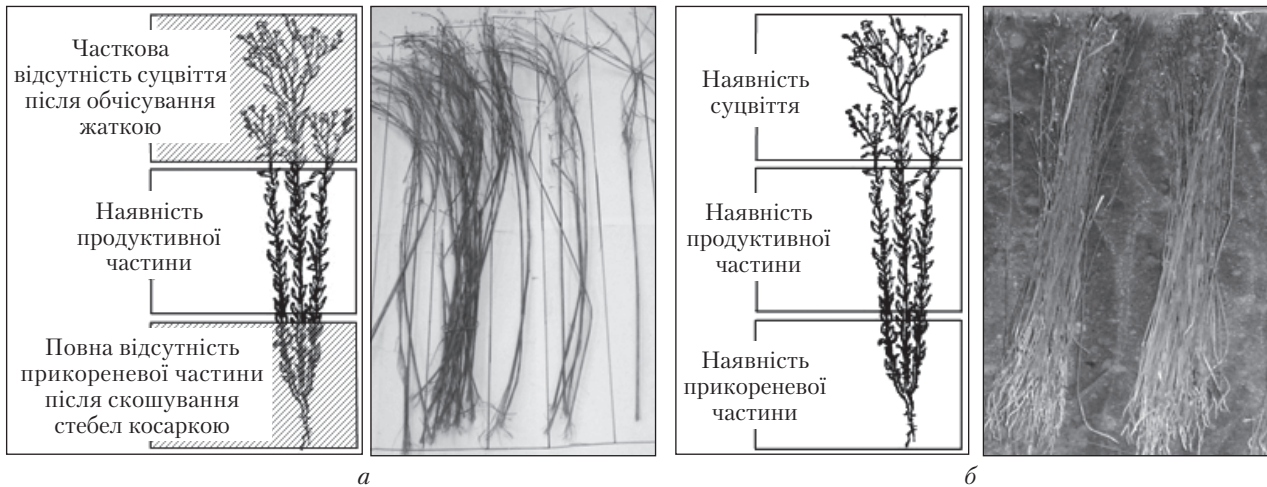


Рис. 4. Схематичний та натурний вигляд сировини льону олійного: а – солома після комбайнового збирання насіння; б – стебла після ручного брання

нального технічного університету. Повторюваність експерименту була п'ятикратною, а отримані значення показників якості стебел і соломи льону олійного досліджуваних сортів було узагальнено. Такі розрахунки здійснено з метою встановлення середніх значень фізико-механічних показників соломи льону олійного як промислової сировини. Це дозволяє не брати до уваги певний сорт чи вид льону олійного, оскільки на переробний комплекс може надходити сировина різного складу, а саме, в партії може бути згруповано солому декількох сортів або видів культури. Узагальнені резуль-

тати експериментальних досліджень з визначення фізико-механічних показників соломи та стебел льону олійного наведено у табл. 6.

Надалі значення якісних показників соломи і стебел, одержаних за результатами теоретичних (табл. 5) та експериментальних (табл. 6)

Таблиця 6

Середні та граничні значення фізико-механічних показників соломи і стебел льону олійного за різних способів відбору проб

Показники	Солома		Стебла	
	граничні значення	середнє значення	граничні значення	середнє значення
Засміченість, %	5,29–6,63	5,66	0,0	0,0
Вихід лубу зі стебел, %	34,2–38,5	36,57	15,3–29,1	23,3
Група кольору соломи	II	II	I–II	II
Загальна довжина, см	22,0–36,5	27,5	50,0–73,0	57,0
Технічна довжина, см	20,0–34,8	24,8	31,0–57,0	39,7
Технічна частина в загальній довжині, %	69,4–83,3	76,60	58,5–78,1	68,9
Діаметр, мм	2,4–3,0	2,6	1,6–4,0	2,7

Таблиця 5

Технологічні властивості стебел (соломи) льону олійного

Показники	Граничні значення
Вологість технологічна, %	6,0–8,0
Вологість нормована, %	19,0
Засміченість, %	5,0–20,0
Вихід лубу зі стебел, %	11,0–40,0
Група кольору соломи	I, II, III
Загальна довжина, см	22,0–90,0
Технічна довжина, см	15,0–78,0
Діаметр, мм	1,0–4,1
Технічна частина в загальній довжині, %	60,0–86,0

досліджень було узагальнено. До того, ж технологічні характеристики стебел і соломи льону олійного розділено на основні та другорядні, а також визначено їх граничні значення (табл. 7).

Отже, за теоретичними дослідженнями встановлено, що промислову переробку соломи льону олійного необхідно проводити при технологічній вологості 6,0–8,0 %, а приймати сировину на виробничий комплекс – при нормованій (розрахунковій) вологості 19 %. Для

Таблиця 7

Технологічні властивості соломи льону олійного

Показник	Значення
<i>Основні технологічні властивості</i>	
Вологість технологічна, %	6,0–8,0
Вологість нормована, %	19,0
Засміченість, %	5,0–20,0
Вихід лубу зі стебел, %	11,0–40,0
Група кольору соломи	I, II, III
<i>Другорядні технологічні властивості</i>	
Загальна довжина, см	22,0–90,0
Технічна довжина, см	15,0–78,0
Діаметр, мм	1,0–4,1
Технічна частина в загальній довжині, %	60,0–90,0

загальної довжини стебел було вказано тільки максимальні числові значення, оскільки його найменші значення, для соломи льону олійного після комбайнового збирання насіння, однозначно зафіксувати неможливо. Максимально допустимий рівень засміченості соломи цієї групи льону становить до 20 %, оскільки теоретичний аналіз світового досвіду вирощування олійних та зернових культур свідчить, що засміченість посівних площ не повинна перевищувати 20–25 %.

Наступним завданням проведеного дослідження було визначення залежності загального рівня якості соломи від її основних технологічних показників. За результатами дослідження передбачено розробку єдиної методики та основних принципів визначення загального рівня якості соломи льону олійного, що дає можливість прогнозувати доцільність її переробки з метою промислового застосування та функціональне призначення отриманої продукції. Це можливо здійснити за допомогою методів кваліметрії [16, 17].

Оскільки у варіанті проведеного дослідження використано солому льону олійного, для якої немає базових (стандартизованих) значень, то для визначення рівня її якості було використано експертний метод із математич-

Таблиця 8

Ранжування технологічних властивостей соломи льону олійного

Якісні характеристики соломи	Рангова оцінка показників якості експертів								R _i
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Вихід лубу зі стебел	8	8	8	8	8	8	8	8	64
Засміченість	4	5	5	3	5	6	6	5	39
Група кольору соломи	6	7	7	5	7	7	7	7	53
Вологість	5	6	6	4	6	5	5	6	43
Технічна частина в загальній довжині	1	4	3	6	2	2	4	2	24
Технічна довжина	3	2	4	7	3	3	2	3	27
Загальна довжина	2	3	2	1	4	4	3	4	23
Діаметр	7	1	1	2	1	1	1	1	15
Разом	36	36	36	36	36	36	36	36	288
Середня сума рангів (T):	36								
Контрольна сума рангів Σx_{ij}	36								

но-статистичною обробкою одержаних експертних оцінок [16]. Процедура оцінки якості соломи льону олійного експертами здійснювалася із застосуванням елементів змішаного методу. Для визначення вагомості показників якості стебел соломи важливою є думка експертів, які є висококваліфікованими фахівцями в цій галузі. Для експертної оцінки було запрошено вісім відомих спеціалістів з переробки соломи льону олійного, співробітників лабораторій ДПДГ «Асканійське» та Інституту зрошувального землеробства НААН України. Для визначення якості соломи льону олійного було обрано показники, наведені в табл. 7, але при цьому технологічну та нормовану вологість об'єднано в одну якісну характеристику – вологість.

Для обробки даних, отриманих після оцінки технологічних характеристик соломи льону олійного експертами, було обрано метод ранжування, після чого виконували обчислення суми рангів R_i (табл. 8).

Аналіз даних табл. 8 свідчить, що для більшості експертів головними критеріями придатності соломи льону олійного до промислового застосування є вихід лубу зі стебел, група кольору соломи, її засміченість та вологість. Достовірність одержаних експертних оцінок доведено математично-статистичними розрахунками квадрату відхилень за кожним з параметрів (Δ_i^2), загальної суми квадратів відхилень (S) та коефіцієнтом конкордації (Ku) (табл. 9).

За шкалою відносної значущості було визначено коефіцієнти вагомості q_i для кожного показника якості, що дало можливість обрати значимі якісні характеристики соломи, які засвідчують доцільність її первинної переробки. Вагомість показника обчислювали як середнє арифметичне значення його вагомості за оцінками всіх експертів. Результати математичних розрахунків наведено на рис. 5.

Аналізуючи результати розрахунків, здійснених експертним методом, можна зробити висновок, що найбільш значимими з вищена-

ведених показників є ті, які мають найбільші коефіцієнти вагомості: вихід лубу зі стебел ($q_1 = 0,222$), засміченість ($q_2 = 0,184$), група кольору соломи ($q_3 = 0,149$) та її вологість ($q_4 = 0,136$). Саме вони свідчать про рівень якості льону олійного як сировини для промислового використання [16, 17]. Таким чином, у результаті проведених досліджень встановлено, що загальний рівень якості соломи льону олійного повинен визначатися за сукупністю значень трьох найвагоміших показників: виходом лубу зі стебел, засміченістю та групою кольору соломи. Ця узагальнююча оцінка якості матиме назву – «номер соломи льону олійного», а вологість буде враховуватися окремо. Адже, за попередніми теоретичними дослідженнями [2, 4, 6, 10], встановлено, що промислова переробка соломи льону олійного повинна проводити при її технологічній вологості 6,0–8,0 %, а приймання на переробний комплекс – з нормованою вологістю 19 %, що впливає на фактичну масу партії.

Отже, під час приймання сировини на промислове виробництво необхідно враховувати

Таблиця 9

Математично-статистична обробка результатів ранжування технологічних характеристик соломи льону олійного

Якісні характеристики соломи	Показники		
	R_i	Δ_i	Δ_i^2
Вихід лубу зі стебел	64	28	784
Засміченість	39	3	9
Група кольору соломи	53	17	289
Вологість	43	7	49
Технічна частина в загальній довжині	24	-12	144
Технічна довжина	27	-9	81
Загальна довжина	23	-13	169
Діаметр	15	-21	441
Разом		288	
Загальна сума квадратів відхилень S		1966	
Коефіцієнт конкордації Ku		0,731	

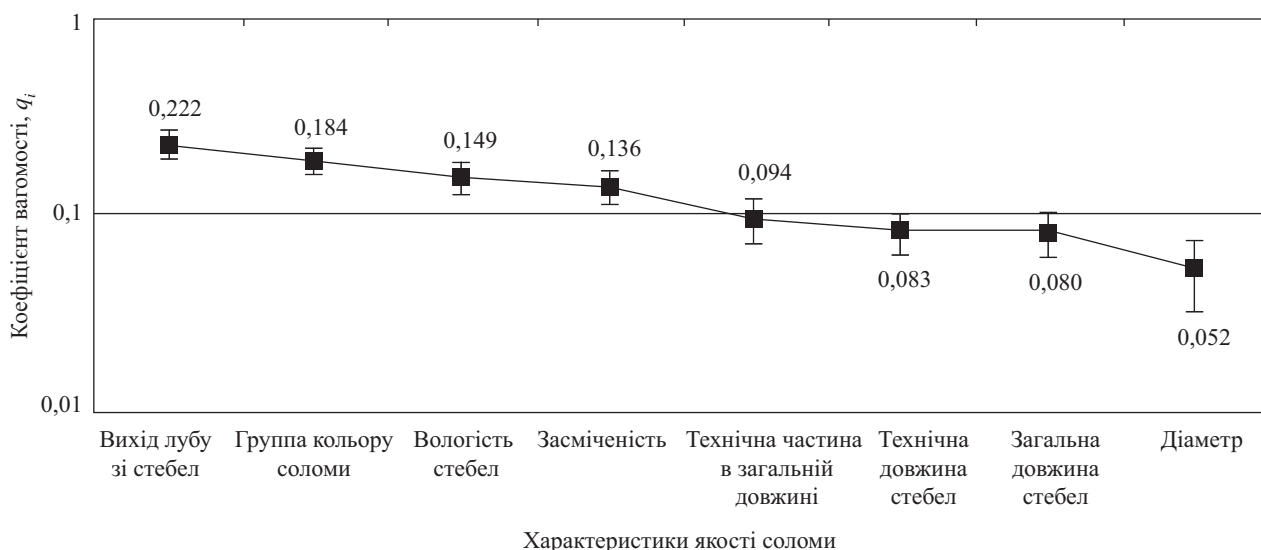


Рис. 5. Розподіл показників якості соломи льону олійного як сировини за коефіцієнтами вагомості

сукупність показників вологості та номеру соломи, який встановлюють за показниками виходу лубу зі стебел, засміченості та групи кольору соломи, граничні значення яких наведено вище. Оскільки рівень якості, тобто номер соломи льону олійного, залежить від значень

цих показників, їх було розподілено на різні ступені. Таким чином, вперше запропоновано визначати номер соломи льону олійного за п'ятьма рівнями якості: 5, 4, 3, 2, 1. Наприклад, солома № 5 характеризується найвищими значеннями показників якості, а солома № 1 — найнижчими (має найгіршу якість). В табл. 10 наведено показники якості соломи льону олійного та їх допустимі значення, за якими прогнозують доцільність промислової переробки льоносировини.

Таблиця 10
Показники якості соломи льону олійного

Якісні показники соломи	Значення
<i>Основні</i>	
Вологість, %	Технологічна – 6,0–8,0 Нормована – 19,0 Фактична: в рулонах – не більше 20,0 в тюках – не більше 25,0
<i>Для визначення номера соломи</i>	
Вихід лубу зі стебел, %	11,0–40,0
Засміченість соломи, %	5,0–20,0
Група кольору соломи	I, II, III
<i>Другорядні</i>	
Загальна довжина, см	22,0–90,0
Технічна довжина, см	15,0–78,0
Діаметр, мм	1,0–4,1
Технічна частина в загальній довжині, %	60,0–90,0

Детальний аналіз світових і вітчизняних робіт наукового та практичного характеру, а також результати вищезазначених експериментальних досліджень свідчать, що вихід лубу зі стебел досліджуваної групи льону може коливатися в межах від 11 до 40 %, а засміченість соломи — від 5 до 20 %. Тому для більш точної оцінки якості соломи льону олійного, за допомогою диференційного методу [16], було обчислено та встановлено відносні значення цих показників у балах. Результати математичної обробки значень таких показників якості як засміченість та вихід лубу зі стебел наведено в таблицях 11, 12.

Таким чином, за сумою балів відносних значень засміченості та виходу лубу, а також вра-

ховуючи групу кольору, згідно з табл. 13 визначають номер соломи льону олійного як промислової сировини.

Номером соломи льону олійного, який визначено для проби, характеризують всю досліджувану партію.

Впровадження будь-яких заходів щодо підвищення якості продукції повинно передбача-

Таблиця 11

Відносні значення (бали) засміченості соломи льону олійного

Засміченість соломи		Засміченість соломи	
%	бали	%	бали
5	100,0	13	38,5
6	83,3	14	35,7
7	71,4	15	33,3
8	62,5	16	31,3
9	55,5	17	29,4
10	50,0	18	27,7
11	45,4	19	26,3
12	41,7	20	25,0

Таблиця 12

Відносні значення (бали) за виходом лубу зі стебел льону олійного

Вихід лубу зі стебел		Вихід лубу зі стебел	
%	бали	%	бали
11	27,5	26	65,0
12	30,0	27	67,5
13	32,5	28	70,0
14	35,0	29	72,5
15	37,5	30	75,0
16	40,0	31	77,5
17	42,5	32	80,0
18	45,0	33	82,5
19	47,5	34	85,0
20	50,0	35	87,5
21	52,5	36	90,0
22	55,0	37	92,5
23	57,5	38	95,0
24	60,0	39	97,5
25	62,5	40	100,0

ти їх економічне обґрунтування. Тому у системі управління якістю важливою складовою є визначення економічної ефективності підвищення якості [17]. У результаті виконаного економічного аналізу було визначено, що в Україні є достатня кількість сировини для забезпечення безперервної річної роботи підприємств з переробки соломи льону олійного. За офіційними даними, у 2016 р. під посіви цієї культури в нашій країні було відведено 66,8 тис. га (рис. 1). При середній врожайності соломи 1 т/га в Україні у 2016 р. було одержано 66,8 тис. т соломи льону олійного. Оскільки річна потужність спроектованого міні-льонозаводу становить 1113,6 т, то він має можливість безперервно працювати за рахунок використання вітчизняної сировини. Результати економічних розрахунків наведено в табл. 14.

Таблиця 13

Визначення номеру соломи льону олійного

Номер соломи	Показник якості для соломи за кольором, у балах		
	I група	II група	III група
5	200–132	—	—
4	131–98	200–110	—
3	97–79	109–82	200–90
2	78–64	81–65	89–66
1	63–53	64–53	65–53

Таблиця 14

Економічна ефективність переробки соломи льону олійного

Економічні показники	При виході лубу зі стебел 11 %	При виході лубу зі стебел 30 %
Дохід від реалізації продукції, грн:	3 723 800,45	7 270 583,04
а) лубу	2 237 144,45	6 101 303,04
б) костриці	1 486 656,00	1 169 280,00
Прибуток від реалізації продукції, грн	1 815 931,26	5 362 713,85
Рентабельність, %	95,18	281,08
Окупність, рік	1,05	0,36

Аналіз даних табл. 14 свідчить про економічну ефективність переробки соломи льону олійного з метою одержання сировини (лубу й костриці), придатної для виготовлення інноваційної продукції: композиційних матеріалів різного функціонального призначення, целюлозно-паперових виробів і таких джерел палива, як брикети, пелети, костробрикети, що мають незаперечні переваги перед аналогами.

ВИСНОВКИ

Отже, в ході глибоких теоретичних та експериментальних досліджень було розроблено методикою оцінювання якості соломи льону олійного як промислової сировини. Одержані результати досліджень свідчать, що за наведеною методикою можливо цілком достовірно встановити рівень якості соломи льону олійного, який прогнозує доцільність її первинної переробки та застосування одержаної продукції в різних галузях промисловості. Підсумком проведених теоретичних та експериментальних робіт було розроблення та затвердження в ДП «Херсонстандартметрологія» технічних умов ТУ У 01.1-2303511525 – 001:2016 «Солома льону олійного. Технічні умови». Ця тех-

нічна документація для визначення якості соломи льону олійного дозволяє запровадити її промислово переробку на вітчизняних підприємствах. Сертифікована сировина може бути використана для виробництва конкурентоспроможних виробів різного функціонального призначення, які відповідатимуть вимогам споживачів.

За економічними підрахунками встановлено, що собівартість продукції, яка буде виготовлена з вітчизняної сировини льону олійного, буде значно нижчою, ніж та продукція, яка виготовляється з імпортованої сировини. Так, при мінімальному виході лубу зі стебел 11 %, чистий річний прибуток від реалізації продукції (лубу та костриці) дорівнюватиме 1815931,26 грн, рентабельність переробки соломи – 95,18 %, а окупність витрат – 1,05 року. При виході лубу зі стебел 30 % чистий річний прибуток від реалізації продукції з соломи льону олійного (лубу та костриці) становитиме 5362713,85 грн, рентабельність переробки соломи – 281,08 %, а окупність витрат – 0,36 року. Тому спалювання соломи зазначеної культури на полі є економічно недоцільним.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Державна служба статистики України. Київ, 2018. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (дата звернення: 20.04.2018).
2. Головенко Т.Н., Бойко Г.А., Дягілев А.С., Шовкомуд А.В. Промышленное использование соломы льна масличного, как в мире, так и в Украине. *Молодий вчений*. 2017. Т. 1, № 41. С. 118–128.
3. Flax Council of Canada: Flax straw and fibre past and present uses. Canada, 2015. URL: <http://flaxcouncil.ca/growing-flax/chapters/flax-straw-and-fibre/> (дата звернення: 17.02.2018).
4. Saskatchewan Flax Development Commission. Canada, 2015. URL: <http://www.saskflax.com/> (дата звернення: 06.10.2017).
5. Hennink S., Van Soest L.J.M., Pithan K., Hof L. (Eds.). *Alternative oilseed and fibrecrops for cool and wet regions of Europe*. Proceedings of the COST 814 Workshop (7–8th April 1994, Wageningen). Wageningen, Netherlands, 1994. P.163–167.
6. Чурсіна Л.А., Тіхосова Г.А., Горач О.О., Янюк Т.І. *Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного*. Херсон, 2011. 356 с.
7. Головенко Т.М., Чурсіна Л.А., Тіхосова Г.А., Меньяло-Басиста І.О. *Інноваційні технології одержання нетканих та целюлозовмісних матеріалів з льону олійного*. Херсон, 2014. 304 с.
8. Путінцева С.В. *Властивості фільтрувального паперу на основі целюлози з волокон льону олійного*: автореф. дис. канд. техн. наук. Луцьк, 2015. 20 с.
9. Бойко Г.А. *Товарознавча оцінка змішаної пряжі з волокнами льону олійного для трикотажних виробів*: автореф. дис. канд. техн. наук. Луцьк, 2014. 20 с.
10. Федосова Н.М. *Исследование свойств льна-межеумка и обоснование метода прогнозирования его технологической ценности*: дис. канд. техн. наук. Кострома, 2012. 157 с.

11. Golovenko T., Tihosova G., Bartkiv L., Kniazev A., Yanyuk T. The necessary of development of the standardization system for the new products from oilseed flax straw. *National Science Review*. 2017. Issue 3 (1). Vol. 4. P. 335–342.
12. Головенко Т.М., Тіхосова Г.А., Чурсіна Л.А., Бартків Л.Г., Шовкомуд О.В. Сучасні методи стандартизації соломи льону олійного в Україні з метою її промислового застосування. *Engineering Computations*. 2017. V. 34, no. 8 (2). P. 2534–2541.
13. Солома льняная. Технические условия: ГОСТ-14897-69. [Введен 1969-08-15]. Москва: Изд-во стандартов, 1989. 18 с.
14. Солома льняная. Требования при заготовках: ГОСТ-28285-89. [Введен 1990-07-01] Москва: Изд-во стандартов, 1990. 16 с.
15. Головенко Т.М., Бойко Г.А., Іваненко О.О., Шовкомуд О.В. Загальна характеристика показників льону олійного з метою виготовлення інноваційних товарів. *Молодий вчений*. 2016. Т. 5, № 32. С. 218–222.
16. Боженко Л.І., Гутта О.Й. *Управління якістю, основи стандартизації та сертифікації продукції*. Львів, 2001. 176 с.
17. Товарна інноваційна політика. Економічний зміст визначення рівня якості продукції. Київ, 2002. URL: <https://uchebnik-online.net/book/619-tovarna-innovacijna-politika-navchalnij-posibnik-kardash-v-ya-pavlenko-i-a-shafalyuk-o-k/15-33-ekonomichnij-zmist-viznachennya-rivnya-yakosti-produkciji.html> (дата звернення: 27.03.2018).

Стаття надійшла до редакції 12.10.18

REFERENCES

1. State Statistics Service of Ukraine. Kyiv, 2018. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (Last accessed: 20.04.2018).
2. Golovenko, T. N., Boyko, G. A., Diaghilev, A. S., Shovkomod, A. V. (2017). Industrial use of oilseed flax straw, both in the world and in Ukraine. *Young scientist.*, 1(41), 37–40 [in Ukrainian].
3. Flax Council of Canada: Flax straw and fibre past and present uses. Canada, 2015. URL: <http://flaxcouncil.ca/growing-flax/chapters/flax-straw-and-fibre/> (Last accessed: 17.02.2018).
4. Saskatchewan Flax Development Commission. Canada, 2015. URL: <http://www.saskflax.com/> (Last accessed: 06.10.2017).
5. Hennink, S., Van Soest, L. J. M., Pithan, K., Hof, L. (Eds.). (April, 1994). *Alternative oilseed and fibrecrops for cool and wet regions of Europe*. Proceedings of the COST 814 Workshop. Wageningen, Netherlands, 1994.
6. Tihosova, G. A. Chursina, L. A., Gorach, O. O., Yayyuk, T. I. (2011). *Scientific bases of complex processing of oilseed flax stems and seeds*. Kherson: Oldi-plius.
7. Golovenko, T. N., Tihosova, G. A., Chursina, L. A., Meniylo-Basista, I. A. (2014). *Innovative technologies for the production of nonwoven and cellulosic materials from oilseed flax*. Kherson: Grin DS.
8. Putintseva, S. V. (2015). *Properties of filter paper based on cellulose from oilseed flax*. PhD (Techn.). Lutsk [in Ukrainian].
9. Boiko, G. A. (2014). *Merchandizing analysis of mixed yarn with fibers of oilseed flax for knitted products*. PhD (Techn.). Lutsk [in Ukrainian].
10. Fedosova, N. M. (2012). *Investigation of the properties of flax-mezheouk and the justification of the method for predicting its technological value*. PhD (Techn.). Kostroma [in Russian].
11. Golovenko, T. N., Tihosova, G. A., Bartkiv, L. G., Kniazev, A. V., Yanyuk, T. I. (2017). The necessary of development of the standardization system for the new products from oilseed flax straw. *National Science Review*, 3(1) (4), 335–342 [in English].
12. Golovenko, T. N., Tihosova, G. A., Chursina, L. A., Bartkiv, L. G., Shovkomod, A. V. (2017). Current methods standardization of oilseed flax straw in Ukraine for its industrial application. *Engineering Computations*, 34, 8(2), 2534–2541 [in Ukrainian].
13. GOST 14897-69 Straw linen. Technical specifications: [Introduced 1969-08-15]. Moscow: Publishing House of Standards, 1989.
14. GOST 28285-89 Straw linen. Requirements blanks: [Introduced 01/07/1990]. Moscow: Publishing House of Standards, 1990.
15. Golovenko, T. N., Boiko, G. A., Ivanenko, E. A., Shovkomod, A. V. (2016). General characteristics of parameters oilseed flax to manufacture innovative products. *Young scientist*, 5(32), 218–222 [in Ukrainian].
16. Bozhenko, L. I., Gutta, O. Yo. (2001). *Quality management, fundamentals of product standardization and certification*. Lviv: Textbook.

17. Innovative commodity policy. Economic essence of the determination of the level of product quality. Kyiv, 2002. URL: <https://uchebnik-online.net/book/619-tovarna-innovacijna-politika-navchalnij-posibnik-kardash-v-ya-pavlenko-i-a-shafalyuk-o-k/15-33-ekonomichnij-zmist-viznachennya-rivnya-yakosti-produkciyi.html> (Last accessed: 27.03.2018).

Received 12.10.18

Holovenko, T.N.¹, Yanyuk, T.I.², Boyko, G.A.³, Dyagilev, A.S.⁴, and Shovkomud, A.V.¹

¹Lutsk National Technical University,
75, Lvivskaya St., Lutsk, 43018, Volhynian Oblast, Ukraine,
+380 50 855 3480, tanyushkagolovenko@ukr.net

²National University of Food Technologies,
68, Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine,
+380 44 289 5472, ytata13@ukr.net

³Kherson National Technical University,
24, Berislavskoe shosse, Kherson, 75008, Ukraine,
+380 50 8274885, galina_boyko_86@ukr.net

⁴Vitebsk State Technological University,
72, Moscow Av., Vitebsk, 210035, Republic of Belarus,
+375 212 4953 64, dygilev@gmail.com

PROMISING METHODS AND SYSTEMS OF QUALITY CONTROL OF INNOVATIVE BAST RAW MATERIAL

Introduction. In advanced economies, oilseed flax is used not only for obtaining seeds, but also as a source of additional high-quality textile raw materials. In Ukraine, oilseed flax is the only domestic raw material resource that can become an alternative to imported cotton and fiber flax used for the textile and pulp-and-paper industries and for the production of reinforced composite materials.

The analysis of the status of standardization of products from oilseed flax stems indicates the absence of regulatory documents to determine their quality. Therefore, the development of such regulations and standards is a pressing problem of our time, inasmuch as the organization of processing and the implementation of these products in the conditions of the present-day market and customer requirements are impossible without appropriate standardization and certification.

Problem Statement. The need to develop standards for products from oilseed flax stems to determine their quality and commercial characteristics is urgent, since the approval of such technical specifications at the government level stimulates the creation of markets for the sale of oilseed flax straw as raw materials for the production of fibers that have a wide industrial application.

Purpose. To develop domestic regulatory documents in order to control the quality of "new generation" bast raw material – oilseed flax straw – taking into account the modern consumer requirements.

Materials and Methods. Based on the qualimetry methods, a complex methodology for determining the general quality of oilseed flax straw as an industrial raw material has been developed.

Results. Technical specifications TU U 01.1-2303511525 - 001: 2016 Oilseed Flax Straw. Technical Specifications have been developed and approved at the state-owned enterprise Khersonstandartmetrologia.

Conclusions. The certified domestic raw materials made of oilseed flax straw can be used in textile, pulp-and-paper and other industries of Ukraine for the manufacture of innovative competitive products of various functional purposes.

Keywords: straw, oilseed flax, quality, and technical specifications.

Т.М. Головенко¹, Т.И. Янюк², Г.А. Бойко³, А.С. Дягилев⁴, А.В. Шовкомуд¹

¹ Луцкий национальный технический университет,
ул. Львовская, 75, Луцк, Волынская обл., 43018, Украина,
+380 50 855 3480, tanyushkagolovenko@ukr.net

² Национальный университет пищевых технологий,
ул. Владимирская, 68, Киев, 01601, Украина
+380 44 289 5472, ytata13@ukr.net

³ Херсонский национальный технический университет,
Бериславское шоссе, 24, Херсон, 75008, Украина,
+380 50 8274885, galina_boyko_86@ukr.net

⁴ Витебский государственный технологический университет,
Московский пр., 72, Витебск, 210035, Республика Беларусь
+375 212 4953 64, dygilev@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИННОВАЦИОННОГО ЛУБЯНОГО СЫРЬЯ

Введение. В экономически развитых странах мира лен масличный рассматривается как культура не только для получения семян, но и как источник дополнительного высококачественного текстильного сырья. Для Украины лен масличный — это единственный отечественный сырьевой ресурс, который может стать альтернативой импортному хлопку и льну-долгунцу для использования в текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности и для производства армированных композиционных материалов.

Анализ состояния стандартизации на продукцию из стеблей льна масличного свидетельствует об отсутствии нормативных документов для определения их качества, а, соответственно, разработка последних является актуальным вопросом современности. Поскольку организация переработки и реализация указанной продукции в условиях современного рынка и требований потребителя невозможны без соответствующей стандартизации и сертификации.

Проблематика. Необходимость разработки стандартов на продукцию из стеблей льна масличного для определения качества и предоставления ей товароведческой характеристики является насущной, поскольку утверждение такой технической документации на государственном уровне стимулирует создание рынков реализации соломы льна масличного как сырья для получения волокон широкого промышленного применения, с целью ее первичной переработки.

Цель. Разработка отечественных нормативных документов для контроля качества лубяного сырья «нового поколения» — соломы льна масличного, с учетом требований современного потребителя.

Материалы и методы. Методами квалитметрии создана комплексная методология определения общего уровня качества соломы льна масличного как промышленного сырья.

Результаты. Разработаны и утверждены в Государственном предприятии «Херсонстандартметрология» технические условия ТУ У 01.1-2303511525 - 001: 2016 «Солома льна масличного. Технические условия».

Выводы. Сертифицированное отечественное сырье из стеблей льна масличного, а именно солома, может быть использована текстильными, целлюлозно-бумажными и другими производствами Украины для изготовления инновационной конкурентоспособной продукции различного функционального назначения.

Ключевые слова: солома, лен масличный, качество, технические условия.