

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ТРЕСТИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

*В статті теоретично та експериментально обґрунтовано технологічний процес механічної обробки трести льону олійного.*

*In article theoretical and experimental the basic technological operations of mechanical of processing are grounded trusts of flax oil.*

Ключові слова: треста льону олійного, механічна обробка, куделеприготування, чесальні машини, тіпальні барабани, трясильні машини.

**Постановка завдання.** Треста льону олійного на відміну від льонотрести, придатної для одержання довгого волокна, являє собою сплутану дезорієнтовану масу волокон з кострицею, серед яких знаходяться багато цілих стебел довжиною не більше 40 см. Ці стебла не здатні потрапляти у затиск конвеєрів тіпальних машин у першій і у другій секціях м'яльно-тіпальних агрегатів МТА. Поєднання у тресті льону олійного коротких стебел і волокон різної довжини визначає аналогічну переробку її з некондиційною низькосортною трестю льону-довгунця за традиційною технологією обробки на куделеприготувальних агрегатах відомих марок: КПАЛ, АКЛВ-1, АКЛВ-1-01, МКП-1Л та їх зарубіжних аналогів фірм "Charle", "Laroche", "Temafa" і т.ін.

Але до цього часу технологічний процес механічної обробки трести льону олійного не розроблено, тому щорічно майже 120 тис. тон лляної трести льону олійного спалюється на полях України [1]. На основі вивчення фізико-механічних властивостей стебел соломи льону олійного і зміни їх після комбайнового збирання можна заключити, що механічна технологія переробки трести льону олійного повинна бути аналогічна технології одержання однотипного лляного волокна і некондиційної низькосортної трести льону-довгунця, з урахуванням особливостей морфологічної і анатомічної будови стебел льону олійного.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На даний час, теоретичні основи механічної обробки некондиційної низькосортної трести льону-довгунця розроблені Іпатовим О.М. (Росія) [2]. Технологія одержання однотипного лляного волокна впроваджена Інститутом луб'яних культур НААН України Гілязетдіновим Р.Н [3], а також Центральним науково-дослідним інститутом луб'яних волокон Дербеневим О.С [4].

За технологією Інституту луб'яних культур НААН України, на відміну від існуючих куделеприготувальних агрегатів, запропонована нова конструкція м'яльних вальців планчатого типу та замість тіпальної частини розроблена конструкція тіпально-чесального агрегату. За новою технологічною схемою виготовлено дослідний макет агрегату для одержання однотипного волокна льону-довгунця (рис. 1).

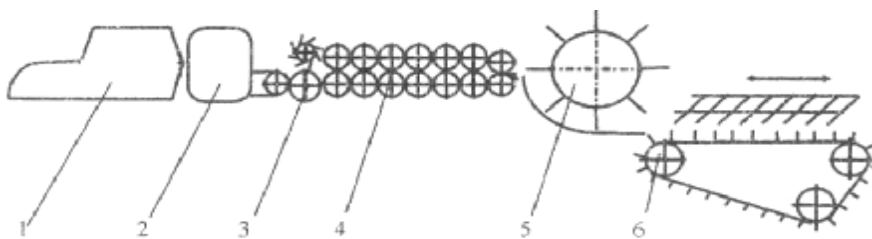


Рис. 1. Принципова технологічна схема агрегату для виділення однотипного волокна льону (ІЛК НААН Україна):

1 – розмотувач рулонів, 2 – сушильна машина, 3 – шароформуєча машина, 4 – м'яльна частина,  
5 – тіпальна частина, 6 – трясильна частина

Не дивлячись на те, що ці розробки мали б велике значення для визначення технології та обладнання переробки стебел льону олійного, але на даний час відсутній серійний випуск такого обладнання. Крім того, одержане за даною технологією волокно має заокостриченість 37–40 %, що обмежує сферу його застосування.

В спільних науково-дослідних роботах, Херсонського національного технічного університету, Інституту луб'яних культур НААН України та Луцького національного технічного університету, був запатентований спосіб одержання однотипного волокна [5]. Даний спосіб передбачає отримання однотипного волокна із трести льону олійного. Але, за запропонованою технологією, також неможливо отримати волокно високої якості, так як його заокостриченість на виході становить 35–40 %.

Також відомі роботи з очищення і розділення волокна льону-олійного, виконані Римським дослідним центром (Італія (IPZS)) [6, 7]. На рисунку 2 наведено схему процесу обробки стебел льону олійного технологією, розробленою IPZS.

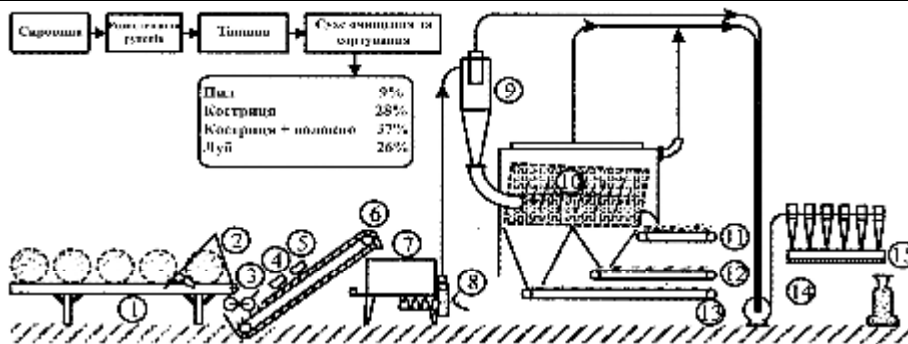


Рис. 2. Схема процесу обробки стебел льону олійного для одержання целюлози (Італія):

1 – рулонний конвеєр, 2 – лезо ножа, 3 – натискні валики, 4 – металодетектор, 5 – металоекстактор, 6 – транспортер, 7 – вертикальний тіпальний апарат, 8 – вентилятор з сушаркою, 9 – циклон, 10 – циліндр-відокремлювач, 11 – конвеєр для луб'яного волокна, 12 – конвеєр для костри і лубу, 13 – конвеєр для костри, 14 – вентилятор з обігрівом, 15 – транспорт пилу

За цією схемою стебла обробляються на вертикальному тіпальному апараті (7) і очищуються в циліндрі відділювачу (10). При обробці стебел льону олійного за цією технологією закостриченість виділеного волокна складає 37 %. Разом з цим, закупівля даної лінії в Італії потребує великих валютних витрат.

В роботі Пашина Е.Л. і Федосової Н.М [8], наводяться тільки схеми обробки стебел соломки льону олійного, але не розкривається механізм обезкострювання волокон, що є основною технологічною операцією механічної обробки. Таким чином, залишаються відкритими питання: яке обладнання може бути застосовано для механічної обробки трести льону олійного, параметри та режими його експлуатації? Тому в даній роботі було проаналізовано технології обробки некондиційної низькосортної трести льону-довгунця, які можуть бути аналогами нової технології для переробки льону олійного.

**Виклад основного матеріалу.** Зазвичай, низькосортна некондиційна треста льону-довгунця, до якої подібні стебла льону олійного, обробляється на типовому куделеприготувальному агрегаті КПАЛ, технологічна схема якого наведена на рис. 3.

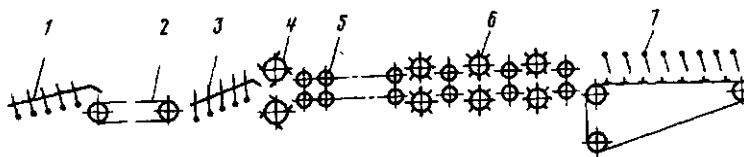


Рис. 3. Технологічна схема обробки низькосортної некондиційної трести льону-довгунця

1, 3, 7 – трясильні машини, 2 – сушильна машина, 4 – шаропотоншуючий механізм, 5 – м'яльня машина, 6 – тіпальна машина

Згідно зі схемою 3, технологія одержання лляного волокна складається з попереднього збагачення відходів тіпання на першій трясильній машині 1, сушіння у сушильній машині 2, трясіння на другій трясильній машині 3, формування шару у шаропотоншуючому механізмі 4, м'яття у м'яльній машині 5, тіпання у тіпальній машині 6, і кінцевого очищення на третій трясильній машині 7.

Відомо, що збирання льону олійного проводиться за допомогою зернозбирального комбайна. За даною технологією стебла цієї групи льонів скошуються на висоті 5 см від землі, на переробку надходить серединна і верхня частина стебел, які мають малий діаметр. З цим пов'язані труднощі відділення костриці від волокна, які посилюються тим, що у стеблах малого діаметру більш тонка і гнучка деревина і, відповідно, менша різниця її за жорсткістю з волокном. Щоб порушити зв'язок такої деревини з волокном і видалити її, необхідно перш за все штучним шляхом збільшити різницю у властивостях, деревинної і волокнистої частини стебла, а потім застосувати інтенсивні впливи.

Збільшення різниці за жорсткістю між волокном і деревиною досягається за рахунок попереднього сушіння трести льону олійного від вологості 12–13 % до вологості 6–8 %. При зміні вологості у даному діапазоні гнучкість і міцність волокна зменшуються незначно, а жорсткість костриці різко збільшується, що підвищує ефективність впливів м'яття і тіпання.

Тому першою операцією при переробці трести льону олійного, за розробленою нами технологією, повинно бути обов'язково застосовано підсушування до технологічної вологості, а потім повинні здійснюватися операції м'яття і тіпання відповідно до традиційного технологічного процесу, який наведено на рис. 3.

В даній роботі запропоновано технологію і обладнання для поглибленої механічної обробки трести льону олійного на основі модернізації існуючого обладнання. З цією метою на експериментальній технологічній лінії агрегата КПАЛ (рис. 4), було замінено тіпальну частину на дві секції тіпальних машин "Charle". Це було здійснено, враховуючи особливості технологічних властивостей стебел льону олійного, для запобігання утворенню намотів волокна на тіпальні барабани, обриву волокна, що сприятиме збільшенню інтенсивності очищення волокна від костриці. Загальний вигляд модернізованого

куделеприготувального агрегату надано на рис. 4.

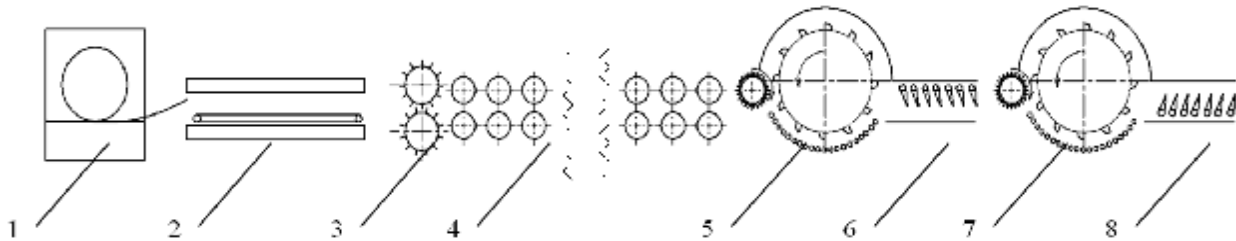


Рис. 4. Технологічна схема модернізованого куделеприготувального агрегату:  
 1 – рулонорозмотувач; 2 – сушильна машина; 3 – живильні вальці; 4 – м'яльна машина;  
 5 – тїпальний модуль машини «Charles»; 6 – трясильна машина з верхнім гребінним полем;  
 7 – тїпальний модуль машини «Charles»; 8 – трясильна машина з нижнім гребінним полем

За запропонованою технологією з технологічного процесу, в порівнянні з традиційною технологією (рис. 3), виключається трясильна машина 1. Треста льону олійного після розмотування рулонів на рулонорозмотувачі 1, буде направлятися в сушильну машину СКП-10КУ1 2, і за допомогою колкового механізму 3, подаватися на м'яльну машину куделеприготувального агрегату 4 (рис. 4), з 19 парами м'яльних вальців, що забезпечує глибокий промин стебел льону олійного. Пром'ятий сирець подається за допомогою живильного вальця на тїпальний модуль машини «Charles», далі після першого тїпання, волокно поступає на трясильну машину куделеприготувального агрегату з верхнім гребінним полем, а потім на другий тїпальний модуль машини «Charles», заключною операцією на модернізованому куделеприготувальному агрегаті є трясильна машина з нижнім гребінним полем.

Процес м'яття трести льону олійного призначений для порушення зв'язку між волокном і деревиною у тих стеблах, у яких він ще не порушений.

Процес тїпання даної сировини, як і некондиційної низькосортної трести льону-довгунця, призначений для інтенсивного знекострення волокна. Найбільш інтенсивний процес тїпання волокна льону олійного після м'яття здійснено за рахунок використання тїпальної секції машини фірми «Charles», в якому тїпальний барабан має діаметр – 120 см, з 12 бильними планками. Залежно від якості волокна за допомогою важеля регулюються зазори між ножами і бильними планками тїпального барабану. Процес трясіння застосовується для кінцевого очищення волокна від костриці.

Незважаючи на можливість регулювання технологічного процесу куделеприготування, одержане за даною технологією волокно містить велику кількість костриці від 28– 31 %, тому таке волокно непридатне до використання у текстильній, фармацевтичній, паперовій галузях промисловості та для виробництва композиційних матеріалів. Адже, для використання у паперовій промисловості потрібно, щоб волокно мало закостриченість 0,2 %, у текстильній до 1,5 %, у фармацевтичній – 0,5 %, а для виробництва композиційних матеріалів – 0 %. Поряд з цим, як показали попередні дослідження, волокно льону олійного містить до 70 % целюлози, за довжиною волокна та формою жмутів на зрізах воно наближене до бавовни, отже за певної переробки його можливо використовувати замість бавовняного волокна, у сумішах з ним та для одержання целюлози [9– 11].

Для повного очищення волокна льону олійного основною технологічною операцією є процес чесання на машинах грубого та тонкого чесання, відповідно Ч-600Л та ЧМД-4. В роботі запропоновано технологію і обладнання для поглибленої механічної обробки трести льону олійного. Запропонована технологічна лінія переробки трести льону олійного подана на рис. 5.

Оптимальні режими роботи окремих вузлів даного агрегату були визначені в роботах Литвина З.Л [12], Валько М.І [13], Коб'якова С.М [14] і Мешкова Ю.М [15]. Тому оптимізація технологічних режимів роботи модернізованого куделеприготувального агрегату не проводилася.

Технологічний процес чесання було оптимізовано: досліджено залежності масодовжини волокна, вмісту костриці та лінійної щільності волокна льону олійного від числа обертів головного барабана та



Рис. 5. Технологічна лінія для отримання очищеного волокна із трести льону олійного

величини розведення між головним барабаном і сміттєвідбійним ножом машини ЧМД-4.

За фактори варіювання при кожному прочісуванні було обрано число обертів головного барабана  $n_1$  ( $n_2$ ) –  $x_1$  ( $x_3$ ) та величину розведення  $l_1$  ( $l_2$ ) –  $x_2$  ( $x_4$ ) між головним барабаном і сміттєвідбійним ножом машини ЧМД-4. Вихідними параметрами при першому та другому прочісуваннях відповідно є  $y_1$  ( $y_4$ ) – масодовжина волокна,  $y_2$  ( $y_5$ ) – вміст костриці,  $y_3$  ( $y_6$ ) – лінійна щільність волокна льону олійного.

Згідно з експериментальними даними отримано аналітичні залежності (1– 6), за якими встановлено оптимальні характеристики процесу чесання на машинах ЧМД-4, які наведені в таблиці 1.

$$y_1 = 26,84 - 1,23x_1 + 0,87x_2 - 0,75x_1^2, \quad (1)$$

$$y_2 = 3,29 + 0,21x_2 - 0,21x_1x_2, \quad (2)$$

$$y_3 = 1,25 + 0,07x_1 + 0,06x_2 - 0,08x_1^2, \quad (3)$$

$$y_4 = 18,39 + 0,18x_3 - 0,27x_4 - 0,45x_3x_4 + 0,18x_4^2, \quad (4)$$

$$y_5 = 2,44 + 0,26x_4 + 0,23x_3x_4 - 0,37x_3^2 + 0,25x_4^2, \quad (5)$$

$$y_6 = 0,42 + 0,03x_3 - 0,02x_3x_4 + 0,02x_4^2. \quad (6)$$

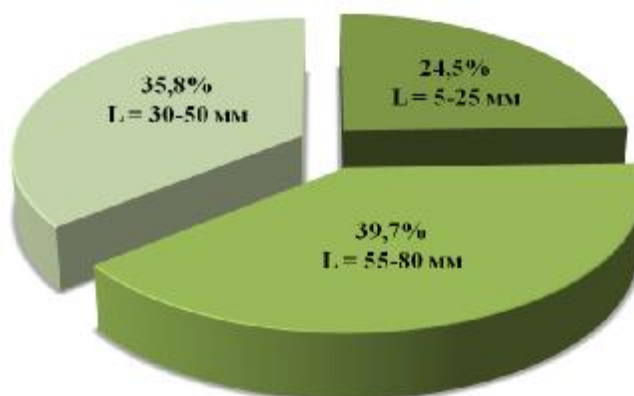
Таблиця 1

**Характеристика прядильних властивостей волокна льону олійного, отриманого за різними режимами обробки на ЧМД-4**

Режими обробки на ЧМД-4		Характеристика прядильних властивостей волокна льону олійного		
Число обертів головного барабану, хв. $-1$	Розведення, мм	Середня масодовжина, мм	Вміст костриці, %	Лінійна щільність, текс
<b>Перше прочісування</b>				
$x_1$	$x_2$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
770	3,5	25,5	1,00	1,23
650	3	26,7	1,25	1,5
<b>Друге прочісування</b>				
$x_3$	$x_4$	$y_4$	$y_5$	$y_6$
605	2,5	18,1	1,00	0,51
515	1,5	19,5	0,05	0,49

В результаті обробки трести льону олійного за всіма технологічними переходами, згідно з технологією наведеною на рис. 5, після дворазового прочісування, було одержано волокно. Розподіл волокон за довжиною наведено на рис. 6 і діаграмі (рис. 7).

$$y = -0,002x^6 + 0,19x^2 + 6,52x^4 + 112,86x^3 - 1009,8x^2 + 3997,4x - 2637,7$$



**Рис. 6. Відсоткове співвідношення розподілу волокон льону олійного за довжиною після обробки за всіма технологічними циклами**

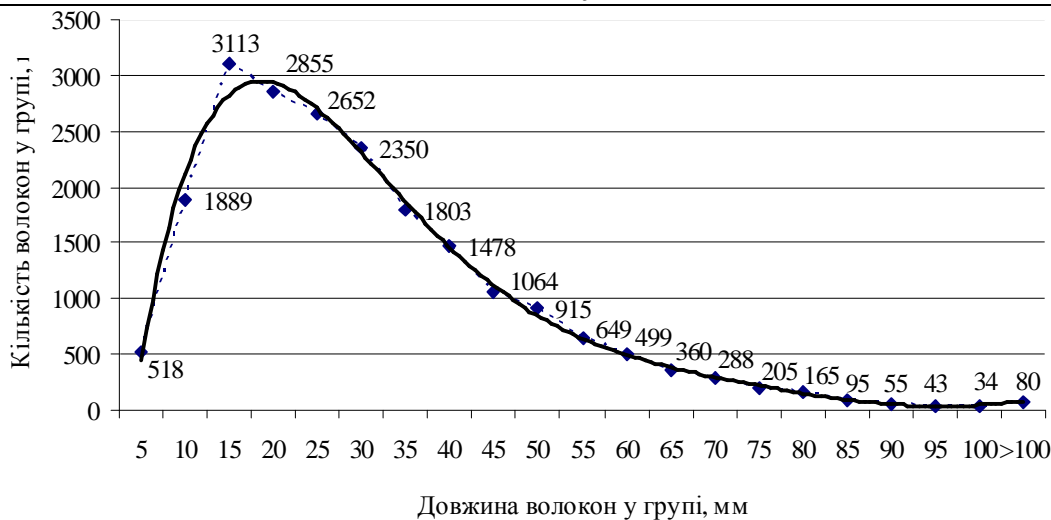


Рис. 7. Кількість волокон у групах за довжиною

Результати показують, що вміст волокон, придатних для переробки в умовах текстильного виробництва з бавовною дорівнює 35,80 %, у яких довжина волокон знаходиться в межах від 30 до 50 мм, а кількість волокон придатних для переробки в целюлозному виробництві, в яких довжина волокон знаходиться в межах від 5 до 25 мм, складає 24,49 %. Частка волокон, придатних для переробки з вовною, складає 39,71 %, в яких довжина волокон знаходиться в межах від 55 до 80 мм. В результаті виробничих випробувань було проведено аналіз вмісту костри у волокні, одержаного після кожного технологічного циклу обробки. Вміст костри після обробки на куделеприготувальному агрегаті дорівнював 23,0–25,5 %. Вміст костри після обробки на чесальних машинах Ч-600-Л дорівнював 7,5–8,6 %, а після обробки на машинах після подвійного прочісування тонкого чесання ЧМД-4 вміст костри складав 0,05–1,0 %.

**Висновки.** В результаті аналізу якості волокна встановлено, що обробка трести льону олійного за розробленим технологічним процесом механічної обробки, згідно схеми 5, дозволяє отримати волокно з високими технологічними характеристиками, яке можна рекомендувати для застосування в різних галузях промислового виробництва.

### Література

1. Тіхосова Г. А. Обґрунтування ефективності переробки стебел льону олійного / Г. А. Тіхосова, Т. М. Головенко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 4. – С. 268–274.
2. Ипатов А. М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур / Ипатов А. М. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 143 с.
3. Гелязетдінов Р. Н. Розвиток наукових основ створення інноваційних технологій первинної переробки луб'яних культур: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Р. Н. Гелязетдінов. – Херсон, 2009. – 255 с.
4. Дербенев А. С. Разработка технологии получения из льняной трести одностипного ориентированного волокна в ленте: дисс. ... к. т. н. / Дербенев А. С. – Кострома, 1983.
5. Пат. 53465 Україна, МПК А01D 45/00. Спосіб одержання одностипного волокна із льону олійного / В. А. Сай, Т. О. Кузьміна, В. Ф. Дідух, С. П. Коропченко; заявник і патентовласник ХНТУ. – № u201003575; заявл. 29.03.2010; опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19.
6. Cappelletto P. Mechanical treatment of field retted oilseed flax and hemp/ Resulting fibers can restore recycled fibres quality / Cappelletto P., Mongardini F., Sannibale M., Brizzi M., Pasini P // Nord flax: proceeding and abstracts of the first Nording Conference on flax and hemp processing, held in Tampere, Finland, 10-12 August 1998, P. 127-141.
7. Cappelletto P. L. Fiber valorization of oilseed flax / A. Assirelli, M. Bentini, P. L. Cappelletto, P. Pasini // Flax and other Bast Plants Symposium. – Poznan, Poland: Institute of Natural Fibres, 1997. – С. 150–151.
8. Пашин Е. Л. Технологическое качество и переработка льна-межеумка / Е. Л. Пашин, Н. М. Федосова. – Кострома: ВНИИЛК, 2003. – 85 с.
9. Тіхосова Г. А. Товарознавча оцінка якості волокна льону олійного / Г. А. Тіхосова, Т. М. Надєєва, К. В. Кухаренко // Товарознавчий вісник: зб. наук. праць. – Луцьк: ЛНТУ, 2010. – № 2. – С. 190–195.
10. Тіхосова Г. А. Теоретичні передумови створення інноваційної технології переробки стебел льону олійного / Г. А. Тіхосова, О. В. Князев, Т. М. Надєєва // Легка промисловість. – 2010. – № 2. – С. 27–28.
11. Тіхосова Г. А. Сучасний стан стандартизації стебел льону олійного / Г. А. Тіхосова, О. В. Князев, Т. М. Надєєва // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса. – 2010 – Вип. 38. Т. 1. – С. 93–95.
12. Литвин З. Л. Розробка ресурсозберігаючої технології переробки низькосортного короткого льняного волокна: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.03 / З. Л. Литвин. – Херсон, 2000. – 186 с.
13. Валько М. І. Наукові основи технологічних процесів одержання модифікованого лляного

волокна: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.03 / М. І. Валько. – Херсон, 2002. – 347 с.

14. Коб'яков С. М. Удосконалення технології приготування трести льону біологічними способами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с-г. наук: спец. 05.18.03 «Первинна обробка, зберігання зерна та іншої продукції рослинництва» / С. М. Коб'яков. – К., 1993. – 144 с.

15. Мешков Ю. Є. Розробка технологічного процесу одержання короткого лляного волокна підвищеної якості: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.03 / Ю.Є. Мешков. – Херсон, 2007. – 162 с.

Надійшла 21.3.2011 р.

УДК 675.017.63

Г. В. САВЧЕНКО, Б. М. ЗЛОТЕНКО  
Київський національний університет технологій та дизайну  
А. А. ГОРБАЧОВ  
ТОВ «ГВП – Хімматеріали»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОАКТИВОВАНОЇ ВОДИ НА ТЕРМОСТАБІЛЬНІСТЬ ДЕРМИ КРОЛЯ

*У статті представлено результати досліджень впливу електроактивованої води на основні характеристики шкірної тканини хутрових шкурок кроля у зв'язку зі зміною термостабільності дерми. Проведені експерименти дозволили встановити, що температура зварювання корелює з вмістом жиру, основних солей хрому в дермі, а також оптичною густиною спектру, що характеризує утворення термостійких зв'язків в дермі. Це відображено парною кореляцією зв'язків оптичних густин хвиль спектру, які приймають участь в утворенні термостійких зв'язків.*

*The researching results of influence of the electro-activated water on basic descriptions of skin tissue of rabbit fur hides in connection with the change of derma thermal stability are presented in the article. The conducted experiments allowed setting that a welding temperature correlates with content of fat, basic salts of chrome in a derma, and also by the optical density of spectrum which characterizes formation of heat-ties in a derma. It is represented by pair correlation of connections of optical density waves of spectrum, which take part in formation of heat-ties.*

Ключові слова: термостійкість шкірної тканини, електроактивована вода, ІЧ-спектри, аноліт, католіт.

Одним із основних показників шкірної тканини хутра кроля є температура її зварювання, що пов'язана із загальною кількістю термостійких зв'язків в колагені дерми [1].

### Постановка завдання

Дослідити взаємозв'язок температури зварювання зі змінами в структурі дерми кроля. Встановити вплив електроактивованої води (аноліта та католіта) на структурні показники шкірної тканини кроля.

### Об'єкти та методи досліджень

Досліджувався вплив способів виготовлення хутра кроля, в тому числі з використанням електроактивованої води, на властивості готових шкурок, зокрема кореляційні співвідношення між вмістом жируючих речовин, солей хрому в дермі та її температурою зварювання. Визначення основних характеристик шкірної тканини відповідає [2– 4].

### Результати та їх обговорення

Відмінна особливість процесу утворення термостійких зв'язків в дермі є результатом кількох, на перший погляд, протилежних реакцій. Перш за все, звичайне утворення термостійких зв'язків пов'язане з входженням карбоксильної групи в хромовий комплекс. А взаємодія молекули жиру з комплексами хрому заважає подальшому утворенню термостійкого містка. Таким чином, зменшується термостійкість шкірної тканини (рис. 1, 2).

Проте цим тлумаченням неможливо пояснити, чому після зварювання за невеликий проміжок часу властивості шкіри відновлюються. Таке явище спостерігається при дубленні шкіри альдегідними сполуками. Поява в структурі дерми груп С-О-С з довжиною хвилі 1084 см<sup>-1</sup> (рис. 3) є наслідком взаємодії диальдегідних сполук з білком. Альдегідні групи виникають внаслідок присутності в системі значної кількості окислювачів або відновників в католіті та аноліті.

В наведених спектрах (див. табл. 1) при хвилі коливань 3325-3410 см<sup>-1</sup> збільшенню оптичної густини відповідає коливання групи N-H, що притаманне структурі колагену і відповідає утворенню водневих зв'язків N-H...O=C та C-OH...O=C [5].

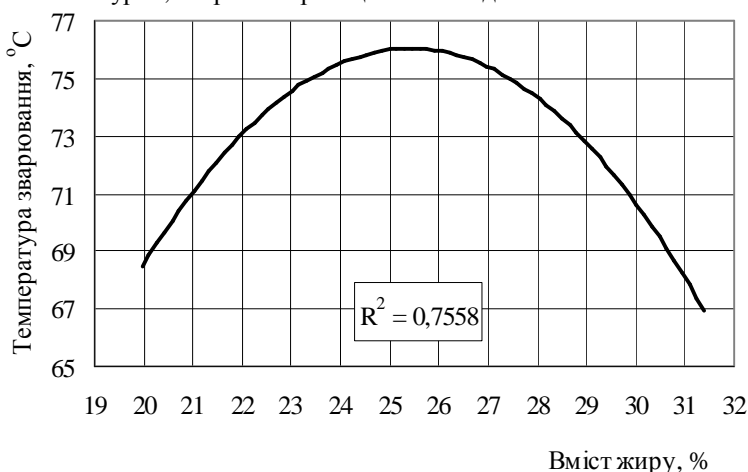


Рис. 1. Взаємозв'язок вмісту жиру з температурою зварювання дерми