

УДК 519.233.5:677.11.044.4

А.Ю. ГОРБОВИЙ

Волинський інститут економіки та менеджменту
Т.О. КУЗЬМІНА, С.В. БОБИРЬ
Херсонський національний технічний університет

РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ УМОВ ЗБЕРІГАННЯ НА ЯКІСНІ ПАРАМЕТРИ СОЛОМИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

У статті розглянуто актуальну проблему зберігання та промислового використання соломи льону олійного, а також розглянуто різні способи консервування лляної соломи. Запропоновано обробляти солому перед пресуванням її в рулони екологічно безпечним біологічно-активним препаратом. Визначено консервуючу дію нового біологічно-активного препарату у процесі тривалого зберігання стебел соломи. Встановлено оптимальні концентрації застосування, умови та строки дії препарату. Результати регресійного аналізу впливу умов зберігання стебел соломи льону олійного на якісні параметри отриманого волокна підтвердили адекватність комп'ютерного моделювання експериментальним даним та ефективність запропонованого способу зберігання льоносировини за рулонною технологією. У процесі досліджень отримано міцне лляне волокно, яке можна рекомендувати як додаткове джерело рослинної технічної сировини для виготовлення натурального геотекстилю різного функціонального призначення.

Ключові слова: стебла соломи, зберігання, лляне волокно, регресійний аналіз, натуральний геотекстиль.

A.Y. HORBOVOY

Volyn Institute of Economics and Management
T.O. KUZMINA, S.V. BOBYR
Kherson National Technical University

REGRESSION ANALYSIS OF THE STORAGE CONDITIONS OF QUALITATIVE PARAMETERS OF OIL FLAX STRAW

Abstract

In article the urgent problem of a storage and industrial use of straw of oil flax is considered. The different ways of preserving flax straw are considered. To handle the straw before pressing it into rolls of environmentally friendly biologically active preparations is proposed. The preservative action of new biologically active preparation in the long storage process of straw stalks is identified. The optimal concentrations of application, conditions and terms of its action are installed. Regression results of influence of storage conditions of stems oil flax straw on qualitative parameters of the resulting fiber confirmed the adequacy of computer simulation and the efficiency of introduced method of storage of raw flax on the roll technology.

During the study received a strong flax fiber, which can be recommended as an additional source of technical raw materials of vegetable for the production of natural geotextiles of different functional purpose.

Keywords: stems straw, storage, flax fiber, regression analysis, natural geotextiles.

Постановка проблеми

Україна є дуже ємним ринком споживання нетканих геотекстильних матеріалів. Потенційно у найближчі 5 років обсяг використання геотекстилю може зрости у декілька разів. Особливо швидко зростають темпи споживання геотекстилю у ландшафтному будівництві, реконструкції вітчизняних доріг, сільському господарстві.

Для отримання геотекстильних матеріалів широкого вжитку вітчизняні виробники використовують переважно імпортовані синтетичні волокна та іноді відходи текстильної промисловості. Проведений аналіз наукових досліджень і практики використання геотекстилю свідчить, що волокно льону олійного є гідною, а головне, екологічно чистою альтернативою синтетичним матеріалам [1]. Відсутність сучасної технології комплексної переробки льону олійного в Україні зумовлює економічно не вигідні ціни на сировину, створює імпортозалежність держави та фактично стримує використання цієї перспективної культури для виробництва геотекстилю.

Останнім часом проблемою використання соломи льону олійного достатньо широко займаються у багатьох країнах світу [2-4]. Дана сировина не має негативного впливу на навколишнє середовище. Крім того, висівання льону здатне покращити екологічну безпеку довкілля за рахунок акумулювання льоном важких металів (кадмію, свинцю, міді та ін.) із ґрунту. Цей прийом використовується на даний час у деяких країнах Західної Європи для очищення забруднених важкими металами ґрунтів. В Україні є досвід

висівання льону в зонах відчуження з метою очищення земель від радіоактивних забруднень. При цьому льон олійний, на відміну від нафти та газу, є сировинним ресурсом, який щорічно відновлюється [5].

Сьогодні в Україні близько 20-50 % урожаю лляної сировини не доходить до первинної переробки. Це пов'язано з недотриманням агротехнічних строків збирання, несприятливими погодними умовами та відсутністю сучасних технічних засобів збирання, внаслідок чого стебла льону олійного тривалий період знаходяться на полі у стані підвищеної вологості. Льоносолома та льонотреста підвищеної вологості є сприятливим середовищем для розвитку багатьох патогенних мікроорганізмів. У результаті спостерігається погіршення якості льоносировини та її втрата [6].

Льоносировина у рулонах на льонпереробні підприємства надходить восени. Через неспроможність переробляти весь об'єм сировини за короткий період часу, виникає необхідність у її зберіганні від кількох місяців до 1-го року або більше на сировинному дворі. Існуючі способи зберігання льоносировини за рулонною технологією розроблені для льону-довгунця ще в 60-80-ті рр. минулого століття і майже не підходять для зберігання льону олійного через іншу анатомічну будову стебел [7]. Для розробки процесу зберігання соломи льону олійного з оптимальними технологічними параметрами необхідно дослідити існуючі способи зберігання та виявити їх вплив на якісні властивості отриманого волокна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Із соломи льону олійного отримують коротке лубоподібне волокно низької якості, тому доцільніше виділяти волокно не з соломи, а з трести, у якій зруйновані пектинові речовини. Аналіз останніх досліджень свідчить, що лляна солома упродовж зберігання повільно перетворюється в тресту, являючи собою дезорієнтовану масу цілих та пошкоджених стебел різної довжини [8].

Сировинний двір для зберігання рулонів льоносировини розташовують так, щоб переважаючі вітри з боку виробничого корпусу були направлені у бік, протилежний від місця зберігання. Тривале зберігання сировини без псування можливе, коли вологість матеріалу не перевищує нормативну (19-23 %), при цьому початкова вологість льоносоломи може сягати 65 % у фазі ранньої жовтої стиглості, а у жовтої – 55 %. Післязбиральне сушіння стебел соломи льону зазвичай здійснюють природним шляхом на полі. Якщо під час зберігання не дотримуватися правил та не контролювати цей процес, сировина втрачає якісні властивості, що призводить до великих збитків [9].

Солому льону-довгунця на підприємствах зберігають у шобах і скиртах. Будівництво залізобетонних шоб потребує додаткових капіталовкладень, хоча витрати виправдовуються збереженням якості соломи та трести. Донедавна шоби використовувалися лише для зберігання високоякісної сировини, а низькоякісна зберігалася у скиртах [10].

Для зберігання соломи льону олійного шоби не будують тому, що це не основний продукт переробки цієї культури. Рулони соломи льону олійного зберігають під відкритим небом, або закриваючи зовнішню поверхню захисним покриттям. Виходячи з вищевикладеного, проблема зберігання соломи льону олійного є актуальною задачею, яка потребує вирішення.

Існує декілька способів збереження якості лляної сировини підвищеної вологості. Збереження матеріалу можна забезпечити шляхом доведення його до кондиційної вологості під час сушіння або обробкою хімічними та біологічними препаратами. Процеси природного сушіння в рулонах, виключаючи зовнішню зону, через високу щільність є ускладненими. Штучне сушіння є найнадійнішою технологією консервування продукції, але на жаль, вона не знайшла застосування на практиці через значну енергоємність і високу вартість. Істотно меншу залежність технології зберігання від зміни погодних умов може забезпечити хімічне або біологічне консервування. Консерванти призупиняють розвиток патогенної мікрофлори, що розкладає клітковину. Відомо, що ц процесі руйнування лляної сировини підвищеної вологості беруть участь більше ніж 140 видів мікроорганізмів, які належать до різних типів і класів. Більшість відомих консервантів не є універсальними, тому що впливають тільки на окремі мікроорганізми. Підвищення температури всередині рулонів лляної соломи під час зберігання також знижує ефективність консервантів [10]. Багато хімічних консервантів, які застосовувалися раніше, мають токсичну дію, спричиняючи негативний вплив на льонопродукцію та навколишнє середовище.

На даний час хоча й існує багато різних хімічних речовин та препаратів для вирішення проблеми зберігання стебел соломи та трести льону, але не всі відомі консерванти характеризуються комплексом необхідних властивостей: ефективністю, екологічністю і дешевизною. Для збереження якості стебел соломи льону олійного у сучасних умовах необхідні принципово нові та ефективні способи консервування, а консерванти повинні мати інгібуючі, бактерицидні, фунгіцидні властивості, взаємодіяти з вихідною сировиною, бути екологічно безпечними та маловитратними.

Формулювання мети дослідження

Завданням даної роботи є проведення регресійного аналізу впливу умов зберігання стебел соломи на якісні параметри отриманого волокна та встановлення оптимальних параметрів технологічного процесу зберігання соломи льону олійного з метою одержання лляного волокна з якісними показниками, необхідними для виробництва натурального геотекстилю.

Викладення основного матеріалу дослідження

Дослідження здійснювали на дослідних ділянках та у лабораторії кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету. Для створення промислових умов на дослідній асфальтованій ділянці формували штучний відкритий склад з навісом, де відбувався процес зберігання пресованої льоносировини протягом визначеного часу.

Для дослідів у якості консервантів були обрані наступні препарати: карбамід, композиційний препарат на основі фосфату карбаміду та оксіетильованого нонілфенолу АФ 9-10, біологічно-активні препарати «Триходермін» і «Фітоспорін-М». Консерванти наносили у вигляді водних розчинів шляхом рівномірного обприскування стебел соломи з різними концентраціями. Оптимальні концентрації досліджуваних консервантів були різні і залежали від виду препарату. Після обробки солому пресували у паковки з середньою щільністю 120 кг/м³, яка найкращим чином сприяє збереженню лляної сировини в рулонах і відповідає вимогам нормативно-технічної документації (НТД). Для порівняння проведено контрольний варіант, у якому стебла соломи залишили без обробки. Дослідні зразки зберігалися у природних умовах протягом 6, 12, 18 та 24 місяців. Після закінчення зазначеного терміну зберігання, зразки лляної соломи оцінювали за органолептичними та фізико-механічними показниками, згідно НТД [11, 12].

Результати досліджень свідчать, що льоносировина, одержана зі стебел льону у процесі зберігання із застосуванням консервантів, має більш високі фізико-механічні показники порівняно з льоносировиною без обробки. Визначено, що всі якісні характеристики у процесі зберігання змінюються залежно від виду консерванту. За результатами органолептичної та інструментальної оцінки лубоволокнистого матеріалу, одержаного після 24-х місяців зберігання, встановлено, що на 1-у та 2-у місці за своїми консервуючими властивостями є біологічно-активні препарати «Фітоспорін-М» і «Триходермін», на 3-у місці – композиційний препарат на основі фосфату карбаміду і нонілфенолу АФ 9-10, а на 4-у – карбамід.

У процесі проведення експерименту було встановлено, що під час тривалого зберігання стебел льону із застосуванням консервуючих розчинів, біологічні процеси, які проходять під впливом зовнішніх та мікробіологічних факторів на льоносоломі, а, відповідно, і зміни якісних показників були значно уповільнені у порівнянні з контрольним варіантом [13].

Під час подальших досліджень було проведено регресійний аналіз впливу умов зберігання стебел соломи на якісні параметри отриманого лляного волокна. Оскільки під час експериментальних досліджень процесу зберігання соломи льону олійного найкращі результати було отримано при застосуванні біологічно-активного препарату «Фітоспорін-М», тому математична модель процесу зберігання соломи розроблялася з використанням цього консерванту.

За вихідні критерії для лляної соломи, що зберігалася у природних умовах, було обрано: Y_1 – відокремлюваність, од.; Y_2 – вміст волокна, %; Y_3 – лінійна щільність, текс; Y_4 – розривне навантаження, сН; Y_5 – відносне розривне навантаження, сН/текс. За фактори варіювання було обрано: X_1 – тривалість зберігання; X_2 – концентрація препарату. Рівні варіювання факторів для лляної соломи, що зберігалася в природних умовах, зведено у табл. 1.

На підставі експериментальних даних було визначено коефіцієнти лінійної регресійної моделі другого порядку, після чого було оцінено їхню значимість (за допомогою критерію Стюдента) і перевірено адекватність моделі досліджуваного об'єкту (за критерієм Фішера). Розрахунки проводилися у середовищі комп'ютерного моделювання MathCAD2000.

Таблиця 1

Рівні варіювання факторів

Фактор та одиниці виміру		Тривалість зберігання		Концентрація препарату	
		натуральні значення, міс.	кодовані значення	натуральні значення, %	кодовані значення
Позначення факторів		X_1	x_1	X_2	x_2
Рівні варіювання	1	0	0	0	0
	2	6	0,25	0,5	0,4
	3	12	0,5	0,75	0,6
	4	18	0,75	1,0	0,8
	5	24	1	1,25	1
Інтервал варіювання ΔX_i		24	1	1,25	1

Рівняння регресії для вихідних параметрів лляної трести, отриманої у процесі зберігання соломи льону олійного у природних умовах при обробці біопрепаратом «Фітоспорін-М» мають вигляд:

– для відокремлюваності, од. (1)

$$Y_{p1} = 1,775 + 10,361x_1 - 0,944x_2 - 4,046x_1^2 - 2,835x_1x_2 + 0,462x_2^2; \quad (1)$$

– для вмісту волокна, % (2)

$$Y_{p2} = 18,613 + 5,903x_1 - 1,04x_2 - 2,286x_1^2 - 1,259x_1x_2 + 0,24x_2^2; \quad (2)$$

– для лінійної щільності, текс (3)

$$Y_{p3} = 13,259 - 17,258x_1 + 1,582x_2 + 8,19x_1^2 + 3,908x_1x_2 - 0,257x_2^2; \quad (3)$$

– для розривного навантаження, сН (4)

$$Y_{p4} = 119,236 - 186,979x_1 + 10,617x_2 + 89,595x_1^2 + 37,41x_1x_2 + 7,664x_2^2; \quad (4)$$

– для відносного розривного навантаження, сН/текс (5)

$$Y_{p5} = 8,909 - 4,12x_1 + 0,204x_2 + 0,823x_1^2 + 2,059x_1x_2 + 0,305x_2^2. \quad (5)$$

Результати вимірювань та розрахунків коефіцієнтів регресії для соломи, що зберігалася у природних умовах протягом 24 місяців, наведено в табл. 2. Графічне відображення одержаних поверхонь відгуку залежності вихідних параметрів від вхідних факторів представлено на рис. 1.

Таблиця 2

Результати вимірювань та розрахунків коефіцієнтів регресії

№ з/п	Значення кодованих факторів		Значення параметрів оптимізації, Y									
	x_1	x_2	Y_1^{cep}	Y_{p1}	Y_2^{cep}	Y_{p2}	Y_3^{cep}	Y_{p3}	Y_4^{cep}	Y_{p4}	Y_5^{cep}	Y_{p5}
1.	0	0	1,3	1,775	18,1	18,613	14,32	13,259	131,7	119,236	9,2	8,909
2.	0	0,4	1,3	1,472	18,1	18,235	14,32	13,851	131,7	124,710	9,2	9,039
3.	0	0,6	1,3	1,375	18,1	18,075	14,32	14,116	131,7	128,366	9,2	9,141
4.	0	0,8	1,3	1,316	18,1	17,935	14,32	14,360	131,7	132,635	9,2	9,267
5.	0	1,0	1,3	1,293	18,1	17,813	14,32	14,583	131,7	137,518	9,2	9,418
6.	0,25	0	4,5	4,113	20,5	19,946	8,20	9,457	62,3	78,091	7,6	7,930
7.	0,25	0,4	4,1	3,526	19,7	19,442	9,42	10,439	75,3	87,306	8,0	8,267
8.	0,25	0,6	3,7	3,287	19,5	19,219	10,26	10,899	86,2	92,832	8,4	8,471
9.	0,25	0,8	3,2	3,086	18,8	19,016	11,04	11,339	97,1	98,972	8,8	8,701
10.	0,25	1,0	2,9	2,922	18,3	18,831	11,82	11,758	106,4	105,726	9,0	8,954
11.	0,5	0	6,0	5,944	21,0	20,993	6,54	6,678	45,8	48,146	7,0	7,055
12.	0,5	0,4	5,2	5,074	20,4	20,364	8,10	8,051	60,7	61,101	7,5	7,597
13.	0,5	0,6	4,8	4,694	20,1	20,078	8,86	8,707	70,0	68,498	7,9	7,905
14.	0,5	0,8	4,3	4,351	19,8	19,811	9,65	9,342	81,1	76,509	8,4	8,237
15.	0,5	1,0	3,8	4,045	19,5	19,563	10,45	9,956	92,4	85,133	8,8	8,593
16.	0,75	0	7,1	7,271	21,7	21,755	5,25	4,923	33,1	29,400	6,3	6,282
17.	0,75	0,4	5,7	6,116	20,8	20,999	7,15	6,687	50,8	46,096	7,1	7,030

Продовження таблиці 2

№ з/п	Значення кодованих факторів		Значення параметрів оптимізації, Y									
	x_1	x_2	Y_1^{cep}	Y_{p1}	Y_2^{cep}	Y_{p2}	Y_3^{cep}	Y_{p3}	Y_4^{cep}	Y_{p4}	Y_5^{cep}	Y_{p5}
18.	0,75	0,6	5,2	5,595	20,6	20,650	7,98	7,538	59,1	55,364	7,4	7,441
19.	0,75	0,8	4,8	5,110	20,3	20,320	8,74	8,368	69,9	65,245	8,0	7,876
20.	0,75	1,0	4,5	4,662	20,0	20,010	9,57	9,178	80,4	75,739	8,4	8,335
21.	1,0	0	8,3	8,091	22,3	22,230	4,17	4,191	23,8	21,853	5,7	5,612
22.	1,0	0,4	6,5	6,653	21,1	21,349	6,48	6,346	43,4	42,290	6,7	6,566
23.	1,0	0,6	6,0	5,990	20,9	20,937	7,22	7,393	50,5	53,429	7,0	7,079
24.	1,0	0,8	5,6	5,363	20,7	20,544	7,95	8,419	59,6	65,180	7,5	7,618
25.	1,0	1,0	5,2	4,774	20,4	20,171	8,81	9,424	70,5	77,545	8,0	8,180

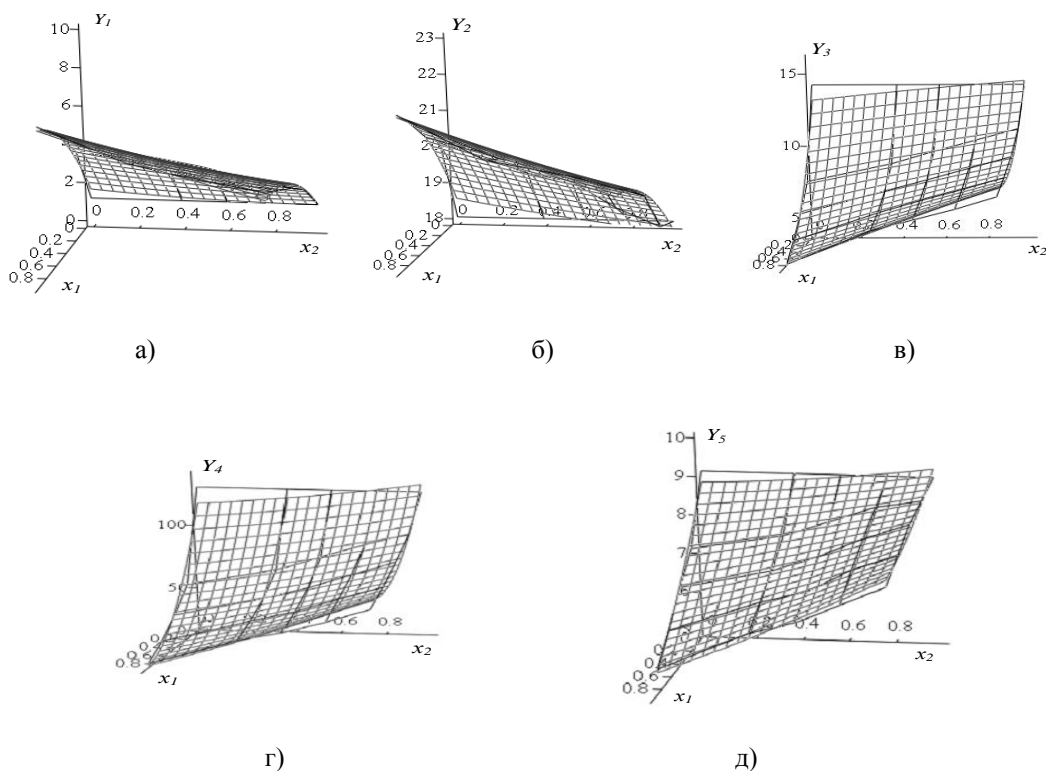


Рис. 1. Результати апроксимації залежності вихідних параметрів від вхідних факторів – x_1 -тривалості зберігання, міс; x_2 -концентрації препарату, %; під час зберігання соломи льону олійного в реальних умовах:

а) відокремлюваність, Y_1 , од.; б) вміст волокна, Y_2 , %; в) лінійна щільність, Y_3 , текс; г) розривне навантаження, Y_4 , сН; д) відносне розривне навантаження, Y_5 , сН/текс

Як показує аналіз отриманих графічних залежностей (рис. 1), зі збільшенням концентрації біопрепарату «Фітоспорин-М» від 0,5 до 1,25 % суттєво підвищується збереження якісних показників лубоподібного волокна, отриманого у процесі зберігання стебел соломи льону олійного у природних умовах протягом 24-х місяців.

Так, показник відокремлюваності при обробці стебел соломи біопрепаратом з концентрацією 1,25 % наприкінці зберігання становив 5,2 од., у той же час, при обробці соломи біопрепаратом з концентрацією 0,5 % цей показник дорівнював 6,5 од. Вміст лубоподібного волокна та лінійна щільність становили 20,4 % і 8,81 текс при обробці соломи з концентрацією 1,25 %, а при обробці соломи з концентрацією 0,5 % ці показники дорівнювали 21,1 % і 6,48 текс. Але при цьому показники розривного

навантаження та відносного розривного навантаження при обробці стебел льону зазначеним препаратом з концентрацією 1,25 % через 24 місяці становили 70,5 сН і 8,0 сН/текс, а при обробці з концентрацією 0,5 % дорівнювали лише 43,4 сН і 6,7 сН/текс відповідно. Висока міцність, як відомо з нормативно-технічної документації, є основним показником якості лляного волокна для виготовлення геотекстилю [14, 15].

Оскільки основними параметрами визначення якості одержаних трести та волокна згідно вимогам НТД [12] у процесі зберігання соломи льону олійного є відокремлюваність та розривне навантаження, то у програмному середовищі MathCAD2000 було отримано графічне відображення оптимальної області значень саме для цих вихідних параметрів (рис. 2). Лляна треста вважається вилежаною, якщо відокремлюваність становить від 4,1 до 7 од., при цьому розривне навантаження для лубоподібного одиничного волокна льону олійного повинно бути не нижче, ніж 40 сН. Можна вважати, що при отриманні водночас таких значень у процесі зберігання льоносировини є досягненням необхідного результату експерименту.

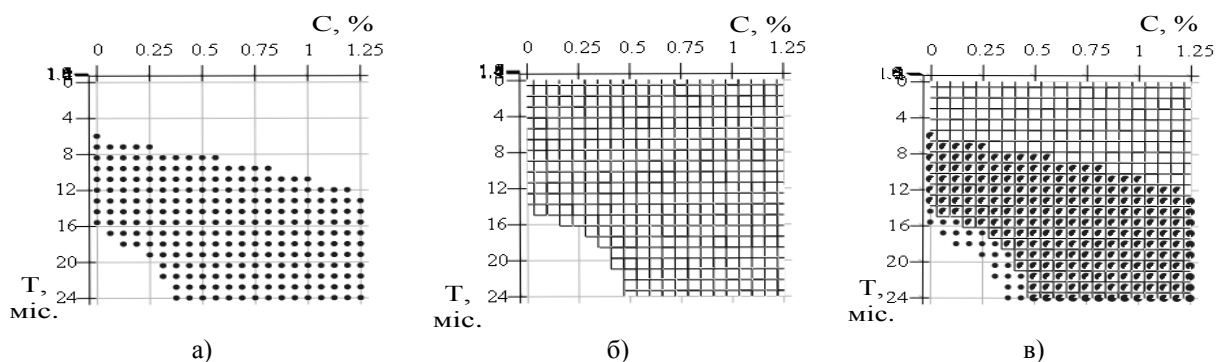


Рис. 2. Вплив вхідних факторів – Т-тривалості зберігання, міс та С-концентрації препарату, % – на визначення оптимальних вихідних параметрів: а) відокремлюваність, Y_1 , од.; б) розривне навантаження; Y_4 , сН; в) перетин областей Y_1 і Y_4

Аналіз моделей рівнянь регресії (1-5) та графічних образів (рис. 1, 2) свідчить, що при всіх концентраціях біологічно-активного препарату «Фітоспорін-М» через 18 місяців зберігання соломи льону олійного, одержано лляну тресту нормального ступеня вилежування. Через 24 місяці зберігання отримано тресту з більш високими фізико-механічними показниками. При подальшій механічній переробці такої трести одержано доволі міцне волокно, яке цілком придатне для застосування у виробництві технічного текстилю, у тому числі натурального геотекстилю різного функціонального призначення (рис. 3). Таким чином, при обробці стебел льону олійного зазначеним консервантом льоносировина з нормативною вологістю 19-23 % може зберігатися протягом тривалого часу без зниження технологічної якості сировини.



Рис. 3. Основні сфери застосування геотекстилю з волокна льону олійного

Висновки

1. На підставі проведених експериментальних досліджень рекомендовано перед пакуванням на зберігання обробляти стебла соломи економічно обґрунтованим екологічним біологічно-активним препаратом «Фітоспорін-М», що володіє здатністю припиняти розвиток целюлозоруйнівної та патогенної мікрофлори, яка розвивається на поверхні стебел льону, особливо підвищеної вологості, у процесі зберігання. Встановлено оптимальні концентрації застосування, умови та строки дії запропонованого препарату.

2. Побудовано математичні моделі залежності відокремлюваності, вмісту волокна, лінійної щільності, розривного навантаження, відносного розривного навантаження від строку зберігання лляної соломи та концентрації застосовуваного консерванту. Встановлено адекватність одержаних залежностей експериментальним даним.

3. За умови впровадження розробленої технології зберігання соломи льону олійного, одержане волокно може стати додатковою сировинною базою для виготовлення натурального геотекстилю різного функціонального призначення в Україні.

Список використаної літератури

1. Бобирь С.В. Перспективи розширення асортименту геотекстилю українського виробництва / С.В. Бобирь // Матеріали всеукраїнської наук.-практ. конференції «Якість та безпечність товарів», 26 квітня 2014 року, Луцьк / Луцький національний технічний університет. – Луцьк: редакційно-видавничий відділ Луцького НТУ, 2014. – С. 90-91.
2. Kathleen VDV. Research on the use of flax as reinforcement for thermoplastic pultruded composites / VDV. Kathleen: The 1-st Nordic Conference on flax and hemp processing. – Belgium, 1998.
3. Langer E. Flax in Germany – new technical and textile applications / E. Langer // The 1-st Nordic Conference on flax and hemp processing. – Germany, 1998.
4. Laine A. Flax Fibre Reinforced thermoplastics in injection moulding / A. Laine // The 1-st Nordic Conference on flax and hemp processing, 1998.
5. Зерно Херсонщини 2009. Льон олійний. Технологія вирощування: наук.-метод. рекоменд. / В.Л. Нікіщенко, М.П. Малярчук, С.О. Заець, В.І. Заверюхін. – Херсон: ВАТ «Херсонська міська друкарня», 2009. – 12 с.
6. Бобирь С.В. Сохранность качественных показателей соломы льна масличного в условиях юга Украины / С.В. Бобирь, Т.О. Кузьмина, М.И. Расторгуева // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – № 26. – С.29-37.
7. Чурсіна Л.А. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного: монографія / Л.А. Чурсіна, Тіхосова Г.А., О.О. Горач, Т. І. Янюк. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 356 с.
8. Кузьміна Т.О. Прогнозування сфери застосування волокна льону олійного / Т.О. Кузьміна, А.В. Островська, С.В. Бобирь // Розвиток країн в умовах глобалізації: технологічні, економічні, соціальні та екологічні проблеми: матеріали міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. 15-16 березня 2012 р. Ч.1. – Тернопіль: Крок, 2012. – С. 163-165.
9. Макаєв В.І. Проблеми механізації збирання льону-довгунця в Україні / В.І. Макаєв // Інноваційні напрямки в селекції, генетиці, технології вирощування, збирання, переробки і стандартизації технічних культур: матеріали міжнар. наук.-техн. конф. молодих вчених (Глухів, 2-4 грудня 2008 р.). – Суми: СОД, 2009. – С. 58-61.
10. Дідух В.Ф. Збирання та первинна переробка льону-довгунця: монографія / В.Ф. Дідух, І.М. Дударев, Р.В. Лірчук. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2008. – 215 с.
11. Солома льняная. Требования при заготовках: ГОСТ-28285-89. – [Введен 1990-01-07]. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 16 с. (Межгосударственный стандарт).
12. Треста лляна. Технічні умови: ДСТУ 4149:2003. – [Чинний від 2004-01-01]. – К.: Держстандарт України, 2004. – 17 с. (Національний стандарт України).
13. Кузьміна Т.О. Розробка рекомендацій для збереження якісних властивостей льоносировини під час тривалого зберігання / Т.О. Кузьміна, М.І. Расторгуєва, С.В. Бобирь // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип.14. Т.1. – Мелітополь: ТДАТУ, 2014. – С. 117-124.
14. Геотекстиль та віднесені до геотекстилю вироби. Необхідні характеристики для використання в роботах з контролювання ерозії (захист узбережжя, берегові покриви): ДСТУ EN 13253:2006 (EN 13253:2000, IDT). – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держстандарт, 2008. – 24 с. (Регіональний стандарт України).
15. Геотекстиль та віднесені до геотекстилю вироби. Необхідні характеристики для застосування в дорожньому будівництві (за винятком залізничних колій та асфальтових покриттів): ДСТУ EN 13249:2005 (EN 13249:2000, IDT). – [Чинний від 2006-01-07]. – К.: Держстандарт, 2006. – 24 с. (Регіональний стандарт України).