

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛЛЯНИХ ВОЛОКОН  
У ВИГОТОВЛЕННІ МЕДИЧНОГО ТЕКСТИЛЮ**

*У статті проаналізовано фактори швидкого розвитку виробництва і споживання медичного текстилю. Визначено вимоги до сучасних матеріалів, у тому числі і лляних, які використовуються у якості перев'язувальних засобів. Запропоновано характеристику фізико-механічних та гігієнічних властивостей лляної тканини залежно від технології вибілювання. Наведено основні асортиментні групи лляних медичних текстильних виробів, виготовлення яких освоєно у світовій практиці. Обґрунтовано необхідність розроблення нових перев'язувальних засобів на основі лляного волокна.*

*Ключові слова: медичний текстиль, медико-гігієнічні властивості льону, перев'язувальні засоби, нанотекстиль, лляні ватно-марлеві вироби.*

O.V. PAKHOLIUK, O.I. PERDRIY  
Lutsk National Technical University

**USING THE FLAX FIBERS IN THE MANUFACTURE OF MEDICAL TEXTILES**

*The article analyzes the factors of the rapid development of production and consumption of medical textiles. The requirements to modern materials, including flax used as a dressing. A description of the physical and mechanical properties and hygienic linen fabric depending on the technology bleaching. The basic assortment of medical linen textiles, production of which is mastered in the world. The necessity of developing new dressing from flax fiber.*

*Keywords: medical textile, medical and hygienic properties of flax dressing, nanotextile, linen cotton-gauze products.*

**Вступ**

Текстиль у медичній практиці традиційно використовували з метою виготовлення матеріалів для перев'язки і перекриття ран. За останні роки намітилась тенденція збільшення обсягів виробництва і розширення асортименту текстильних матеріалів медичного призначення.

Швидкий розвиток виробництва і споживання медичного текстилю в останні роки спричинили [1]:

- ріст популяції населення, особливо в країнах, що розвиваються та вирівнювання рівня і якості життя усіх прошарків населення у розвинених країнах;
- підвищення ризиків і статистики захворювань, пов'язаних з погіршенням екології і поширеності стресів;
- зміни вікової структури населення планети, особливо у розвинутих країнах (старіння населення);
- бурхливим розвитком фундаментальних досліджень в галузі хімії, фізики, біології, а також впровадженням в практику сучасного текстильного виробництва нових нано-, біо- і хімічних технологій.

Загальною властивістю всіх текстильних виробів медичного призначення є безумовна відсутність шкідливого впливу на організм людини при ефективному прояві своїх основних властивостей. Такими характеристиками володіють медичні текстильні вироби на основі лляного волокна.

Про медикаментозні властивості льону відомо давно. Тільки в останні роки ХХ ст. почали інтенсивно вивчати медико-гігієнічні властивості льону порівняно з іншими волокнами.

Лікарями, гігієністами, біологами протягом останнього часу встановлено, що лляні тканини пригнічують хвороботворні мікроорганізми та гриби, протистоять утворенню пролежнів, підвищують вміст імуноглобуліну в крові, швидше за інші зупиняють кровотечі, сприяють швидкому виділенню із під одягового простору вуглекислоти, знижують потовиділення при навантаженнях.

Лляний шовний матеріал вдало застосовується і при загоєнні ран після операцій, льон захищає від різних видів променевої енергії, досить гігієнічний – менше забруднюється, легше переться і стерилізується.

Хороша орієнтація макромолекул та високий ступінь полімеризації пояснюють високі фізико-механічні характеристики лляного волокна і його стійкість до руйнування під дією різного роду електромагнітних і світлових впливів. Унікальні медико-біологічні властивості, висока електропровідність, яка забезпечує на ньому відсутність зарядів статичної енергії пояснюється наявністю у волокнах льону ряду мікроелементів, в основному тяжких металів [2].

Як відомо, у склад крові людини входять 24 мікроелементи, в тому числі мідь, цинк, марганець, олово, кадмій, свинець тощо. Мікроелементи впливають на синтез і дію вітамінів. Недостача міді в організмі людини провокує зменшення вироблення гемоглобуліну і розвитку анемії. Марганець, кобальт, бор, кремній, мідь підвищують стійкість організму до грибкових захворювань. Вчені довели, що мікроелементи потрібні не тільки самим рослинам для росту, але й надають рослинам, а саме льону, де їх відносно багато, ряд важливих і корисних для людини властивостей.

Розроблені в останні роки технології модифікації короткого лляного волокна [3], дають можливість отримувати на його основі такі медичні вироби, як вату, ватоподібні волокнисті матеріали, атравматичні пов'язки, комбіновані перев'язувальні засоби, неткані санітарно-гігієнічні матеріали тощо.

Для отримання вищезазначених виробів застосовують різні способи облагородження лляної сировини: хімічну модифікацію та нові нехімічні способи. При хімічній модифікації технічні волокна льону

руйнуються на елементарні та напівкомплексні. У результаті цього, підвищується вміст целюлози більш ніж на 20 %, вміст лігніну – у 6 разів, а вміст вуглеводів не целюлозного характеру зменшується майже вдвічі. Отриманий продукт має певні переваги порівняно з бавовняною ватою: кращу шаруватість, підвищену капілярність та водопоглинання.

Розроблений у Херсонському національному технічному університеті спосіб інтенсивної фізико-хіміко-механічної обробки з попереднім емульсуванням короткого лляного волокна № 3 [3], дозволяє в умовах льонокомбінатів, встановивши невелику кількість допоміжного обладнання, одержувати волокнисту масу для виготовлення медичної вати з меншими матеріальними і енергетичними витратами.

#### Експериментальна частина

Вимоги до сучасних матеріалів, у тому числі і лляних, які використовуються у якості перев'язувальних засобів досить високі [4]. Перев'язувальні засоби повинні:

- мати високу механічну стійкість;
- бути стійкими до хімічної і мікробної біодеградації;
- характеризуватись мінімальною неспецифічною адсорбцією;
- бути здатними сполучатись з активними компонентами і не інгібувати дію активної речовини;
- не викликати механічного чи хімічного подразнення;
- здійснювати цитотоксичний і сенсibilізуючий вплив.

Залежно від призначення та місця аплікації виробу відрізняються вимоги до механічних властивостей матеріалу. За умови застосування на рановій, виразковій чи опіковій поверхні перевага надається тонкому атравматичному матеріалу. При застосуванні на поверхні тіла, що передбачає часту деформацію перев'язувального засобу (наприклад, кінцівки, ліктьові суглоби), важливим аспектом є наявність високих розривальних характеристик у вологому стані.

Важливою вимогою до перев'язувальних текстильних засобів є можливість газообміну кисню і вуглекислого газу та регулювання вологості.

При розробці перев'язувальних засобів для лікування гнійно-запальних уражень, необхідно враховувати гігроскопічні характеристики текстильного матеріалу (капілярність, швидкість змочування). Капілярність є критерієм здатності матеріалу ефективно вбирати гнійні виділення та осушувати рану.

Змочуваність має велике значення для швидкої зупинки кровотечі чи швидкої адсорбції ранового екссудату.

Лляні текстильні матеріали медичного призначення, добре сумісні з тканинами організму, і на відміну від бавовни мають ряд унікальних медикаментозних властивостей.

Вченими була встановлена активна властивість лляних волокон пригнічувати життєдіяльність мікроорганізмів [5]. Так, лляна сирова тканина повністю затримує ріст і розвиток колоній грибків у порівнянні з бавовняною тканиною (табл. 1).

Таблиця 1

**Біологічна активність лляної і бавовняної тканин**

№ з/п	Вид тканини	Загальна кількість бактерій (ЗКБ)	Загальна кількість грибів (ЗКГ)
1	Лляна сирова	13500	0
2	Лляна вибілена	1725	0
3	Бавовняна сирова	87500	26000
4	Бавовняна вибілена	22335	0

Вибілена лляна тканина має аналогічних бактерій у 13 разів менше. Проте, відомо, що вибілювання лляних волокон хлоровмісними препаратами, призводить до зниження міцності та бактерицидних властивостей лляної продукції. Тому, запропоновані, у тому числі, і нами [6] технології «холодного» вибілювання пероксидом водню та натрію гіпохлоритом дозволяють зберегти існуючі фізико-механічні властивості лляного волокна і підвищити його біологічну активність (табл. 2).

Також, вченими були проведені дослідження антимікробної активності перев'язочних засобів на основі льоноволокна. Встановлено, що зона затримки росту грибів у льономісних перев'язочних засобах у 2 рази вища, ніж у бавовни.

Лляні ватно-марлеві вироби володіють підвищеним гемостатичним ефектом, що було підтверджено клінічними дослідженнями, вони швидко зупиняють кровотечу (у порівнянні з аналогічними виробами з інших текстильних матеріалів), не сорбують мікрофлору, не прилипають до поверхні рани та не темніють під час стерилізації.

Хірургічні лляні нитки витримують стерилізацію кип'ятінням і автоклавом без суттєвої втрати міцності (не більше 1-1,5 %), а у вологому стані, міцність лляних ниток підвищується до 13%. Враховуючи, що в хірургічній практиці вузли в'язуться у вологому стані, то міцність на розрив лляних хірургічних ниток є найбільш цінним показником, який характеризує надійність накладеного хірургічного шва. Під час операцій лляні нитки використовуються для накладання швів на внутрішні органи, кістки, сухожилля, м'язи, шкіру, для легування кровоносних судин.

Відповідними клінічними дослідженнями підтверджена ефективність обгортання тіла вологою лляною тканиною для очищення організму від шлаків, шляхом їх витягування через пори шкіри. Волога лляна тканина легко відкриває пори на поверхні контакту і витягує забруднення і слиз.

**Характеристика фізико-механічних та гігієнічних властивостей лляної тканини залежно від технології вибілювання**

№ з/п	Досліджувані показники	Спосіб оброблення лляної тканини			
		сирова	хлором	пероксидом водню	натрію гіпохлоритом
1	Ступінь білості, %	13,0	67,0	118,0	115,0
2	Розривальне навантаження 25x50 мм, Н				
	а) за основою	331,0	225,0	235,0	233,0
	б) за утком	258,0	188,0	196,0	202,0
3	Капілярність, мм/год	73,0	77,0	104,0	100,0
4	Ступінь повітропроникності при 50 мм вод. стоп., мл/см <sup>2</sup> *с	215,	180,0	185,0	189,0

Значні дослідження з метою визначення ефективності використання лляної білизни для попередження появи пролежнів були проведені в Інституті натуральних волокон Польщі, у клініках Польщі та Японії. Результати досліджень показали, що при контакті пролежня з лляною тканиною відбувається підсушування поверхні шкіри та витягування продуктів некротичного розкладу. Проведені у Росії дослідження зі створення протипролежневих серветок із чисто лляної тканини з нанесенням на неї протипролежневого засобу рослинного походження показали, що в разі нанесення такої серветки на пролежень розщеплюються омертвілі, нежиттєздатні тканини, а лляна серветка поглинає їх.

В Інституті натуральних волокон також досліджувався стан хворих, які використовували лляну, бавовняну та синтетичну постільну білизну. В результаті досліджень виявлені значні зміни температури тіла хворого під час сну, що пов'язано з динамікою зміни вмісту імуноглобуліну.

Також відомі дані позитивного впливу лляного волокна на шкіру людини і її імунітет. У хворих на нейродерміт та атіпічний діатез шкіри спостерігається алергія на вовну, бавовну, синтетичні волокна. Роль збудника у всіх випадках відіграє текстильний матеріал та хімічні речовини, які використовувалися у його виготовленні та обробленні.

Ще однією унікальною властивістю лляних матеріалів є поглинання «м'якого» іонізуючого випромінювання. Дослідження в цій галузі показали, що текстильне полотно з лляного сирового волокна здатне послаблювати інтенсивність слабого іонізуючого випромінювання на 10–30 % і після спеціальних обробок майже повністю придушувати його.

Відповідними науковими дослідженнями встановлено, що при деформації і руйнуванні текстильні матеріали, особливо луб'яні, виділяють слабкі електромагнітні випромінювання. Особливістю лляного одягу є можливість для людини додатково отримати заряд енергії, підсилити імунітет та підвищити працездатність. Передаючи свою енергію людині лляні волокна пом'якшують, а інколи і нейтралізують наслідки негативного впливу навколишнього середовища на організм.

В результаті досліджень встановлено позитивний вплив льону і волокон бівіскози, практично на всі органи людини (крім суглобів, на які позитивно впливають вовняні волокна), в той час як волокна бавовни ніякого позитивного впливу на органи і тканини людини не надають.

Нажаль, вітчизняна медицина практично позбавлена лляних текстильних матеріалів медичного призначення, які б виготовлялися українськими підприємствами, і були б доступні за вартістю лікувальним установам та громадянам. Проте слід зазначити, що асортимент медичного текстилю дуже широкий. У табл. 3 наведено основні асортиментні групи лляних медичних текстильних виробів, виготовлення яких освоєно у світовій практиці.

В останні роки, як свідчить аналіз зарубіжних наукових публікацій, новим напрямом є використання нанотехнологій для виробництва та оброблення текстильних матеріалів і виробів медичного призначення [7]. При цьому найбільш перспективним є застосування у текстильному виробництві тих нанотехнологій, які забезпечують одночасне отримання на матеріалах і виробках декількох корисних ефектів: лікувальних, бактерицидних, антимікробних тощо.

Льон у поєднанні з наноконпонентами може застосовуватись не тільки у медицині, але й в косметології. Позитивний досвід успішного використання лляного нанотекстилю в медицині мають російські вчені.

Виявилось, що на текстильній основі, за допомогою полімерних наноконпозицій – гелів, які можуть включати в себе широкий асортимент ліків, можна створити композиційний лікувальний текстиль, у тому числі і для допомоги в лікуванні онкохворих. Такі наноконпозиції на текстильній основі дозволяють адресно підводити необхідні ліки до ракової пухлини. Ці наноконпозиції є своєрідним депо, куди можна розміщувати необхідні ліки. Нова продукція уже пройшла необхідні клінічні дослідження і рекомендована для використання у лікарських закладах Росії, Казахстану та Республіки Білорусь.

**Основні асортиментні групи лляних виробів медичного призначення**

Група	Підгрупа
Медична вата: - гігієнічна - хірургічна - очна	- ватні адсорбуючі прокладки - підв'язки - ватні аплікатори - ватні кульки - ватні наконечники на палички
Ватно-марлеві напівфабрикати: - медичного призначення - санітарно-гігієнічного	- стоматологічні ватні вироби; - вироби для косметики та макіяжу (диски, кульки)
Бінтова марля	- медичні марлеві бинти - марлеві тампони (серветки) - гіпсові бинти - марлеві хірургічні серветки з прошарками вати - хірургічні нитки
Перев'язувальні матеріали	- серветки медичні гігроскопічні антибактеріальні - пов'язки лікувальні - післяопікові пов'язки - гемостатичні пов'язки
Компресійні вироби	- еластичний бинт - гіпсовий бинт - бандажі: післяопераційні - лікувально-профілактичні - спортивні - панчохи, напівпанчохи, колготи
Захисний медичний одяг і вироби одноразового використання	- білізна одноразова - спецодяг для операційних - головні убори - чохла для крісел під голову пацієнта - нагрудники для стоматології - пелюшки, підгузки, бахіли - комплекти для новонароджених
Постільна білізна	- простирадла - наволочки - пелюшки

**Висновки**

Отже, лляні текстильні матеріали, завдяки високій міцності, гігроскопічності та повітропроникності можуть широко застосовуватись в медицині для виготовлення різноманітних виробів медико-гігієнічного призначення. Дослідження показали, що лляний медичний текстиль не тільки захищає рани від зовнішнього середовища, але й забезпечує надходження в них ліків потрібної концентрації.

Створення «розумного» текстилю з використанням волокон льону, дозволяє використовувати широкий спектр можливостей волокна, для створення різноманітних «ефектів» в залежності від їх призначення.

**Література**

1. Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды / Г.Е. Кричевський. – М., 2011. – 528 с.
2. Пахолук О.В. Товарознавчі аспекти формування асортименту та якості лляних тканин : монографія / О.В. Пахолук. – Луцьк : Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2011. – 186 с.
3. Кузьміна Т.О. Якість і стандартизація модифікованих лляних волокон : монографія / Т.О. Кузьміна, Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова. – Херсон : Олді-плюс, 2009. – 416 с.
4. Хохленкова Н.В. Розробка методичних підходів до створення фармакологічно активних перев'язувальних засобів / Н.В. Хохленкова // Запорозький медичний журнал. – 2012. – № 5 (74). – С. 105–109.
5. Живетин В.В. Лен и его комплексное использование : учеб. пособ. / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург, О.М. Ольшанская. – М. : Информ-знание, 2002. – 400 с.
6. Демкович О.В. Ресурсозберігаюча технологія вибілювання лляних платтяно-сорочкових тканин / О.В. Демкович, С.О. Поліщук // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2009. – № 2. – С. 104–108.
7. Юданова Т.Н. Современные раневые покрытия: получение и свойства (обзор) / Т.Н. Юданова, И.В. Решетов // Химико-фармацевтический журнал. – 2006. – Том 40, № 2. – С. 24–31.

Рецензія/Peer review : 15.12.2016 р.

Надрукована/Printed :4.2.2017 р.

Рецензент : д.т.н., проф. Байдакова Л.І.