

ПАРАСКА ОЛЬГА

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-3803-0382>e-mail: olgaparaska@gmail.com

НЕГОРУЙ ВИТА

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0009-0003-9262-8689>e-mail: negoruyvv@khmnu.edu.ua

РЕЗНІКОВА ВЕРОНІКА

Херсонський державний аграрно-економічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7591-3619>e-mail: reznikovaveronika16@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ НАТУРАЛЬНИХ ВОЛОКОН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВИРОБІВ ВІЙСЬКОВО-ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті наведено результати досліджень властивостей натуральних матеріалів: бавовняних, лляних, конопляних, джутових, вовняних та з натурального шовку. Наведено порівняльні характеристики тканин з натуральних волокон рослинного і тваринного походження. Охарактеризовано споживчі властивості натуральних волокон та перспективи їх застосування при створенні одягу військово-побутового призначення.

Ключові слова: натуральні волокна, споживчі властивості, льонарство, коноплярство, вовна, бавовна, джут, натуральний шовк, еко-одяг, текстильні вироби.

PARASKA OLGA, NEGORUY VITA

Khmelnitskyi National University

REZNIKOVA VERONIKA

Kherson State Agrarian and Economic University

PROSPECTS FOR THE USE OF MODERN NATURAL FIBERS FOR THE PRODUCTION OF MILITARY HOUSEHOLD PRODUCTS

The article analyzes the properties of textile materials made from natural fibers and their impact on human health and the environment. It should be noted that natural fibers have excellent hygienic and vapor-permeable properties, which allows air to penetrate the fabric. This makes them comfortable to wear in different seasons and in different conditions, as they regulate body temperature and humidity. Many natural fibers, such as wool and cotton, are hypoallergenic and less likely to irritate sensitive skin than some synthetic materials.

Studies have shown that natural fabrics have a range of positive properties and are not harmful to the environment. In addition, fabrics made from natural fibers have a range of health properties, which is important when creating textiles for military and household use and rehabilitation clothing. A comparative characterization of the consumer properties of natural fibers has shown that natural fibers have excellent hygienic and vapor-permeable properties, which allows air to penetrate the fabric. This makes them comfortable to wear in different seasons and in different conditions, as they regulate body temperature and humidity. Many natural fibers, such as wool and cotton, are hypoallergenic and less likely to irritate sensitive skin than some synthetic materials. In addition, products made from natural fibers can be quite strong and durable, which are valuable parameters for products, especially for military use.

An equally important factor is that clothing made from natural fibers decomposes naturally, which reduces problems with waste disposal and recycling, and has a smaller environmental footprint.

So, natural fibers are renewable and environmentally friendly sources of raw materials for the creation of eco-friendly military-civilian clothing.

The combination of hygienic and environmental properties of natural materials is promising for the production of rehabilitation clothing and materials for the military, as well as textiles with a health-promoting effect.

Keywords: natural fibers, consumer properties, flax, hemp, wool, cotton, jute, natural silk, eco-clothing, textiles.

Постановка проблеми

Вимоги до текстильних виробів постійно зростають, відповідно до змін ритму сучасного життя, суспільних потреб та середовища проживання. В текстильній промисловості використовують сучасні технології для виробництва одягу, який відповідає вимогам споживачів [1, 2]. Крім того, постійно змінюється асортимент текстильних виробів, та техніко-екологічні вимоги до технологій виробництва. Виробництво текстильних виробів військово-побутового призначення включає широкий асортимент продукції, який використовується як у військових, так і у цивільних сферах. Це повсякденний уніформний одяг, бойові форми для військовослужбовців, захисні костюми від хімічних, біологічних, радіаційних та ядерних загроз (ХБРЯЗ), бронезилети, захисна екіпіровка, тактичний одяг, спеціальний одяг для поліції та сил безпеки, тканини з підвищеною міцністю та зносостійкістю, водонепроникні та вітрозахисні матеріали, палатки та намети для польових умов, герметичні сумки для захисту від води та пилу, текстиль для медичного та манітарного використання (бинти, тканини для виготовлення медичного одягу, тканини з антимікробними властивостями), функціональний одяг для екстремальних умов (одяг для роботи у холоді та спекоті, у вологих умовах), рукавички та шапки, рюкзаки та сумки зі спеціальними функціями (камуфляж, водонепроникність), знаки розпізнавання (нашивки, елементи для ідентифікації, наруканні знаки). Вироби цього асортименту використовуються не лише в військових операціях, а й у різних сферах цивільного життя, тому такі вироби мають відповідати ряду споживчих вимог [3, 4, 5]. Зокрема, витривалість, зносостійкість, легкість, комфортність, еластичність, водовідштовхувальність, водонепроникність, теплоізоляційність,

паропроникність, антибактеріальність, гіпоалергенність. Також сучасні текстильні вироби військово-цивільного призначення можуть мати різні функціональні властивості такі як вбудовані сенсори, нагрівальні елементи, відбиваючі елементи та інше. Слід зазначити, що сучасні текстильні матеріали, особливо з натуральних волокон дозволяють використовувати різноманітні кольори, текстури та дизайни, що розширює можливості для створення водночас функціональних та естетично привабливих виробів. З'являється новий клас текстильних матеріалів, створених з урахуванням екологічних аспектів, таких як біорозкладання або використання вторинних матеріалів.

Поєднання цінних властивостей натуральних волокон забезпечують сучасні текстильні вироби комплексом споживчих властивостей та сприяють створенню інноваційних та функціональних продуктів.

Однак, екологічний стан планети знаходиться в незадовільному стані. Численні викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище призводять до незворотних процесів, які загрожують подальшому існуванню людства. Значна частка цих викидів припадає на текстильну промисловість – одну із найбільш забруднювальних у світі, яка призводить до виснаження земельних та водних ресурсів, утворення відходів та потрапляння шкідливих речовин в атмосферу [3, 6, 7].

Саме тому і виникає потреба у використанні більш екологічних технологій та матеріалів без шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людей на всіх етапах виробничого процесу.

Аналіз останніх джерел

Сучасні технологічні інновації сприяють усвідомленню необхідності створення смарт виробів в текстильній промисловості, основною характеристикою яких є енергоефективність, екологічні властивості та доступність матеріалів. На думку багатьох дослідників [5, 8, 9, 10, 11, 12], вихідні матеріали, що використовують для створення текстильних виробів, зокрема військово-побутового призначення зазнають докорінних змін під впливом технологій та інновацій.

Спостерігається стійка тенденція удосконалення та використання матеріалів і тканин з підвищеними енергозберігаючими та екологічними властивостями.

Метою роботи є: визначення перспектив застосування сучасних натуральних матеріалів в текстильній промисловості для виробів військово-цивільного призначення, акцентуючи основну увагу на екологічність та споживчі властивості волокон.

Виклад основного матеріалу

Останніми роками в усьому світі стрімко зростає попит на екологічно чисту продукцію, виготовлену з натуральної сировини [1, 3, 6]. Цінні споживчі властивості натуральних волокон пов'язані зі специфічними природними характеристиками, які не можуть бути замінені іншими видами волокон у асортименті продукції. Тому тривалий час вироби з натуральних волокон користуються попитом серед споживачів. Натуральні волокна мають значні переваги у порівнянні із синтетичними і штучними волокнами [1, 2, 13]. Натуральні волокна характеризуються меншими потребами в енергії, відновлюваністю, відсутністю подразнення шкіри, вищим співвідношенням міцності до ваги, більшою довжиною співвідношення сторін до діаметра (L/D) близько 100, а також більш високим модулем міцності та пружності. Це сприяє використанню виробів з натуральних волокон для потреб людини, а також для промисловості. Зокрема є сировинною базою для текстилю, целюлози та паперу, аксесуарів, біо-композитів [4].

Основними компонентами тваринних та рослинних волокон є білок і целюлоза. Як правило, всі рослини містять целюлозу, геміцелюлозу та лігнін, які складають три основні органічні складові клітинних стінок рослини, представлено на рис.1. Крім того, природні волокна також містять пектин, віск, водорозчинні речовини і олії [8].

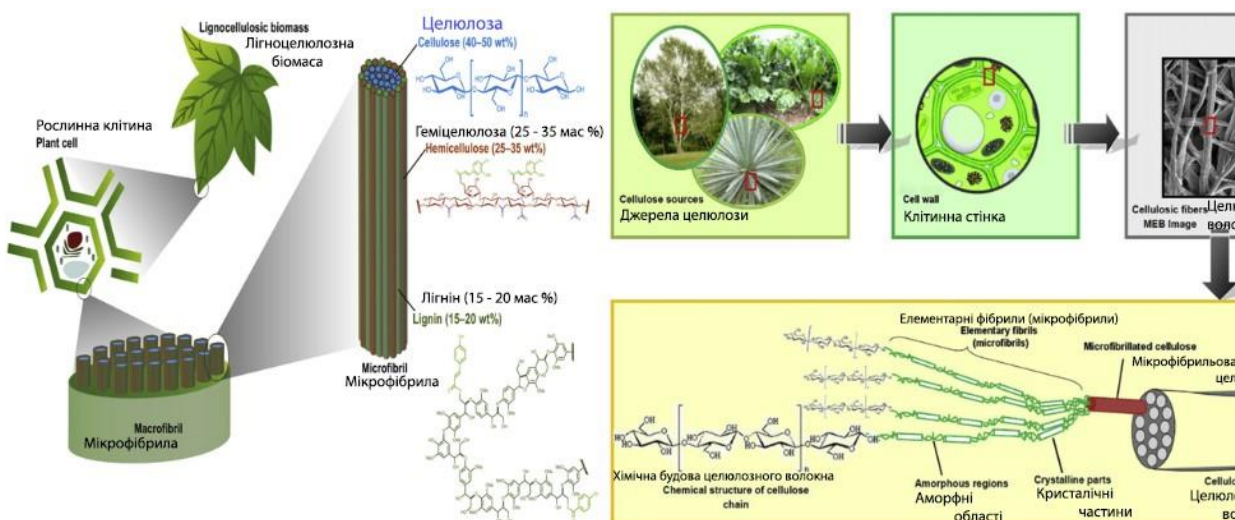


Рис.1. Структура целюлози, геміцелюлози і лігніну

Властивості волокон впливають на кут мікрофібрилу та розташування всередині клітинної стінки. Хоча рослини складаються з лігноцелюлозного матеріалу, значні відмінності можуть спостерігатися між різними типами рослин, що впливає на використання типу матеріалу у виробничому процесі.

В основному високий вміст целюлози і найнижчий лігнін забезпечують високу міцність на розривання текстильних матеріалів. Однак кореляція не завжди лінійна через велику кількість факторів, які впливають на міцність та розривання текстильних матеріалів і виробів з них [1, 4]. Целюлоза, особливо кристалічні частини, мають великий вплив на значення міцності та розривання матеріалів. Чим вище кристалічність целюлози, тим більша буде міцність волокна та виробів з них. Оскільки лігнін знаходиться між целюлозою і геміцелюлозою, то положення лігніну на біомасі також впливає на міцність та розрив волокон, відбувається зменшення міцності на розривання.

Целюлозні рослинні волокна мають високу здатність поглинання вологи і погану стабільність розмірів, оскільки вони зазвичай набухають при контакті з водою [4, 14]. Основними представниками целюлозних волокон є: бавовна, льон, коноплі, джут, кропива.

Бавовняне волокно – це волокно, що покриває насіння бавовни. Основною речовиною (до 96 %), з якої складається бавовняне волокно, є целюлоза. Довжина бавовняних волокон коливається від 1 до 55 мм. За довжиною волокон бавовна поділяється на коротку (від 20 до 27 мм), середню (від 28 до 34 мм) і довгу (від 35 до 50 мм). Бавовна з довжиною волокон менше 20 мм (непрядена) не може бути використана для виробництва пряжі. Існує певна залежність між довжиною і товщиною бавовняних волокон: чим довше волокно, тим воно тонше. Бавовняні тканини гігієнічні, важливою властивістю бавовни є гігроскопічність (від 8 до 12 %). Бавовна має високу термостійкість, розщеплення волокон не відбувається до 140 °С. Бавовна має щільність 1,52 г/см³, міцність від 22 до 36 г/текс, подовження до 8 %, волокна мають високий ступінь еластичності. Волокна досить міцні, характеризуються збільшенням міцності на розрив до 17 % у вологих умовах. Це пов'язано з подвоєнням площі поперечного перерізу волокна внаслідок сильного набухання у воді. Бавовняні волокна більш світлостійкі, ніж натуральний шовк, але поступаються за світлостійкістю луб'яним і вовняним волокнам. Бавовняні волокна мають низьку еластичність, легко зминаються, мають високу здатність до зсідання, високу лугостійкість але низьку кислотостійкість. За рахунок комплексу цінних властивостей бавовняні волокна тривалий час використовуються у тканих, трикотажних і нетканих матеріалах різного призначення, шторах, тюлі, мереживних виробах, швейних нитках. Високі гігієнічні властивості бавовняних волокон сприяють широкому їх використанню для виробництва медичних, одяжних, білизняних, текстильних виробів військово-побутового призначення. Кручена бавовна використовується для різноманітних виробів технічного призначення (пряжа, мотузка, канат, шпагат).

Льон і коноплі – традиційні українські технічні культури, продукцію яких широко використовують в текстильній, фармацевтичній, хімічній, харчовій промисловості та ін. На початку 1990-х років льонарство та коноплярство були надзвичайно прибутковими галузями. Займаючи до 12 % посівних площ у фермерських господарствах, льон і коноплі забезпечували більше половини фінансових надходжень від рослинництва та успішно вирішували питання економічного і соціального розвитку сільських громад [15].

Конопляні тканини зберігають до 20 % конопляної олії після обробки і прання, залишаються біологічно активними, безпечні для людини, підтримують температурний баланс. Також володіють антисептичними властивостями, запобігають негативному впливу УФ-випромінювання, гіпоалергенні. На жаль, із забороною вирощування конопель Україна втратила не лише цінну сільськогосподарську культуру, а й культурну спадщину та звичаї [3, 9].

Зростаючий інтерес до льону та конопель в Європейському Союзі (ЄС) і в усьому світі зумовлений насамперед їхньою відносною дешевизною (низькими енергетичними та сировинними витратами) та доступністю сировини. Слід зазначити, що такий інтерес до культури відбувається на тлі технічного та технологічного переоснащення переробних підприємств, збільшення використання конопель, а також на тлі збільшення використання льону та продукції з нього.

Окрім технічних тканин, промисловість розвинених країн виробляє широкий асортимент побутових тканин і трикотажу з льону та конопель [3, 7, 9]. Слід зазначити, що попит на одяг з конопляної сировини в останні роки значно зріс завдяки його споживчим характеристикам.

Джут (юта, калькутська пенька) – це екзотичний текстильний матеріал, який експортують в Європу зі Сходу. За розмірами споживання у світовому масштабі джут займає друге місце після бавовни. Джут належить до волокнистих (луб'яних) рослин світового значення, в стеблах якого міститься від 20 до 25 % цінного волокна. Волокно джуту дуже грубе, сухе, ламке, але міцне на розрив. Воно відрізняється високими прядильними якістьми. Інша виняткова властивість джутового волокна – велика гігроскопічність, при високій відносній вологості повітря джут містить до 30 % вологості, залишаючись при цьому сухим на дотик. У хімічному відношенні джутове волокно значно відрізняється від інших волокон. Воно містить велику кількість домішок лігніну і бастину (речовина, споріднена з лігніном, але гнучкіша).

Головними перевагами джуту є дешевизна, чистота волокна, легкість, висока гігроскопічність і застилість (при сплюснуванні пряжі пасма зберігають форму і надалі). Однак джутове волокно має певні технічні недоліки: грубість волокна, швидке псування в мокрому стані, невеликий термін експлуатації. Перевагою джутового волокна є те, що це природний високомолекулярний полімер, що скріплює волокна целюлози в деревині. Його наявність визначає механічні характеристики та водопроникність дерева. Через особливості будови, джутове волокно – досить міцне, але грубе та жорстке, тому з нього не можна отримати

пряжу для виготовлення тонких тканин. Завдяки гігроскопічності з джуту виробляють мішки, які чудово вбирають вологу, але не пропускають її всередину. В даний час джут застосовується головним чином для виготовлення технічних тканин та матеріалів: мотузок, шпагатів, мішечної тари, різних видів меблевої та пакувальної тканини, для вироблення основи лінолеуму. Джутову мішковину також використовують для пакування більш дорогих видів текстильних волокон: льону, бавовни, вовни.

Серед важливих целюлозних волокон, які мають перспективи для виробництва виробів військово-побутового призначення є кропива. Кропива тисячоліттями використовувалася для виготовлення одягу [3, 6].

Волокно більшості видів кропиви має цінні споживчі властивості, які дозволяють їй на рівних конкурувати з такою відомою сировиною, як льон і бавовна. Особливо цінними є *Boehmeria nivea* (Рамі), вид кропиви, що походить зі Східної Азії. Зовні вона нагадує кропиви дводомну, але значно вища за кропиви звичайну. Вона може досягати висоти понад 2 метри, стебла гладенькі, дерев'яністі, без колючок. Первинні волокна складаються з майже чистої целюлози (78 %), товстостінних веретеноподібних клітин з центральним жолобком.

Тканини з таких волокон не тільки довговічні, але й надзвичайно красиві. Вони мають природний шовкоподібний блиск і можуть бути легко пофарбовані, не втрачаючи при цьому шовковистості. Одяг стійкий до стирання, добре прилягає до тіла і надовго зберігає свій красивий шовковистий блиск.

Вовна – давня і цінна текстильна сировина. Вовна має унікальні властивості, такі як гігроскопічність, еластичність, міцність та пружність [4, 16].

Вовняне волокно є основною сировиною тваринного походження в текстильній промисловості, а також широко використовується в інших галузях, зокрема у виробництві різноманітних тканин, трикотажних, нетканих виробів, пряжі та ін [4, 17].

Важливим натуральним волокном тваринного походження є шовк. Основними виробниками натурального шовку (білкового матеріалу) є дубовий та тутовий шовкопряд. Структура нитки подібна до людського волосся. Основа її складу – білок, в якому міститься 40 % серицину, 18 видів амінокислот, близько 3 % жирів та воску, а також до 2 % натрію та калію [18].

Красиві шовкові тканини тисячоліттями цінуються в усьому світі за рахунок своїх унікальних властивостей. Як натуральний матеріал, шовк має достатньо хороші характеристики, а саме: високі терморегуляційні властивості (зберігає тепло взимку, охолоджує влітку, поглинає і виводить вологу). Антибактеріальні властивості шовкових матеріалів перешкоджають розвитку кліщів та інших мікроорганізмів. Ці властивості використовують при створенні одягу для людей і дітей, які страждають на астму та інші алергічні захворювання. А також є перспективними при створенні реабілітаційного одягу та матеріалів для військових.

В даний час існує багато сучасних високотехнологічних матеріалів, отриманих з природних джерел, які можуть задовольнити не лише потреби людства, але й турботу про навколишнє середовище. Наприклад, павутинна тканина, шедевр текстильного мистецтва, має багато переваг перед натуральним шовком з точки зору міцності та довговічності. Однак ці матеріали застосовуються в експериментально-дослідних центрах, тому єдиним недоліком виробництва цього матеріалу є його висока ціна, зумовлена складністю вирощування та догляду за спеціальними павуками [3, 6, 12].

Існує певна класифікація тканин, які за одиничними показниками можна вважати екологічно чистими. Передусім – це можливість поновлювати ресурси, тобто, ця сировина, повинна відновлюватися у відносно короткий строк. Другий чинник – це необхідна площа землі, що затрачена на вирощування певного продукту. Й третій чинник – це кількість хімічних та опоряджувальних речовин, що використовуються у технологічному циклі, від вирощування волокна до виробництва готової продукції [5, 7, 9].

У таблиці 1 наведено порівняльну характеристику споживчих властивостей натуральних волокон рослинного походження.

Таблиця 1

Споживчі властивості натуральних тканин рослинного походження

Властивості	Льон	Бавовна	Конопля	Джут
Міцність	висока	висока	висока	висока
Зминальність	висока	висока	не значна	не значна
Усадка	висока	висока	не значна	не значна
Алергенна дія	не схильний	відсутня	не схильний	відсутня
Вплив на організм	оздоровчі якості	не впливає	оздоровчі якості	не впливає
Вплив на хвороботворну мікрофлору	пригнічує	не впливає	пригнічує	не впливає
Екологічність	Не завдає шкоди, є біорозкладним	Виробництво вимагає великої кількості води і хімікатів	Не завдає шкоди	Не завдає шкоди, є біорозкладним

Порівняльна характеристика споживчих властивостей натуральних тканин тваринного походження представлена в таблиці 2.

Таблиця 2

Споживчі властивості натуральних тканин тваринного походження

Властивості	Вовна	Натуральний шовк
Міцність	добра	висока
Зминальність	відсутня	середня
Усадка	схильна	не значна
Алергенна дія	схильна	відсутня
Вплив на організм	оздоровчі якості	оздоровчі якості
Вплив на хвороботворну мікрофлору	не впливає	пригнічує
Екологічність	не завдає шкоди	не завдає шкоди

Аналізуючи дані таблиць 1, 2, спостерігаємо, що натуральні тканини володіють великим спектром позитивних властивостей, а також не завдають шкоди довкіллю. Крім того, тканини з натуральних волокон володіють спектром оздоровчих властивостей, що є важливим при створенні текстильних виробів військово-побутового призначення.

Однак сировинна база для виробництва натуральних волокон в Україні значно скоротилася і динаміка продовжує зменшуватися, про що свідчать дані розташування найбільших центрів виробництва натуральних тканин в Україні до 2022 року. Загалом: виробництво бавовняних тканин було зосереджено – Херсонська обл., Тернопільська обл., Дніпровська обл., Чернівецька обл.; лляних тканин – Сумська обл., Рівненська обл., Житомирська обл.; конопляних тканин – Одеська обл., Харківська обл.; джутових тканин – Одеська обл., Харківська обл.; вовняних тканин – Чернігівська обл., Хмельницька обл., Сумська обл., Криворізька обл., Харківська обл., Одеська обл.; тканин з натурального шовку – Київська обл. Якщо дана ситуація не зміниться, залежність вітчизняних підприємств легкої промисловості від імпортової сировини та імпортованих тканин зростатиме. Дане становище ускладнюють військові дії на території України. Через проблеми з сировиною для текстильного виробництва, підприємства легкої промисловості в більшості залежать від імпорту. А це в свою чергу призводить до зростання цін на текстильні вироби та відповідно забезпечення доступності споживачів до якісного еко-одягу [6, 7, 11].

Тому, у виробничих процесах сучасних текстильних виробів військово-побутового призначення, необхідно ефективно поєднувати натуральні матеріали, безпечні опоряджувальні засоби, енергоефективні технології у відповідності до світових стандартів та вимог споживачів.

Висновки

Кожен тип натурального волокна має свої особливості, і вибір залежить від конкретних вимог та використання матеріалу для текстильних виробів військово-цивільного призначення. Виробництво одягу з натуральних волокон зазвичай менше навантажує навколишнє середовище порівняно з синтетичними матеріалами. Вироби з натуральних волокон розкладаються природним чином, не викликаючи проблем з утилізацією та рециклінгом.

Натуральні волокна мають відмінні гігієнічні і паропроникні властивості, що дозволяє повітрю проникати через тканину. Це робить їх комфортними для носіння в різні пори року, та в різних умовах, оскільки вони регулюють температуру тіла та вологість. Багато натуральних волокон, зокрема вовна та бавовна, є гіпоалергенними та мають менше ймовірності викликати подразнення чутливої шкіри порівняно з деякими синтетичними матеріалами.

Вироби з натуральних волокон можуть бути досить міцними та витривалими. Вовна, наприклад, має високу витривалість і може служити протягом тривалого часу без втрати якості. Крім того, як вовняні волокна мають властивості стійкості до запахів, що може бути корисним у виробництві функціонального одягу військово-цивільного призначення.

Текстильні вироби, виготовлені з натуральних волокон, часто мають природний та естетичний вигляд, приємну текстуру та забарвлення, що сприяє постійному застосуванню для виробництва високоякісного одягу різного асортименту.

Слід зазначити, що одяг з натуральних волокон розкладається природним чином, що зменшує проблеми щодо вивезення і переробки відходів, має менший екологічний слід.

Таким чином, натуральні волокна є поновлюваними і екологічно чистими джерелами сировини для створення еко-одягу військово-цивільного призначення.

Зокрема характерні властивості натуральних волокон: біорозкладні, доступні, володіють високою міцністю, теплоізоляцією, хорошими фізико-хімічними властивостями, забезпечують виробництво якісних виробів військово-побутового призначення, відповідно до сучасних вимог та потреб споживачів. Поєднання гігієнічних та екологічних властивостей натуральних матеріалів є перспективним для виробництва реабілітаційного одягу та матеріалів для військових, а також текстильних виробів з оздоровчим ефектом.

References

1. A review on natural fibers for development of eco-friendly bio-composite: characteristics, and utilizations. *Journal of Materials Research and Technology* Volume 13, July–August 2021, Pages 2442-2458.
2. Mittal K., Bahners T.: *Textile Finishing: Recent Developments and Future Trends*, John Wiley&Sons, 2017, 588r.
3. Salerno-Kochan R., Kowalski M.: Safety Management of Textile Products in the European Union and Estimation of its Efficiency. Part 2. General problems of the fibre and textile industries, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2020, 28, 3(141), pp. 12-17, <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.9012>
4. Kushchevskiy M. O., Shvets H. S. *Materialoznavstvo shveinoho vyrobnytstva: navchalnyi posibnyk* / M. O. Kushchevskiy, H. S. Shvets. – K.: Vydavnychi dim «Kondor», 2021. – 412 s.
5. *Voloknysti materialy ta vyroby lehkoi promyslovosti z prohnozovanyimi bariernymi medyko-biologichnymi vlastyvostyami. Ch.2 : Materialy ta vyroby lehkoi promyslovosti z prohnozovanyimi bariernymi medyko-biologichnymi vlastyvostyami : monohrafiia : v 2 t. / [S. M. Bereznenko, V.I. Vlasenko, I. A. Ihnateva, M. V. Kolosnichenko, V.V. Kostrytskyi, V. P. Popov, Ye.A. Prokopova, A. M. Slizkov, N.P. Suprun]. — K. : KNUTD, 2014. – 260 s. ISBN 978-966-7972-20-2.*
6. Ilic S., Petrovic T., Djukic G.: Eco-innovation and Sustainable Development, *Problems of sustainable development*, 2022, 17(2), pp. 197-203, <http://doi.org/10.35784/pe.2022.2.21>
7. Global fashion industry statistics – International apparel [Elektronnyi resurs]: statia. – rezhym dostupu do statii: <https://fashionunited.com/global-fashion-industry-statistics/> (data zvernennia 10.11.2023r.).
8. M. John, S. Thomas *Biofibres and biocomposites Carbohydr Polym*,71 (2008), pp. 343-364.
9. Orlova N. S. *Osoblyvosti proektuvannia ta vyhotovlennia eko-odiahu* / N. S. Orlova // *Formuvannia zdoroviazberezhuvannykh kompetentnosti suchasnoi molodi: realii ta perspektyvy* : zbirnyk naukovykh prats Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoi Vsesvitnomu Dniu tsyvilnoi oborony ta Vsesvitnomu Dniu okhorony pratsi. – Poltava : PNPU, 2017. – S. 233-236.
10. Hileta, U. B. *Vykorystannia volokon iz kropyvy u vyrobnytstvi ekotekstyliu. /Zbirnyk tez Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Problemy lehkoi i tekstylnoi promyslovosti», m.Kherson, 29-31 zhovtnia 2012 r. – S.22-23.*
11. Loiko V.V., Loiko D.M. *Stan ta perspektyvy rozvytku lehkoi promyslovosti v konteksti ekonomichnoi bezpeky Ukrainy /Loiko V.V., Loiko D.M. /Visnyk Kyivskoho natsionalnogo universytetu tekhnolohii ta dyzainu / - 2013. - №2. - S.155-161.*
12. Hakhova, A. Yu., Yeremenko, I. I. *Rozvytok innovatsiinykh tekhnolohii u vyrobnytstvi ekolohichnykh tkanyn. /Kulturno-mystetski aspekty v suchasni kartyni svitu (11-13 veresnia 2019 r.), KhNTU / za red. Yakymchuk O.V. – Kherson: KhNTU, 2019. – S235-237.*
13. Paraska O. *Study of the influence of antimicrobial agents on the operational and hygienic properties of cellulose materials / O.Paraska, H.Kovtun, L.Hes, S.Horiashchenko // Vlakna a textil Journal. Vol. 29 (2). – 2022. P. 73-78. http://vat.ft.tul.cz/2022/2/VaT_2022_2_8.pdf.*
14. Silva G. et al. *Natural fibers as reinforcement additives for geopolymers—A review of potential eco-friendly applications to the construction industry //Sustainable Materials and Technologies. – 2020. – T. 23. – S. e00132.*
15. Kabanets V.M. *Haluzi lonarstva ta konopliarstva Ukrainy: stan ta perspektyvy. /Zbirnyk naukovykh prats Instytutu lubianykh kultur UAAN / – 2009. - № 5. – S. 3-7.*
16. Volynets T.O., Drehulias E.P., Shevchenko H.I. *Vykorystannia riznomanitnykh vydiv vovny dlia vyrobnytstva tekstylnykh materialiv / Lehka promyslovist / - 2005. - №1. – S.25.*
17. Lahodiienko, N. V. *Analiz rozvytku systemy pidpriemstv z vyrobnytstva i pererobky vovny v Ukraini / Biznes-navihator / - 2011. - № 2. – S. 36-41.*
18. Khmelovskiy, V. S., Chernysh, O. A. *Analiz operatsii pry vyrobnytstvi shovkovykh nytok / V. S. Khmelovskiy, O. A. Chernysh // Tezy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain konferentsii «Suchasni problemy ta perspektyvy rozvytku mashynobuduvannia Ukrainy», prysviachenoi 20-y richnytsi z dnia stvorennia fakultetu konstruiuvannia ta dyzainu Natsionalnogo universytetu biosursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy, m.Kyiv, 23-24 veresnia 2021 roku, - S.206-208.*