

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-353-10>
УДК 685.34.073.33

ГАРАНИНА ОЛЬГА

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0000-0002-4715-3851>
e-mail: helgaranuna@gmail.com

ВАРДАНЯН АННА

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0009-0004-3297-7550>
e-mail: annushkavar@gmail.com

РОМАНІУК ЄВГЕНІЯ

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0000-0003-4805-959X>
e-mail: evromanuk@gmail.com

РЕДЬКО ЯНА

Київський національний університет технологій та дизайну
<https://orcid.org/0000-0001-7284-6898>
e-mail: 82yanet@gmail.com

ШОКОТ ТАРАС

Київський національний університет технологій та дизайну
e-mail: shokottaras@gmail.com

ВПЛИВ АНТИМІКРОБНОЇ ОБРОБКИ НА ГІГІЄНІЧНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВЗУТТЄВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Розглянуто проблему покращення гігієнічних властивостей взуттєвих виробів при використанні антимікробних текстильних матеріалів в якості підкладкової тканини. Досліджено гігієнічні характеристики (гігроскопічність, повітропроникність, паропроникність та антимікробна стійкість), які впливають на комфорт при експлуатації взуття та профілактику дерматологічних захворювань. Результати дослідження засвідчили, що обробка тканини сприяє покращенню паро- і повітропроникності, а також забезпечує виражену антимікробну та фунгіцидну активність. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення технологій виготовлення взуття із підвищеним рівнем гігієнічності та комфорту, зокрема у спеціалізованих виробках, що потребують антимікробного захисту.

Ключові слова: підкладкова тканина для взуття, гігієнічні властивості, бактерицидна дія, фунгіцидна активність.

**HARANINA OLGA, VARDANIAN ANNA, ROMANIUK IEVGENIYA,
REDKO YANA, SHOKOT TARAS**

Kyiv National University of Technologies and Design

IMPACT OF ANTIMICROBIAL TREATMENT ON THE HYGIENIC AND EXPLOITATION PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS FOR THE FOOTWEAR INDUSTRY

This article explores the enhancement of hygienic properties of footwear by applying antimicrobial treatment to textile lining materials. Footwear comfort, durability, and consumer safety are significantly influenced by the hygienic performance of internal components, particularly in preventing the growth of pathogenic microorganisms responsible for skin infections, unpleasant odors, and premature wear. The study emphasizes the necessity of integrating antimicrobial properties into footwear materials to ensure long-term functionality, comfort, and health safety. The research focuses on a dark gray polyester-cotton twill fabric selected as a base lining material.

A set of laboratory tests was conducted to assess hygienic, mechanical, and operational characteristics according to applicable Ukrainian and international standards. Parameters such as hygroscopicity, vapor permeability, air permeability, colorfastness to washing, perspiration, dry and wet rubbing were analyzed. Microbiological evaluation of antibacterial and antifungal activity was carried out at the O.M. Marzeyev Institute for Public Health (NAMS of Ukraine). The findings show that treated samples exhibit enhanced antimicrobial activity, with inhibition zones exceeding 4 mm for all tested strains—meeting international standards for antimicrobial efficacy. Among the variants, the sample treated with 4 g/L concentration demonstrated the most favorable balance of hygienic properties: highest air permeability (63.2 dm³/m²·s), improved vapor permeability (14.9 mg/cm²·h), and highest hygroscopicity (8.92%). The treated materials also showed high resistance to mechanical stress and maintained colorfastness under simulated washing and wear conditions.

In conclusion, the study confirms that ethanol-based treatment with a phenyl-phenol derivative is an effective method for modifying textile materials used in footwear linings. It ensures durable antimicrobial protection without compromising comfort or physical performance. The proposed technology is recommended for implementation in the footwear industry, particularly for manufacturing products intended for prolonged wear, high perspiration conditions, or specialized protective applications.

Key words: lining fabric for shoes, hygienic properties, bactericidal effect, fungicidal activity.

Стаття надійшла до редакції / Received 22.04.2025

Прийнята до друку / Accepted 09.05.2025

Постановка проблеми

Зручність та тривалість використання взуттєвих виробів визначаються матеріальними, конструктивними, експлуатаційними та екологічними факторами. Важливими експлуатаційними

характеристиками є гігієнічність взуття, яка впливає на комфорт і здоров'я стопи, а також допомагає запобігти розвитку патогенних мікроорганізмів. До основних показників гігієнічності належать: паро та повітропроникність, гігроскопічність, терморегуляція, гіпоалергенність, комфорт колодки, низька токсичність матеріалів, антибактеріальні та антимікотичні властивості. Розвиток патогенних мікроорганізмів (бактерій і грибків) у внутрішньому середовищі взуття спричиняє виникнення дерматологічних захворювань, появу неприємного запаху, погіршення якості взуття та скорочення терміну його експлуатації.

Покращення гігієнічності взуття шляхом створення вентиляційних систем у заготівлі (перфорація) або використання матеріалів із високими показниками паропроникності, не завжди виявляються ефективними. Це вказує на необхідність пошуку перспективних рішень, серед яких використання антимікробіальних текстильних матеріалів є одним перспективним напрямком. Текстильні матеріали з антимікробіальною дією мають забезпечувати тривалий ефект після багаторазового використання, не завдавати шкоди людині та навколишньому середовищу. Таким чином, для покращення гігієнічних властивостей взуття, актуальним є дослідження ефективних антимікробіальних текстильних матеріалів для взуттєвої галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Важливість інновацій та перспективи розвитку антимікробіальних текстильних матеріалів для взуттєвої галузі є перспективним напрямком [1-3]. Антимікробіальна обробка забезпечує гігієнічні характеристики матеріалів та захист організму людини від шкідливого впливу мікроорганізмів, які можуть спричиняти подразнення, алергічні реакції та інфекції [4, 5]. Використання взуття та його знімних внутрішніх елементів передбачає прямий контакт із стопою. Такі умови сприяють розмноженню мікроорганізмів. Як наслідок, з'являється специфічний запах ніг, розшарування, деформація або втрата пружності внутрішніх елементів взуття (підкладки, устілки). Існують різні способи вирішення цієї проблеми. Наприклад, у роботі [6] застосовується функціоналізація шкіри шляхом додаткового дублення та обробки дубленого шкіряного зерна. Також проведено дослідження з використанням антимікробного полімеру на основі хітозану, який виявив ефективність проти грампозитивних, грамнегативних бактерій та мікозів [7]. Сьогодні актуальними залишаються покриття на основі колоїдного наносрібла та ефірних олій, які мають відомі антибактеріальні властивості, а також дослідження антимікробної дії нанокомпозитів, застосованих для обробки взуттєвих шкір [8, 9]. Відомі дослідження, присвячені застосуванню природних компонентів для надання взуттєвим матеріалам антибактеріальних властивостей [10]. Проте використання засобів на рослинній основі має низьку надійність, серед яких: обмежений термін дії під час експлуатації, руйнівний вплив сонячного світла та високих температур, ризик алергічних реакцій, варіативність якості залежно від умов вирощування сировини, висока вартість і значно нижча ефективність порівняно з синтетичними аналогами [11, 12]. У більшості випадків, для фіксації природних антибактеріальних компонентів у текстильних і шкіряних виробах використовують попередню обробку металевими солями (срібла, міді, цинку, заліза, алюмінію, нікелю тощо). Це ускладнює виробничі процеси, підвищує витрати водних ресурсів, спричиняє забруднення довкілля [13].

Застосування синтетичних антибактеріальних речовин є перспективним напрямом у взуттєвій галузі при виготовленні підошов, внутрішніх елементів верху та низу взуття, а також текстильних матеріалів для створення взуття спеціального призначення. Вони сприяють покращенню гігієнічних властивостей виробів, підвищують їх комфорт та довговічність, забезпечують стабільний ефект та адаптивність до різних матеріалів [15-17].

Формулювання цілей статті

Цілі статті полягають у дослідженні ефективності антимікробної обробки текстильних матеріалів, які можуть бути використані у виробництві підкладок у взуттєвих виробах, оцінці їх впливу на експлуатаційні характеристики виробів. Основна увага приділяється визначенню стійкості матеріалу до патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* та грибів *Candida albicans*, *Aspergillus brasiliensis*, а також аналізу змін гігієнічних та механічних властивостей. В статті встановлено вплив антимікробної обробки на параметри комфорту взуття, зокрема, паропроникність, повітропроникність і гігроскопічність, оцінку змін механічних властивостей матеріалу. Розглядається можливість практичного застосування запропонованої технології при виготовленні взуття із антимікробними текстильними матеріалами в якості внутрішньої підкладкової тканини, з метою зменшення ризику розвитку патогенних мікроорганізмів і покращення комфортності його використання. Отримані результати сприятимуть удосконаленню технологічних процесів виробництва взуття з покращеними гігієнічними властивостями.

Виклад основного матеріалу

В роботі в якості підкладкової тканини використано Саржа f-240 поліефірно-бавовняного складу темно-сірого кольору (поверхнева густина 240 г/м², артикул 129939 (Китай). Антимікробіальні характеристики тканині надавалися шляхом обробки із застосуванням 40 % спиртового розчину (CAS 64-17-5) та продуктом феніл-фенольного ряду (CAS 3380-34-5) із варіюванням концентрації 2 - 4 г/л.

Обробка здійснювалася наступним чином: занурення текстильного матеріалу у розчин, віджим (операція повторювалася 2 рази) та подальшою сушкою при нормальних умовах. Маркування, прийняті в роботі: контрольний зразок, зразки 1, 2, 3 – оброблені спиртовим розчином продукту феніл-фенольного ряду з концентраціями 2, 3, 4 г/л, відповідно.

Випробування гігієнічних, механічних та експлуатаційних властивостей поліефірно-бавовняного текстильного матеріалу проводили відповідно до: ДСТУ 4057-2001 Матеріали текстильні. Метод ідентифікації волокон ДСТУ ISO 105-A03:2005 Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина A03. Сіра шкала для оцінювання фарбовання (ISO 105-A03:1993, IDT) ДСТУ ISO 105-C06:2009 Матеріали текстильні. Визначення тривкості фарбовання. Частина C06. Метод визначення тривкості фарбовання до прання в домашніх умовах і пральнях ДСТУ ISO 105-X12:2009 Матеріали текстильні. Визначення тривкості фарбовання. Частина X12. Метод визначення тривкості фарбовання до тертя (ISO 105-X12:2001, IDT) ДСТУ ISO 9237:2003 Текстиль. Тканини. Визначення повітропроникності ДСТУ ГОСТ ISO 105-A01:2004 Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина A01. Загальні вимоги до проведення випробувань (ГОСТ ISO 105-A01-2002, IDT) МВЛ 7.2-56 (ГОСТ 3816-2009, ІДТ) Полотна текстильні. Методи визначення гігроскопічних і водовідштовхувальних властивостей МВЛ 7.2-62 (ГОСТ 22900-78, ІДТ) Шкіра штучна і плівкові матеріали. Методи визначення паропроникності і вологопоглинання. Ефективність антимікробіальної обробки текстильних матеріалів (гриби: *Candida albicans* (ATCC 10231), *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404); бактерії: *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027)) проводили в Інституті громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМНУ відповідно до діючих стандартів.

Комплексний аналіз гігієнічних показників використаних в роботі тканин текстильних дозволяє оптимізувати вибір сировини та підвищити експлуатаційні характеристики підкладкових тканин для виготовлення взуття. На рисунку 1 наведено порівняльні характеристики гігієнічних показників досліджуваних зразків текстильних матеріалів.

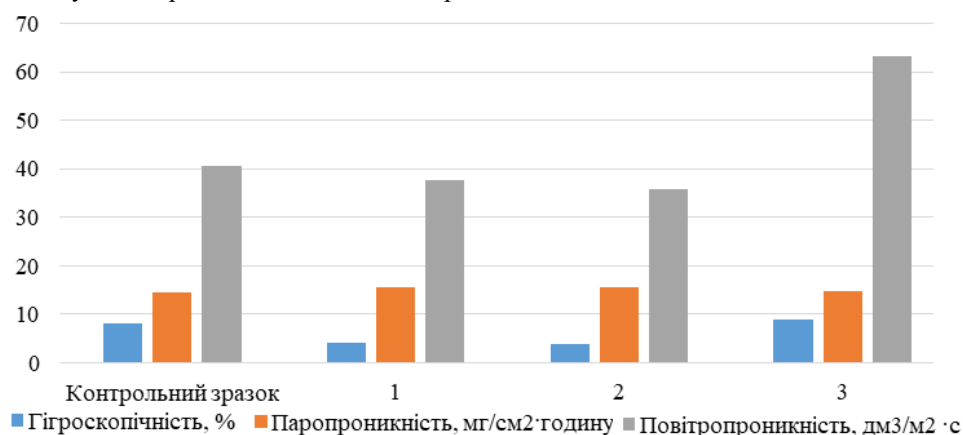


Рис. 1. Гігієнічні властивості текстильних матеріалів (зразки 1, 2, 3)

У зразках 1 і 2 спостерігається зниження здатності поглинати вологу порівняно з контрольним зразком. Це свідчить про зменшення гідрофільності матеріалу внаслідок обробки. Зразок 3 (з найбільшою концентрацією продукту феніл-фенольного ряду) демонструє найвищу гігроскопічність (8,92%), навіть перевищуючи контрольний зразок. Усі оброблені зразки мають вищу паропроникність, особливо зразок 1 (15,7 мг/см²·год). Це позитивно впливає на комфорт при носінні взуття, оскільки сприяє кращому відведенню вологи у вигляді пари. Зразки 1 і 2 мають незначне зниження показника паропроникності, що може бути наслідком часткового «закриття» пор у структурі тканини після обробки. Зразок 3 показує зростання повітропроникності (63,2 дм³/м²·с) — це може бути результатом впливу активної речовини на мікропористу структуру тканини.

Таким чином, обробка тканини спиртовим розчином продукту феніл-фенольного ряду впливає на гігієнічні властивості: найкращий баланс властивостей (висока паро- і повітропроникність, гідрофільність) показав зразок 3, що дозволяє рекомендувати його для використання у взуттєвій промисловості, де важливе поєднання антимікробної дії та комфортності. Обробка з нижчими концентраціями зменшує гігроскопічність, але покращує паропроникність, що може бути корисним в умовах підвищеного потовиділення.

Якість матеріалів для підкладкової тканини при виготовленні взуття визначається їхньою стійкістю до прання, дії поту та тертя (сухого і мокрого). Висока стійкість забезпечує довговічність, гігієнічність і збереження естетичного вигляду внутрішньої частини взуття. Низька стійкість до вищевказаних властивостей може призводити до вицвітання та зниження комфорту. В таблиці 1 наведено показники зміни експлуатаційних характеристик обробленого текстильного матеріалу.

Таблиця 1

Зміна експлуатаційних характеристик обробленого текстильного матеріалу

Зразок	Стійкість пофарбування, бали				
	до прання при 60°C (C1M)	до дії поту		до дії сухого тертя	до дії мокрого тертя
		лужний	кислий		
Контрольний зразок	5/5/5	5/5/5	5/5/5	5/5	5/4
1	4/5/5	5/5/5	5/5/5	5/5	5/4
2	5/5/4	5/5/5	5/5/5	5/5	5/4
3	5/5/4	5/5/4	5/5/4	5/5	5/4

Стійкість пофарбування матеріалів для підкладкових тканин для виготовлення взуття є важливим показником якості, що визначає довговічність кольору, гігієнічність та комфорт експлуатації. Оцінка стійкості до прання (при 60°C), дії поту (лужного та кислого середовища) та тертя (сухого і мокрого) виявила зниження на 1 бал, що свідчить про незначне погіршення характеристик забарвлення після експлуатаційного навантаження. Встановлені показники підтверджують достатній рівень стійкості матеріалу, що забезпечує його придатність для повсякденного використання.

Оцінка бактерицидних властивостей текстильних матеріалів проведення мікробіологічних досліджень є важливим фактором, особливо для визначення ефективності дезінфекційних властивостей. У рамках досліджень застосовуються Європейські стандарти, які передбачають комплексний підхід до визначення бактерицидної та фунгіцидної активності. У дослідженні проаналізовано бактерицидні та фунгіцидні властивості оброблених поліефірно-бавовняних зразків тканин, оброблених у присутності інтенсифікатора з феніл-фенольного ряду. У роботі використано штами мікроорганізмів, які часто застосовуються для оцінки антимікробіальної активності: *Staphylococcus aureus* (S. aureus) ATCC 6538 – грам-позитивна бактерія, поширений патоген, який викликає різні інфекції у людей; *Pseudomonas aeruginosa* (P. aeruginosa) ATCC 9027 – грам-негативна бактерія, яка може викликати інфекції шкіри та неприємний запах ніг; *Candida albicans* ATCC 10231 – грибок, що викликає кандидоз, який може спричиняти інфекції шкіри та нігтів; *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404 – вид грибів, стійкий до деяких хімічних речовин, що використовується для дослідження фунгіцидних властивостей. Дослідження з використанням зазначених штамів дозволяють оцінити потенційну стійкість текстильного матеріалу до широкого спектра мікроорганізмів, включаючи бактерії, дріжджі та цвілеві гриби, що забезпечує об'єктивне визначення його придатності для практичного використання. В таблиці 2 наведено результати досліджень зразків обробленої тканини на антибактеріальну та антимікотичну дії. За методикою випробування позитивним результатом вважались вимоги до значення зони затримки росту >4 мм відносно всіх досліджуваних штамів.

Таблиця 2

Результати досліджень зразків на антибактеріальну та антимікотичну дію

Найменування	Показники	Фактичне значення зони затримки росту
Зразок 1	S. aureus ATCC 6538	через 24 год – 17,50 мм
	P. aeruginosa ATCC 9027	через 24 год - 2-3 мм та через 48 год - 7мм
	Candida albicans ATCC 10231	через 24 год та через 48 год – 5,50 мм
	Aspergillus brasiliensis ATCC16404	через 48 год – 4,50 мм
Зразок 2	S. aureus ATCC 6538	через 24 год – 20,25 мм
	P. aeruginosa ATCC 9027	через 24 год - 2-3 мм через 48 год - 7мм
	Candida albicans ATCC 10231	через 24 год та через 48 год – 10,00 мм
	Aspergillus brasiliensis ATCC16404	через 48 год – 5,00 мм
Зразок 3	S. aureus ATCC 6538	через 24 год – 19,25 мм
	P. aeruginosa ATCC 9027	через 24 год - 2-3 мм та через 48 год - 7мм
	Candida albicans ATCC 10231	через 24 год та через 48 год – 10,25 мм
	Aspergillus brasiliensis ATCC16404	через 48 год – 6,00 мм

За результатами визначення зон затримки росту через 24 та 48 годин встановлено, що всі зразки виявляють антимікробну активність, значення якої перевищує пороговий рівень у 4 мм, що відповідає вимогам міжнародних стандартів щодо ефективності дії антисептичних засобів. Зразок 2, оброблений засобом у концентрації 3 г/л, продемонстрував найбільшу зону затримки росту S. aureus (20,25 мм), що вказує на високу чутливість грампозитивних бактерій до обраного антисептика. Зразок 3 (4 г/л) продемонстрував найвищу ефективність проти грибкових патогенів: Candida albicans – 10,25 мм, Aspergillus brasiliensis – 6,00 мм. Усі зразки мали стабільну активність щодо P. aeruginosa, із зоною затримки 2–3 мм через 24 години та до 7 мм через 48 годин. Така затримка свідчить про поступове

підсилення антимікробної дії препарату на грамнегативні бактерії. Отримані результати демонструють, що оброблені текстильні матеріали володіють вираженими антибактеріальними та антимікотичними властивостями. Найкращий загальний показник ефективності серед досліджених мікроорганізмів був зафіксований у зразків 2 та 3, що дає підстави рекомендувати саме ці концентрації антисептичного засобу для практичного застосування у взуттєвій галузі з метою забезпечення довготривалого біозахисту.

Висновки

У результаті проведеного дослідження встановлено ефективність антимікробної обробки поліефірно-бавовняної саржі F-240 з використанням спиртового розчину феніл-фенольного ряду у концентраціях 2–4 г/л. Запропонована технологія дозволила надати текстильному матеріалу стійкі антимікробні властивості без істотного погіршення його експлуатаційних характеристик.

Гігієнічна оцінка оброблених зразків засвідчила, що найбільш збалансовані показники повітропроникності ($63,2 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$), гігроскопічності (8,92%) та паропроникності ($14,9 \text{ мг}/\text{см}^2 \cdot \text{год}$) має зразок 3. Це свідчить про доцільність використання саме цього варіанту у виробництві взуття, орієнтованого на підвищений комфорт і гігієнічність. Встановлено, що всі досліджені зразки зберігають високу стійкість фарбування до дії прання, поту та тертя (показники 4–5 балів), що підтверджує відповідність матеріалу до вимог експлуатаційної надійності у взуттєвій промисловості.

Мікробіологічна оцінка оброблених зразків підтвердила виражену бактерицидну та фунгіцидну активність щодо широкого спектра патогенних мікроорганізмів, зокрема *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* та *Aspergillus brasiliensis*. Виявлені зони затримки росту мікроорганізмів перевищують 4 мм, що свідчить про відповідність результатів чинним міжнародним стандартам. З урахуванням отриманих результатів встановлено, що оброблений поліефірно-бавовняний матеріал може бути ефективно використаний як внутрішня підкладкова тканина у взуттєвих виробах з метою підвищення їх гігієнічних властивостей, зниження ризику розвитку мікозів та бактеріальних інфекцій, а також забезпечення комфортних умов експлуатації.

Література

1. Antibacterial effects of photocatalytic textiles for footwear application [Electronic resource] / C. Rodriguez [et al.] // *Catalysis today*. – 2014. – Vol. 230. – P. 41–46. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2013.12.023> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.
2. Textile-Based footwear linings functionalized with laurel oil microparticles: antimicrobial protection [Electronic resource] / Assel Baidildayeva [et al.] // *The 10th international conference on advanced materials and systems (ICAMS 2024)*. – [S. l.], 2024. – P. 24–29. – Mode of access: <https://doi.org/10.2478/9788367405805-003> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.
3. Gupta A. K. The role of shoe and sock sanitization in the management of superficial fungal infections of the feet [Electronic resource] / Aditya K. Gupta, Sarah G. Versteeg // *Journal of the american podiatric medical association*. – 2019. – Vol. 109, no. 2. – P. 141–149. – Mode of access: <https://doi.org/10.7547/17-043> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.
4. Footwear innovation to improve the comfort of use [Electronic resource] / Iwona Masłowska-Lipowicz [et al.] // *The importance of social innovations in the knowledge-based economy in the context of footwear sector solutions*. – [S. l.], 2024. – P. 51–120. – Mode of access: <https://doi.org/10.18778/8331-401-3.03> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.
5. Investigation of dyeing, antibacterial and antifungal properties of blended fabrics treated with plant-based dyestuffs and mordants as shoe materials [Electronic resource] / Saltanat Sabyrkanova [et al.] // *Coloration technology*. – 2023. – Vol. 140, no. 4. – P. 598–611. – Mode of access: <https://doi.org/10.1111/cote.12730> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.
6. Abdhusein H. S. Antimicrobial substances and strategies to avoid bacterial and fungal effects in leather manufacturing [Electronic resource] / Haider Sabah Abdhusein, Baidaa Mezher Kadim // *Kafkas üniversitesi fen bilimleri enstitüsü dergisi*. – 2024. – Vol. 17, no. 2. – P. 81–91. – Mode of access: <https://doi.org/10.58688/kujs.1467530> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.
7. Goy R. C. A review of the antimicrobial activity of chitosan [Electronic resource] / Rejane C. Goy, Douglas De Brito, Odilio B. G. Assis // *Polímeros*. – 2009. – Vol. 19, no. 3. – P. 241–247. – Mode of access: <https://doi.org/10.1590/s0104-14282009000300013> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.
8. A mini-review of synthetic organic and nanoparticle antimicrobial agents for coatings in textile applications [Electronic resource] / Michail Karypidis [et al.] // *Coatings*. – 2023. – Vol. 13, no. 4. – P. 693. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/coatings13040693> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.
9. Berechet M. D. Antifungal activity of some essential oils on cotton fabrics [Electronic resource] / Mariana Daniela Berechet, Corina Chirila, Viorica Deselnicu // *The 6th international conference on advanced materials and systems*. – [S. l.], 2016. – P. 197–202. – Mode of access: <https://doi.org/10.24264/icams-2016.ii.1> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.
10. Antifungal and antibacterial treatments based on natural compounds for lining leather and footwear articles [Electronic resource] / Mariana Daniela Berechet [et al.] // *Leather and footwear journal*. –

2019. – Vol. 19, no. 4. – P. 201–216. – Mode of access: <https://doi.org/10.24264/lfj.19.4.5> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

11. Zain N. B. M. SYNTHETIC ANTIMICROBIAL AGENT AND ANTIMICROBIAL FABRICS: PROGRESS AND CHALLENGES [Electronic resource] / Norashikin Binti Mat Zain, John Olabode Akindoyo, Mohammad Dalour Hossen Beg // IUM Engineering Journal. – 2018. – Vol. 19, no. 2. – P. 10–29. – Mode of access: <https://doi.org/10.31436/iiumej.v19i2.929> (date of access: 01.04.2025). – Title from screen.

12. Maribel Martínez. Antimicrobial materials [Electronic resource] / Maribel Martínez // Home. – Mode of access: <https://www.healthandsafetyinternational.com/article/1842883/antimicrobial-materials> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.

13. Saxena S. Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues [Electronic resource] / Sujata Saxena, A. S. M. Raja // Textile science and clothing technology. – Singapore, 2014. – P. 37–80. – Mode of access: https://doi.org/10.1007/978-981-287-065-0_2 (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

14. Mickeviciene A. The influence of antimicrobial treatment on air permeability and water absorption of knits [Electronic resource] / Agne Mickeviciene, Daiva Mikucioniene, Rasa Treigienė // Materials science. – 2015. – Vol. 21, no. 1. – P. 62–67. – Mode of access: <https://doi.org/10.5755/j01.ms.21.1.5503> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

15. Застосування інтенсифікатора з антибактеріальною дією при фарбуванні бавовняно-поліефірних текстильних матеріалів [Електронний ресурс] / О. О. Гараніна [та ін.] // Fashion industry. – 2023. – № 1. – С. 29–36. – Режим доступу: <https://doi.org/10.30857/2706-5898.2023.1.2> (дата звернення: 31.03.2025). – Назва з екрана.

16. Варданян А. О. Дослідження комплексних показників якості антибактеріальних текстильних матеріалів [Електронний ресурс] / А. О. Варданян, О. О. Гараніна, Я. В. Редько // Fashion industry. – 2024. – № 1. – С. 61–70. – Режим доступу: <https://doi.org/10.30857/2706-5898.2024.1.3> (дата звернення: 31.03.2025). – Назва з екрана.

17. Варданян А. Антибактеріальні агенти для створення текстильних матеріалів – сучасний стан та тенденції розвитку [Електронний ресурс] / Анна Варданян, Яна Редько // Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. – 2024. – Т. 333, № 2. – С. 112–119. – Режим доступу: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-333-2-17> (дата звернення: 31.03.2025). – Назва з екрана.

References

1. Antibacterial effects of photocatalytic textiles for footwear application [Electronic resource] / C. Rodriguez [et al.] // Catalysis today. – 2014. – Vol. 230. – P. 41–46. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2013.12.023> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.

2. Textile-Based footwear linings functionalized with laurel oil microparticles: antimicrobial protection [Electronic resource] / Assel Baidildayeva [et al.] // The 10th international conference on advanced materials and systems (ICAMS 2024). – [S. l.], 2024. – P. 24–29. – Mode of access: <https://doi.org/10.2478/9788367405805-003> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.

3. Gupta A. K. The role of shoe and sock sanitization in the management of superficial fungal infections of the feet [Electronic resource] / Aditya K. Gupta, Sarah G. Versteeg // Journal of the american podiatric medical association. – 2019. – Vol. 109, no. 2. – P. 141–149. – Mode of access: <https://doi.org/10.7547/17-043> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.

4. Footwear innovation to improve the comfort of use [Electronic resource] / Iwona Masłowska-Lipowicz [et al.] // The importance of social innovations in the knowledge-based economy in the context of footwear sector solutions. – [S. l.], 2024. – P. 51–120. – Mode of access: <https://doi.org/10.18778/8331-401-3.03> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

5. Investigation of dyeing, antibacterial and antifungal properties of blended fabrics treated with plant-based dyestuffs and mordants as shoe materials [Electronic resource] / Saltanat Sabyrkhanova [et al.] // Coloration technology. – 2023. – Vol. 140, no. 4. – P. 598–611. – Mode of access: <https://doi.org/10.1111/cote.12730> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

6. Abdhusein H. S. Antimicrobial substances and strategies to avoid bacterial and fungal effects in leather manufacturing [Electronic resource] / Haider Sabah Abdhusein, Baidaa Mezher Kadim // Kafkas üniversitesi fen bilimleri enstitüsü dergisi. – 2024. – Vol. 17, no. 2. – P. 81–91. – Mode of access: <https://doi.org/10.58688/kujs.1467530> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

7. Goy R. C. A review of the antimicrobial activity of chitosan [Electronic resource] / Rejane C. Goy, Douglas De Britto, Odilio B. G. Assis // Polimeros. – 2009. – Vol. 19, no. 3. – P. 241–247. – Mode of access: <https://doi.org/10.1590/s0104-14282009000300013> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

8. A mini-review of synthetic organic and nanoparticle antimicrobial agents for coatings in textile applications [Electronic resource] / Michail Karypidis [et al.] // Coatings. – 2023. – Vol. 13, no. 4. – P. 693. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/coatings13040693> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

9. Berechet M. D. Antifungal activity of some essential oils on cotton fabrics [Electronic resource] / Mariana Daniela Berechet, Corina Chirila, Viorica Deselnicu // The 6th international conference on advanced materials and systems. – [S. l.], 2016. – P. 197–202. – Mode of access: <https://doi.org/10.24264/icams-2016.ii.1> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.

10. Antifungal and antibacterial treatments based on natural compounds for lining leather and footwear articles [Electronic resource] / Mariana Daniela Berechet [et al.] // Leather and footwear journal. – 2019. – Vol. 19, no. 4. – P. 201–216. – Mode of access: <https://doi.org/10.24264/lfj.19.4.5> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

11. Zain N. B. M. SYNTHETIC ANTIMICROBIAL AGENT AND ANTIMICROBIAL FABRICS: PROGRESS AND CHALLENGES [Electronic resource] / Norashikin Binti Mat Zain, John Olabode Akindoyo, Mohammad Dalour Hossen Beg // IUM Engineering Journal. – 2018. – Vol. 19, no. 2. – P. 10–29. – Mode of access: <https://doi.org/10.31436/iiumej.v19i2.929> (date of access: 01.04.2025). – Title from screen.

12. Maribel Martínez. Antimicrobial materials [Electronic resource] / Maribel Martínez // Home. – Mode of access: <https://www.healthandsafetyinternational.com/article/1842883/antimicrobial-materials> (date of access: 31.03.2025). – Title from screen.

13. Saxena S. Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues [Electronic resource] / Sujata Saxena, A. S. M. Raja // Textile science and clothing technology. – Singapore, 2014. – P. 37–80. – Mode of access: https://doi.org/10.1007/978-981-287-065-0_2 (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.

-
14. Mickeviciene A. The influence of antimicrobial treatment on air permeability and water absorption of knits [Electronic resource] / Agne Mickeviciene, Daiva Mikucioniene, Rasa Treigienė // Materials science. – 2015. – Vol. 21, no. 1. – P. 62–67. – Mode of access: <https://doi.org/10.5755/j01.ms.21.1.5503> (date of access: 21.04.2025). – Title from screen.
15. Zastosuvannya intensyfikatora z antybakterialnoiu diieiu pry farbuванні bavovniانو-poliefirnykh tekstylnykh materialiv [Elektronnyi resurs] / O. O. Haranina [ta in.] // Fashion industry. – 2023. – № 1. – S. 29–36. – Rezhym dostupu: <https://doi.org/10.30857/2706-5898.2023.1.2> (data zvernennia: 31.03.2025). – Nazva z ekrana.
16. Vardanian A. O. Doslidzhennia kompleksnykh pokaznykiv yakosti antybakterialnykh tekstylnykh materialiv [Elektronnyi resurs] / A. O. Vardanian, O. O. Haranina, Ya. V. Redko // Fashion industry. – 2024. – № 1. – S. 61–70. – Rezhym dostupu: <https://doi.org/10.30857/2706-5898.2024.1.3> (data zvernennia: 31.03.2025). – Nazva z ekrana.
17. Vardanian A. Antybakterialni ahenty dlia stvorennia tekstylnykh materialiv – suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku [Elektronnyi resurs] / Anna Vardanian, Yana Redko // Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. – 2024. – T. 333, № 2. – S. 112–119. – Rezhym dostupu: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-333-2-17> (data zvernennia: 31.03.2025). – Nazva z ekrana.