

УДК: 685.016:685.34.02:[675.03:677.076.4-037.1
10.30857/2706-5898.2024.4.1ПЕРВАЯ Н.В.¹, СКИБА М.Є.², БРОВЧЕНКО В.В.¹¹Київський національний університет технологій та дизайну²Хмельницький національний університет

РОЗРОБКА ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ВЗУТТЯ З АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ШКІРИ

Мета. Дослідити можливості використання нетканого матеріалу на рослинній основі Pinatex® для виготовлення взуття, що позиціонується, як альтернатива натуральній шкірі тваринного походження.

Методи. Для визначення якості матеріалу Pinatex®, призначеного для виготовлення верху взуття, використали дослідне носіння та органолептичну оцінку. Для визначення відповідності нетканого матеріалу на рослинній основі Pinatex® показникам якості натуральної шкіри для верху взуття застосовано системний аналіз.

Результати. Визначено, що одним із ключових факторів, що формує якість і конкурентоспроможність взуття є матеріал з якого його зроблено.

За результатами дослідження нетканий матеріал на рослинній основі Pinatex® абсолютно не відповідає функціонально-споживчим вимогам до взуття та поступається якісними показниками натуральній шкірі ВРХ для верху взуття. Результати цього дослідження не зменшують значущості матеріалів на рослинній основі для взуттєвого виробництва, а лише показує напрям їх удосконалення. Це початок розвитку, який є багатообіцяючим кроком на зустріч інноваційним матеріалам у взуттєвій промисловості, що потребують подальшого вивчення та удосконалення.

Наукова новизна. Доведена необхідність удосконалення нетканого матеріалу на рослинній основі Pinatex® з можливістю використання його для верху взуття.

Практична значимість. Проаналізовано, що матеріал Pinatex® має значно гірші фізико-механічні властивості в порівнянні з натуральною шкірою ВРХ хромового методу дублення для верху взуття. Із застосуванням матеріалу Pinatex® розроблено та виготовлено модель повсякденних чоловічих напівчеревику з суцільною союзкою та заднім зовнішнім ременем, що кріпиться на стопі за допомогою шнурівки, клейо-прошивного методу кріплення. Здійснено дослідне носіння розробленої моделі взуття та оцінено її споживчі характеристики.

Ключові слова: Взуття, матеріал на рослинній основі, шкіра натуральна з ВРХ для верху взуття.

DEVELOPMENT AND MANUFACTURING OF FOOTWEAR FROM AN ALTERNATIVE LEATHER

PERVAIA N.¹, SKYBA M.², BROVCHENKO V.¹

¹Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

²Khmelnyskyi National University, Ukraine

Objective. *To investigate the possibilities of using nonwoven material on a plant basis Pinatex® for manufacturing footwear, which is positioned as an alternative to natural animal leather.*

Methods. *Experimental wearing and organoleptic evaluation were used to determine the quality of the Pinatex® material intended to manufacture shoe uppers. The systematic analysis was applied to assess the compliance of the nonwoven material on a plant basis Pinatex® with the quality indicators of natural leather for shoe uppers.*

Results. *It was determined that one of the key factors shaping footwear's quality and competitiveness is the material from which the product is made.*

According to the study results, the nonwoven material on a plant basis Pinatex® does not meet the functional and consumer requirements for footwear and is inferior in quality indicators to natural cattle leather for shoe uppers. The results of this study do not diminish the importance of plant-based materials for shoe production but only show the direction of their improvement. This is the beginning of development, a promising step towards meeting innovative materials in the shoe industry that require further study and improvement.

Scientific novelty. *The need to improve the plant-based nonwoven material Pinatex® with the possibility of using it for shoe uppers has been proven.*

Practical significance. *It has been analyzed that the Pinatex® material has significantly worse physical and mechanical properties compared to natural cattle leather using the chrome tanning method for shoe uppers. Using the Pinatex® material, a model of casual men's shoes with a solid upper and a rear external strap attached to the foot using lacing, an adhesive-stitching method of fastening, was developed and manufactured. The experimental wearing of the developed shoe model was carried out, and its consumer characteristics were evaluated.*

Keywords: *Shoes, the nonwoven material on a plant basis Pinatex®, genuine cattle leather for the shoe's upper.*

Вступ. На сьогоднішній день рівень забруднення навколишнього середовища мотивує вчених та небайдужих людей всього світу максимально долучатися до пошуків вирішення цієї глобальної проблеми. Не останню роль в цьому процесі відіграє легка промисловість. Великі обсяги виробництва одягу, текстилю та взуття стимулюють швидке споживання ресурсів та утворення відходів, що призводить до негативного впливу на суспільство, економіку та навколишнє середовище. Для зменшення негативних факторів виробництва основним рішенням є застосування бізнес-моделі замкнутого циклу, концепція якої полягає у майбутній переробці/утилізації використаної продукції, дотримання котрої може вирішити більшість важливих питань [1].

Досягти цієї мети допомагають проекти, які пропонують інноваційні та екологічно чисті рішення для створення біорозкладної та більш легко перероблюваної сировини. Найперспективнішою, з екологічної точки зору, є реінтеграція відходів, головним чином із сільського господарства, які вступають в цикл виробництва, як новий ресурс (рис. 1) [2].

Першими світовими брендами, які впровадили в свої корпоративні стратегії різні стійкі бізнес-моделі етичного споживання стали H&M і Zara, тим самим подаючи приклад всьому ринку модної індустрії. Згодом все більше компаній почали створювати різноманітні капсульні колекції з використанням екологічних матеріалів [3].

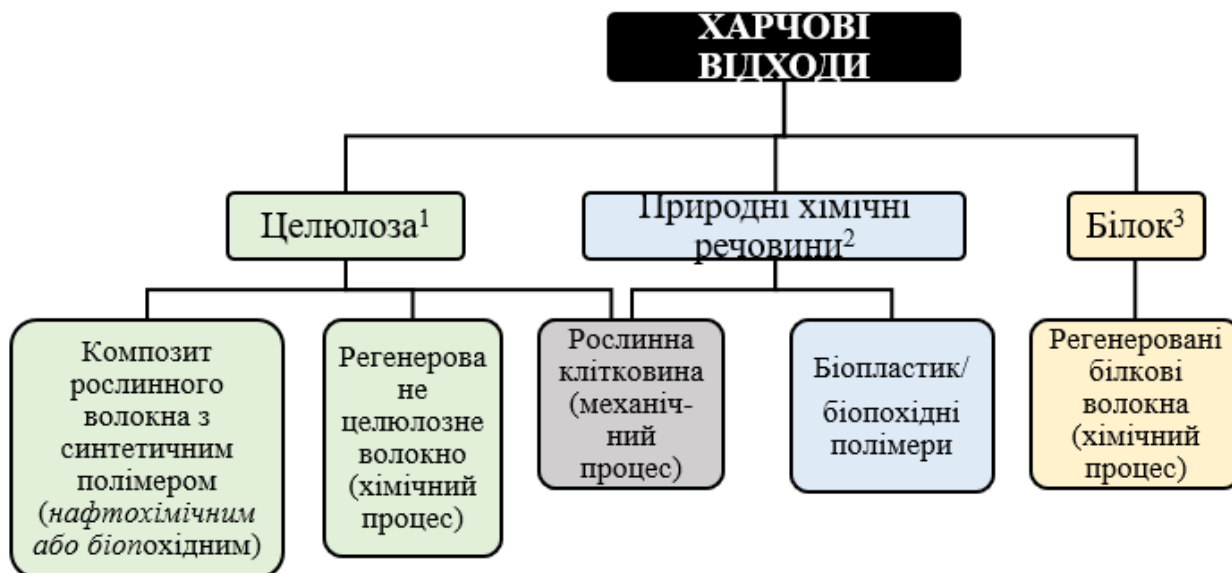


Рис. 1. Види текстильних матеріалів виготовлених з харчових відходів: 1) целюлоза, що видобувається з рослин (насіння, стеблеве волокно) або в процесі регенерації; 2) природні хімічні речовини, витягнуті з рослинного джерела і використані в процесі синтезу полімерів; 3) білок, витягнутий з рослинного або тваринного джерела і використаний в процесі регенерації

Яскравим прикладом в цьому сегменті є використання нетканого матеріалу на рослинній основі Pinatex®, як альтернативи натуральній шкірі такими брендами як Hugo Boss [4], Paul Smith, Nike, Saucony [5] тощо (рис. 2).

Матеріал Pinatex® від лондонського стартапу Ananas Anam почав зароджуватися в 90-х роках під час пошук більш екологічного матеріалу, який буде виконувати ті самі завдання що і натуральна шкіра тваринного походження, але з менш шкідливим впливом на навколишнє середовище. Як сировинне



а)



б)

Рис. 2. Вироби з нетканого матеріалу на рослинній основі Pinatex®: а) кеди від Hugo Boss; б) кросівки від Saucony

джерело використовують ананасові плантації, які мають велику кількість відходів сільського господарства, а саме листя ананасу, які можливо перетворити у вторинний продукт після збору плодів [6]. За 15 років досліджень у 2014 році відходи перетворилися на нетканий текстильний матеріал Pinatex® (рис. 3, а), який виготовляється з допомогою витягнення волокна напівавтоматичними машинами з листя ананасів. Потім волокно

проходить процес сушіння (природним шляхом на сонці або в сезон дощів у сушильних шафах) та очищення, щоб видалити будь-які забруднення. Волокно листя ананаса змішується з полімолочною кислотою на основі кукурудзи (PLA), фарбується пігментами сертифікованими GOTS [7] і обробляється смоляним покриттям, що відповідає вимогам REACH [8], з метою отримання більш стійких властивостей верхнього шару (рис. 3. б) [6].



а)

б)

Рис. 3. Процес сушіння волокна листя ананасу – сировинного джерела матеріалу Pinatex®: а) волокно листя ананаса; б) матеріал Pinatex®

Інноваційний рослинний матеріал Pinatex® вже отримав ряд престижних нагород, а компанія Ananas-Anam продовжує працювати над своїм продуктом покращуючи його якість з метою заміщення сировини виготовленої з невідновлюваних джерел та сировини тваринного походження, спрямувавши вектор розвитку легкої промисловості до екологічної стійкості.

Аналіз попередніх досліджень. В порівнянні з виробництвом шкіри великої рогатої худоби, виробництво Pinatex® є більш екологічно чистим та не містить токсичних хімікатів [9]. Його виробництво переважно механічне і є процесом замкнутого циклу, в якому для переробки використовується побічний продукт існуючої промисловості, що зменшує сільськогосподарські відходи, не вимагаючи додаткових природних та екологічних ресурсів, тим самим зменшуючи вплив на навколишнє середовище. Виробник зауважує, що Pinatex® не розкладається природним шляхом у середовищі звалища, тому що

містить PLA (біорозкладний термопластичний полієфір, що одержують на основі молочної кислоти), але є біорозкладною в контрольованих промислових умовах. Зокрема, PLA може бути розщеплений на воду, вуглекислий газ та біомасу протягом кількох місяців на промисловому підприємстві з компостування. Однак при створенні Pinatex® вуглецевомістким етапом є логістика, яка включає в себе: збір сировини з ананасових полів по всій території Філіппін, доставки її на місцеві заводи з виробництва волокон та відправки напівфабрикату в Європу для подальшої фінішної обробки [9].

Виробник Pinatex® позиціонують його, як альтернатива натуральній шкірі тварин (рис. 4), але дослідження та порівняльна характеристика фізичних властивостей цих матеріалів показує різницю між цими двома матеріалами [10].

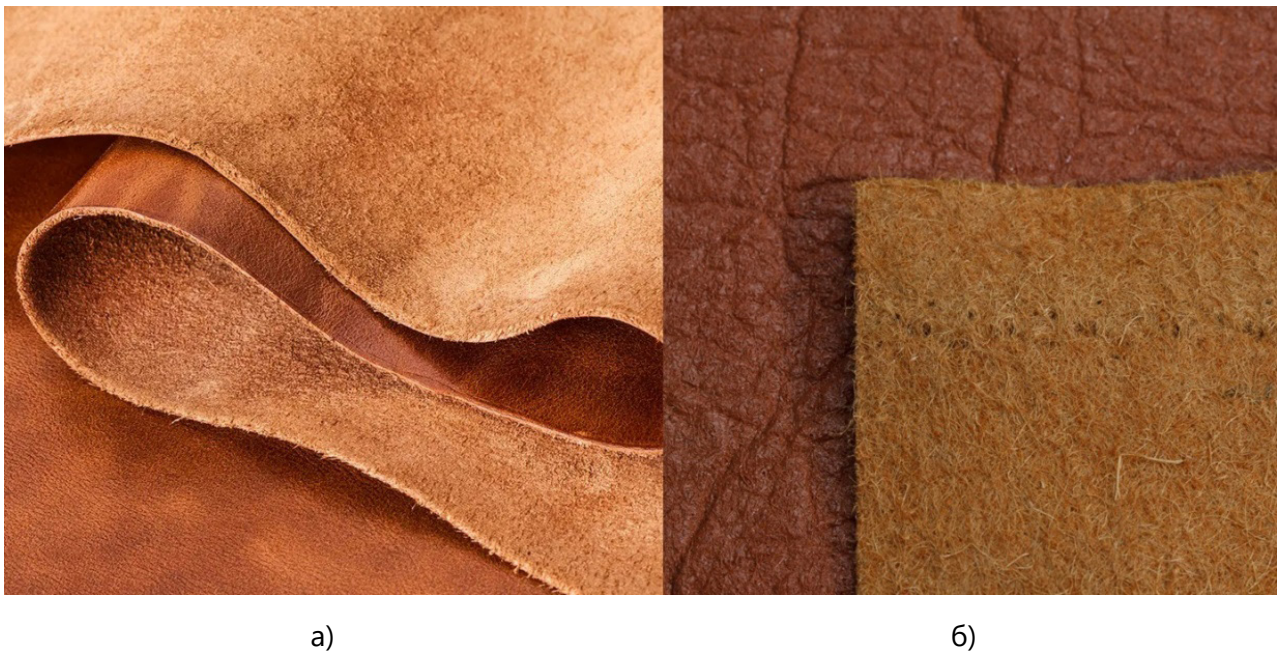


Рис. 4. **Матеріали для виготовлення взуття: а) шкіра великої рогатої худоби хромового методу дублення для верху взуття; б) Pinatex® – нетканый материал на рослинній основі**

Шкіра великої рогатої худоби для верху взуття має кращі показники фізико-механічних властивості, ніж нетканый материал на рослинній основі Pinatex® (табл. 1).

Таблиця 1. **Фізичні властивості матеріалів**

Фізичні властивості	Товщина (мм)	Міцність на розрив (Н/мм ²)	Стійкість до розриву (Н/мм)	Подовження при розриві (%)	Паропроникність (мг/(см ² × год))
	ISO 17186-A [11]	ISO 3376 [12]	ISO 3377-1 [13]	ISO 9073 [14]	ISO 14268 [15]
Шкіра ВРХ хромового методу дублення для верху взуття	1,7	37,5	80,0	41,5	5,0
Pinatex®	1,5	12,3	31,0	22,0	5,6
Вимоги до якості взуття [16–18]	1,6-2,0	> 15	> 40	> 40	5.0

Міцність на розрив і стійкість до розриву у Pinatex® досить помірні, приблизно в 3 рази менші від еталону (шкіри ВРХ хромового дублення для верху взуття), що не відповідає вимогам до якості шкіри для верху взуття [16–18]. Відносне подовження при розриві, яке характеризує деформаційну міцність зразка до розриву у Pinatex®, приблизно в 2 рази нижче, ніж у шкіри ВРХ для верху взуття, що також не відповідає зазначеним вимогам якості [16–18]. Проте дослідження [19] показують, що Pinatex®, серед інших

матеріалів на рослинній основі, має високий опір до згинання, що може частково забезпечити міцність виробу з невеликою кількістю надмірного навантаження та комфортне використання при низьких навантаженнях. Також, виробники та дизайнери, які використовують Pinatex® в своїх колекціях [19], зазначають, що водонепроникне покриття матеріалу Pinatex® в процесі експлуатації тьмяніє, впливаючи на зовнішній вигляд виробу. Також респонденти [19], наголошують на низьку довговічність

Pinatex® в порівнянні зі шкірою ВРХ. Доки єдиним позитивним моментом для застосування Pinatex® є зменшення відходів за рахунок відсутності дефектів в матеріалі.

Постановка завдання. Не зважаючи на свою популярність, як альтернатива натуральній шкірі, досить немає докладної інформації про відповідності матеріалу Pinatex® функціонально-споживчим вимогам до взуття. Правильно визначити якість взуття неможливо без вивчення його властивостей, визначення одиничних показників та проведення належних досліджень під час його експлуатації [20]. Тому оцінка здатності матеріалу Pinatex® бути застосованим для деталей верху повсякденного взуття є актуальною.

Методи дослідження. Для характеристики якості матеріалів, призначених для виготовлення верху взуття, як і для оцінки взуття, використовуються дослідне носіння, органолептична оцінка та лабораторні випробування [20].

Технологічну відповідність матеріалу оцінюють за його фізико-механічними характеристиками, а відповідність функціонально-споживчим вимогам оцінюють під час експлуатації виробу (дослідного носіння). Оцінка відповідності функціонально-споживчим вимогам здійснювалася методом дослідного носіння в реальних умовах та органолептичним оцінюванням дефектів. Метод дослідного носіння дозволяє оцінити надійність виробу, тобто його властивість чинити опір зношенню за певних умов експлуатації чи випробувань. Потрібно зазначити, що дослідне носіння здійснюється групами споживачів, для яких призначається взуття, також дослідна експлуатація може призводити до повного руйнування зразків та повинна відбуватися виключно в тих температурних та сезонних умовах для яких взуття було розроблено [20].

Спостереження за станом взуття з фіксацією змін його зовнішнього вигляду відбувалася під час огляду зразків через встановлені проміжки часу з допомогою органолептичної оцінки дефектів. Органолептична оцінка – узагальнена оцінка якості, здійснена лише за допомогою органів чуття людини, що дозволяє швидко і просто оцінити властивості продукції. Наприклад, такі властивості шкір, як наповненість шкіри, стан її лицевого шару, гриф, грубість, ніжність, дефекти шкіри і покриття можна з'ясувати тільки органолептично [20].

Попередні дослідження [10] визначили, що матеріал Pinatex® має значно гірші фізико-механічні властивості в порівнянні з натуральною шкірою ВРХ хромового методу дублення для верху взуття, але не мали результатів дослідного носіння виробу з матеріалу Pinatex®.

Результати дослідження і обговорення. Для дослідного носіння із застосуванням контактного італійського методу проєктування було розроблено та виготовлено модель повсякденних чоловічих напівчеревиць з суцільною союзкою та заднім зовнішнім ремнем, що кріпиться на стопі за допомогою шнурівки, клейо-прошивного методу кріплення підошви. Складання взуття відбувалося за типовою технологією з дотриманням вимог нормативно-технологічної документації та рекомендацій виробника матеріалу Pinatex®. Дослідне носіння відбувалося протягом 30 днів з 1 вересня по 1 жовтня.

Ще до завершення дослідного носіння, за час щотижневих органолептичних оцінок зовнішнього вигляду, з першого тижня щоденної експлуатації стали помітні мінімальні пошкодження лицевого шару матеріалу Pinatex®: зморшки та дефекти лицевого покриття в місцях найбільшого згину взуття, поява тріщин в місцях натягу верхнього канту та кріплення заднього зовнішнього ремня тощо. До кінця зазначеного терміну, щотижня, дефекти ставали все більш помітними, а зовнішній вигляд взуття все менш привабливим (рис. 5).

Простота розробленої моделі та відсутність відрізних деталей дала можливість спостерігати поведінку матеріалу під час експлуатації у місцях найбільшого навантаження – верхній кант в зоні п'ятки та в місцях згину стопи під час руху в зоні носково-пучкового зчленування (рис. 6; рис. 7), де дефекти та деформація найбільші, а саме тріщини лицевого шару та невеликі розриви матеріалу.

Як було зазначено в попередніх дослідженнях [19], дійсно покриття матеріалу Pinatex® тьмяніє в процесі експлуатації, але зміна кольору лицевого шару майже не помітна. Натомість помітно блиск та світловідображення по всій поверхні зразка.

Незважаючи на те, що для виготовлення дослідної пари використані підкладка та міжпідкладка формостійкість взуття була незадовільною. Також визнано факт, що дослідний зразок не витримав навіть 30



Рис. 5. Вигляд дослідної пари взуття з матеріалу Pinatex® до та після 30 днів експлуатації

днів щоденного носіння, що за законом України «Про захист прав споживачів» [23] і за стандартом показників якості взуття [24] являється недопустимим при дотриманні навіть мінімального гарантійного терміну на взуття. Згідно цих нормативних документів протягом гарантійного терміну покупець може пред'явити претензії до продавця, якщо у взутті виявлено дефекти (наскрізний знос верху, устілки і підошов; осипання барвника; руйнування швів та ін.). При цьому покупець має право або обміняти або вимагати повернення повної вартості товару на день здійснення покупки.

Висновки. Створення більш екологічно чистих інноваційних матеріалів для виробів індустрії моди, таких як Pinatex®, є важливим досягненням у всесвітній боротьбі із забрудненням навколишнього середовища. Незважаючи на те, що натуральна шкіра, досі є матеріалом номер один для взуття, дизайнери намагаються інтегрувати рослинні

альтернативи у виробництво шкіряних виробів, але властивості цих матеріалів ще не достатньо відповідають якісним показникам натуральної шкіри ВРХ для взуття.

Нетканый матеріал на рослинній основі має великий потенціал і повинен використовувати всі можливості для розвитку, бо одним із ключових факторів, що формує якість і конкурентоспроможність взуття є матеріал. Якість взуття – це невід'ємна та важлива частина виробничого процесу, яка має відповідати вимогам споживачів та рівню якості взуття з урахуванням кращих вітчизняних і зарубіжних стандартів, тому навіть наймодніше та найпотрібніше взуття не буде придбано, якщо споживач має сумніви, щодо його надійності. З усіх показників якості надійність є головним та включає в себе повне збереження властивостей взуття в період експлуатації, яке обумовлене певним гарантійним терміном, передбаченим Держстандартом для захисту



Рис. 6. Вигляд верхнього канту взуття в п'ятковій частині дослідної пари взуття з матеріалу Piñatex®: а) до та б) після 30 днів експлуатації

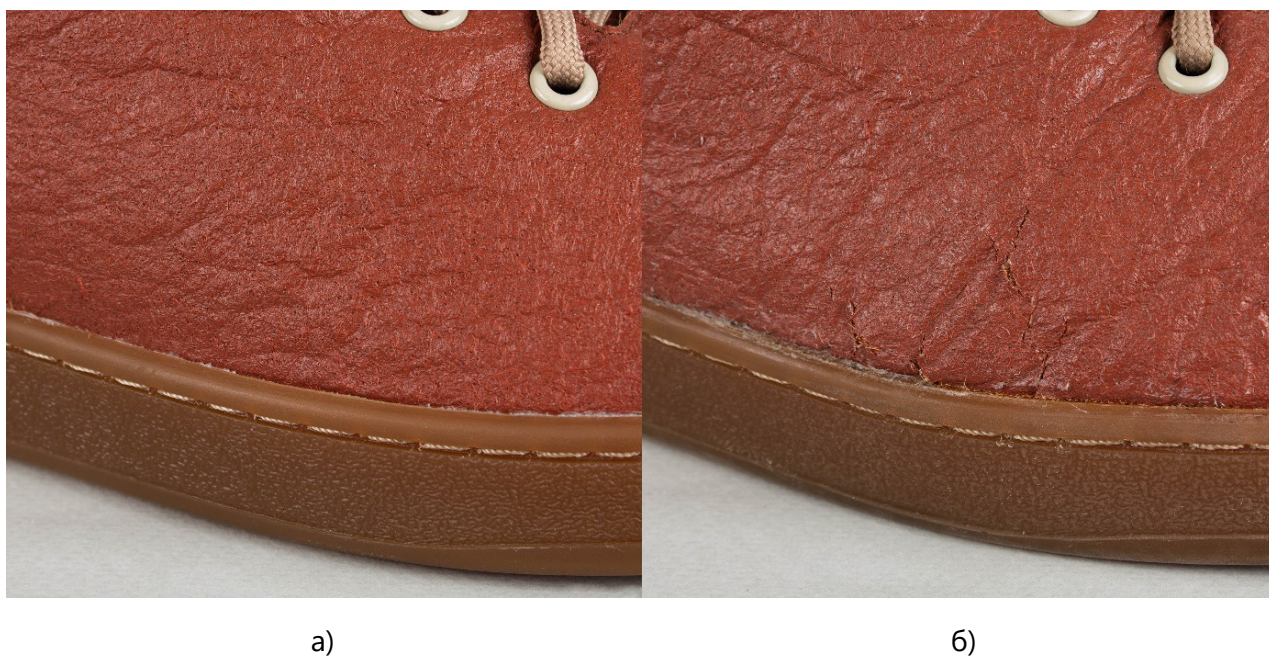


Рис. 7. Вигляд пучкова частина заготовки дослідної пари взуття з матеріалу Piñatex®: а) до та б) після 30 днів експлуатації

інтересів споживача і запобігання випуску недоброякісної продукції.

За результатами дослідження нетканий матеріал на рослинній основі Piñatex® абсолютно не відповідає функціонально-споживчим вимогам до взуття та поступається якісними показниками натуральній шкірі ВРХ для верху взуття. Результати цього

дослідження не зменшують значущості матеріалів на рослинній основі для взуттєвого виробництва, а лише показує напрям їх удосконалення. Це початок розвитку даного напрямку, який є багатообіцяючим кроком на зустріч інноваційним матеріалам у легкій промисловості, що потребують подальшого вивчення та удосконалення.

Список літературних джерел

1. Marija Pešić, Ineta Nemeša, Nadiia Buhonka, Valentina Bozokifryt. Fruit based sustainable textile materials. 9th International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies, November 2023, Obuda – IJCELIT – p. 91-99.
2. Anna Katharina Schnatmann, Fabian Schoden, Andrea Ehrmann, Eva SchwenzfeierHellkamp. R principles for circular economy in the textile industry. Communications in development and assembling of textile products. 2023. 4(2), p. 294-305 DOI:10.25367/cdatp.2023.4.
3. Kyoungah Seo, Seunghee Suh. A Study on the Characteristics and Social Values of Vegan Fashion in H&M and Zara. Journal of Fashion Business. Fashion business. 2019. Vol.23, No.6, p.86-100 DOI:10.12940/jfb.2019.23.6.86.
4. Sneakers by BOSS and Piñatex®: веб сайт. URL: <https://www.hugoboss.com/men-vegan-shoes/?msockid=26b13cc1d94c67720782288cd83c668b> (дата звернення 05.10.2024)
5. Saucony Utilizes Pineapple Alternative to Leather For Eco-Friendly Capsule: веб сайт. URL: <https://hypebeast.com/2022/5/saucony-pinatex-ss22-earth-pack-rfg-release-info> (дата звернення 05.10.2024)
6. Ananas anam: веб сайт. URL: <https://www.ananas-anam.com/> (дата звернення 05.10.2024)
7. Home - GOTS - Global Organic Textile Standard: веб сайт. URL: <https://global-standard.org/> (дата звернення 20.10.2024)
8. Homepage - ECHA: веб сайт. URL: <https://echa.europa.eu/> (дата звернення 20.10.2024)
9. How Sustainable Are Piñatex Fabrics? A Life-Cycle Analysis: веб сайт. URL: <https://impactful.ninja/how-sustainable-are-pinatex-fabrics/> (дата звернення 20.10.2024)
10. Nataliia Pervaia, Tymofii Lypskyi, Vasyl Brovchenko. Prospects of using bio-based alternative leather for shoe manufacturing. 15th Joint International Conference on Innovation in Clothing 5th - 6th September 2024, Dresden – Clotech 2024 – p.89
11. ISO 17186:2011 Шкіра – Фізичні та механічні випробування – Визначення товщини поверхневого покриття; ISO: Женева, Швейцарія, 2011.

References

1. Marija Pešić, Ineta Nemeša, Nadiia Buhonka, Valentina Bozokifryt. Fruit based sustainable textile materials. 9th International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies, November 2023, Obuda – IJCELIT – p. 91-99.
2. Anna Katharina Schnatmann, Fabian Schoden, Andrea Ehrmann, Eva SchwenzfeierHellkamp. R principles for circular economy in the textile industry. Communications in development and assembling of textile products. 2023. 4(2), p. 294-305 DOI:10.25367/cdatp.2023.4.
3. Kyoungah Seo, Seunghee Suh. A Study on the Characteristics and Social Values of Vegan Fashion in H&M and Zara. Journal of Fashion Business. Fashion business. 2019. Vol.23, No.6, p.86-100 DOI:10.12940/jfb.2019.23.6.86.
4. Sneakers by BOSS and Piñatex®: веб сайт. URL: <https://www.hugoboss.com/men-vegan-shoes/?msockid=26b13cc1d94c67720782288cd83c668b> (дата звернення 05.10.2024)
5. Saucony Utilizes Pineapple Alternative to Leather For Eco-Friendly Capsule: веб сайт. URL: <https://hypebeast.com/2022/5/saucony-pinatex-ss22-earth-pack-rfg-release-info> (дата звернення 05.10.2024)
6. Ananas anam: веб сайт. URL: <https://www.ananas-anam.com/> (дата звернення 05.10.2024)
7. Home - GOTS - Global Organic Textile Standard: веб сайт. URL: <https://global-standard.org/> (дата звернення 20.10.2024)
8. Homepage - ECHA: веб сайт. URL: <https://echa.europa.eu/> (дата звернення 20.10.2024)
9. How Sustainable Are Piñatex Fabrics? A Life-Cycle Analysis: веб сайт. URL: <https://impactful.ninja/how-sustainable-are-pinatex-fabrics/> (дата звернення 20.10.2024)
10. Nataliia Pervaia, Tymofii Lypskyi, Vasyl Brovchenko. Prospects of using bio-based alternative leather for shoe manufacturing. 15th Joint International Conference on Innovation in Clothing 5th - 6th September 2024, Dresden – Clotech 2024 – p.89
11. ISO 17186:2011 Шкіра – Фізичні та механічні випробування – Визначення товщини поверхневого покриття; ISO: Женева, Швейцарія, 2011.

12. ISO 3376:2020 Leather-Physical and Mechanical Tests-Determination of Tensile Strength and Percentage Elongation; ISO: Geneva, Switzerland, 2020.
13. ISO 3377-1:2011 Leather-Physical and Mechanical Tests-Determination of Tear Load—Part 1: Single Edge Tear; ISO: Geneva, Switzerland, 2011.
14. ISO 14268:2012 Leather-Physical and Mechanical Tests-Determination of Water Vapour Permeability; ISO: Geneva, Switzerland, 2012.
15. ISO 9073-3:2023 Nonwovens – Test methods – Part 3: ISO: Geneva, Switzerland, 2023
16. BASF, Pocket Book, Test Methods, Leather Testing Methods, p.242.
17. DSTU 2726 Leather for shoe uppers. Technical specifications, Ukraine, 1994.
18. ISO 20942:2019 Leather-Full Chrome Upper Leather—Specification and Test Methods; ISO: Geneva, Switzerland, 2019.
19. Michael Meyer, Sascha Dietrich, Haiko Schul, Anke Mondschein. Comparison of the technical performance of leather, artificial leather, and trendy alternatives. *Coatings*. 2021, 11(2), p. 226; <https://doi.org/10.3390/coatings11020226>.
20. Байдакова Л.І. Товарознавство. Непродовольчі товари: взуттєві і хутряні вироби / Людмила Іванівна Байдакова. – К.: Вища школа, 2007. – 183 с.
21. Закон України «Про захист прав споживачів» редакція від 19.11.2022 р.
22. ДСТУ 3485-96. Взуття. Номенклатура показників якості [Чинний від 1998-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1998. – 16 с. – (Національний стандарт України).
23. Leather Footwear Market Size 2023-2030: веб сайт. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/leather-footwear-market-size-2023-2030-109-pages> (дата звернення 20.10.2024)
24. Will Vegan Leather Outshine Real Leather?: веб сайт. URL: <https://straitresearch.com/statistic/vegan-leather-vs-real-leather> (дата звернення 20.10.2024)
25. Natural Leather Market Size, Growth and Forecast from 2023 – 2030: веб сайт. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/natural-leather-market-size-growth-forecast-ycdcf> (дата звернення 20.10.2024)
12. ISO 3376:2020 Leather-Physical and Mechanical Tests-Determination of Tensile Strength and Percentage Elongation; ISO: Geneva, Switzerland, 2020.
13. ISO 3377-1:2011 Leather-Physical and Mechanical Tests-Determination of Tear Load—Part 1: Single Edge Tear; ISO: Geneva, Switzerland, 2011.
14. ISO 14268:2012 Leather-Physical and Mechanical Tests-Determination of Water Vapour Permeability; ISO: Geneva, Switzerland, 2012.
15. ISO 9073-3:2023 Nonwovens – Test methods – Part 3: ISO: Geneva, Switzerland, 2023
16. BASF, Pocket Book, Test Methods, Leather Testing Methods, p.242.
17. DSTU 2726 Leather for shoe uppers. Technical specifications, Ukraine, 1994.
18. ISO 20942:2019 Leather-Full Chrome Upper Leather—Specification and Test Methods; ISO: Geneva, Switzerland, 2019.
19. Michael Meyer, Sascha Dietrich, Haiko Schul, Anke Mondschein. Comparison of the technical performance of leather, artificial leather, and trendy alternatives. *Coatings*. 2021, 11(2), p. 226; <https://doi.org/10.3390/coatings11020226>.
20. Baidakova L.I. Commodity science. Non-food products: footwear and fur products / Lyudmila Ivanivna Baidakova. – K.: Vyscha shkola, 2007. – 183 p.
21. Law of Ukraine "On Protection of Consumer Rights" version dated 11/19/2022.
22. DSTU 3485-96. Footwear. Nomenclature of quality indicators [Valid from 1998-01-01]. – K.: Derzhstandart Ukrainy, 1998. – 16 p. – (National Standard of Ukraine).
23. Leather Footwear Market Size 2023-2030: веб сайт. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/leather-footwear-market-size-2023-2030-109-pages> (дата звернення 20.10.2024)
24. Will Vegan Leather Outshine Real Leather?: веб сайт. URL: <https://straitresearch.com/statistic/vegan-leather-vs-real-leather> (дата звернення 20.10.2024)
25. Natural Leather Market Size, Growth and Forecast from 2023 – 2030: веб сайт. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/natural-leather-market-size-growth-forecast-ycdcf> (дата звернення 20.10.2024)