

**ПЕРСПЕКТИВНІ МАТЕРІАЛИ
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
БІОТЕХНОЛОГІЯ, ПРИКЛАДНА
ХІМІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ**

Колективна монографія

Київ
«Світ Успіху»
2020

УДК 60+54+675.6.01](02)

П27

*Рекомендовано до видання
Вченою радою Київського національного університету
технологій та дизайну МОН України
Протокол № 7 від 29.05.2020 р.*

Рецензенти:

Чумак Віталій Лукич — доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії і хімічної технології Національного авіаційного університету.

Кузьмінський Євген Васильович — доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри екобіотехнології та біоенергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігора Сікорського».

П27 Перспективні матеріали та інноваційні технології: біотехнологія, прикладна хімія та екологія : колективна монографія / за заг. ред. О. Р. Мокроусової. Київ : Світ Успіху, 2020. 492 с.

ISBN 978-617-7324-38-5

Колективна монографія відображає результати актуальних наукових досліджень, розроблень, апробацій та практичного застосування у галузі біотехнології, хімічної технології шкіри та хутра, екології та товарознавства шкіряно-хутрової продукції.

Розглянуто питання розроблення та створення нових речовин та матеріалів для хімічних і біотехнологій, удосконалення процесів перероблення сировини біогенного походження, започаткування принципів раціонального природокористування та ресурсозбереження у технологіях виробництва шкіри та хутра, екологічних аспектів виробництва різнофункціональних матеріалів, удосконалення методів очищення промислових стоків, розширення асортименту та підвищення якості натуральних і синтетичних шкір.

Колективна монографія рекомендується для студентів, аспірантів, дослідників, науковців та експертів, що спеціалізуються у галузі біотехнології, хімічної технології та екології.

ISBN 978-617-7324-38-5

© КНУТД, 2020

© Світ Успіху, 2020

*Recommended for publication
by the Academic Council of Kyiv National University
of Technologies and Design of Ministry
of Education and Science of Ukraine
Protocol № 7 dated May 29 2020.*

Reviewers:

Chumak Vitaly Lukich — Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry and Chemical Technology of National Aviation University

Kuzminskiy Yevgeniy Vasylyovych — Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Ecobiotechnology and Bioenergy of National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Advanced materials and innovative technologies: Biotechnology, Applied Chemistry and Ecology : collective monograph / edited by Olena Mokrousova. Kyiv : Svit Uspichu, 2020. 492 p.

ISBN 978-617-7324-38-5

The collective monograph summarizes the results of current scientific research, development, testing and application in the fields of biotechnology, chemical technology of leather and fur, ecology and commodity science of leather and fur products. It is discussed the issues of development of new substances and materials for chemical and biotechnologies as well as improvement of biogenic raw materials processing along with the principles of rational environmental management and resource conservation in leather and fur technologies. Moreover, the ecological aspects of production of various functional materials, improvement of industrial wastewater treatment methods, expansion range and increasing the quality of natural and synthetic leathers were also considered.

Collective monograph is recommended for undergraduates and graduated students, researchers, scientists and experts in biotechnology, chemical technology and ecology.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. БІОТЕХНОЛОГІЯ.....	21
1.1 Розробка біотехнологічних продуктів на основі відходів колагенвмісної сировини.....	22
Ціла О. О., Ракша Н. Г., Галенова Т. І., Вовк Т. Б., Савчук О. М., Мокроусова О. Р., Остапченко Л. І.	
1.2 Alkaline and enzymatic keratin hydrolysates obtained from sheep wool.....	37
Mariana Daniela Berechet, Carmen Gaidau, Maria Stanca, Demetra Simion, Cosmin Alexe, Dana Gurau, Maria Râpă, Marius Becheritu	
1.3 The influence of surfactants in the context of novel biotechnologies, for elastin membrane preparation	54
Demetra Simion, Carmen Gaidau, Gabriela Paun, Daniela Berechet, Olga Niculescu, Maria Stanca	
1.4 К вопросу о возможности использования краевой обрезки лап северного оленя для получения белкового гидролизата...63	
Шалбуев Дм. В., Раднаева В. Д., Советкин Н. В.	
1.5 Отримання продуцента рекомбінантного фактора росту ендотелію судин.....	74
Окунев О. В., Горбатюк О. Б., Похолоenko Я. О., Іродов Д. М., Кордюм В. А.	
1.6 Біоактивні пептиди молозива як складові компоненти потенційного поліфункціонального парафармацевтика	80
Лич І. В., Моцар А., Волошина І. М.	
1.7 Регуляція клітинного циклу GC-1 spg I GC-2 spd	105
Шемедюк Н. П.	

1.8 Тіосульфонати: шляхи їх синтезу та перспективи застосування.....	116
Монька Н. Я., Василюк С. В., Баранович Д. Б., Стадницька Н. Є., Паращин Ж. Д., Хоміцька Г. М., Шиян Г. Б., Комаровська-Порохнявець О. З., Гавриляк В. В., Швед О. В., Мартирисян І. А., Бочарова О. В., Новіков В. П., Лубенець В. І.	
1.9 Біотехнологія калусної біомаси як метод збереження біорізноманіття лікарських рослин.....	137
Петріна Р. О., Загородня Д. С., Ільків Б.-В. В., Суберляк С. А., Князева К. С., Гавриляк В. В.	
1.10 Нанокосметика: плюси та мінуси	146
Гавриляк В. В., Федорова О. В., Петріна Р. О.	
1.11 Бактериоцини, синтезируемые <i>Lactobacillus</i>	158
Волошина І. Н., Красинько В. О., Бойко Т. О., Льч І. В., Шкотова Л. В.	
1.12 Основні ресурси хітину і хітозану грибного походження...178	
Нікітіна О. О., Нікіфорова Д. О.	
1.13 Біолюмінесцентне тестування та особливості тест-систем на основі люмінесцентних бактерій	188
Кондратюк О. О., Сидоренко Д. В., Грецький І. О.	
1.14 Сучасні біотехнологічні методи отримання колагену... 198	
Шидловська О. А.	
1.15 Особливості виділення колагену біомедичного призначення зі шкір ссавців	212
Майстренко Л. А.	
1.16 Особливості функціонування колагену в процесі загоєння ран	224
Юнгін О. С.	
1.17 Біотехнологічні аспекти розробки вірусних вакцинних препаратів	232
Жолобак Н. М.	

РОЗДІЛ 2. ПРИКЛАДНА ХІМІЯ	243
2.1 Articles made of sheep fur with therapeutic properties	244
Olga Niculescu, Carmen Gaidau, Demetra Simion, Mariana Daniela Berechet, Dana Gurau	
2.2 Бесхромовое дубление в присутствии солей цинка	254
Чурсин В. И.	
2.3 О возможности укрепления кожной ткани пушно-мехового сырья соединениями олигомерного характера	264
Островская А. В., Латфуллин И. И., Шагивалиева Р. Р., Щелокова В. С.	
2.4 Исследование влияния анионного ПАВ на подготовительные процессы обработки шкур кролика	275
Лутфуллина Г. Г., Петрова С. А., Хайрутдинова Р. И.	
2.5 Обработка меха высокочастотной плазмой пониженного давления	282
Баллыев С. Б., Шарифуллин Ф. С., Вознесенский Э. Ф.	
2.6 Оценка смачивающей способности композиций ПАВ	289
Лутфуллина Г. Г., Хайрутдинова Р. И., Петрова С. А.	
2.7 Исследование влияния плазменной модификации на гигиенические свойства кожи из шкур камбалы	296
Шорохов А. А., Тихонова В. П., Рахматуллина Г. Р., Туканова С. Х., Осетрова И. А.	
2.8 Підвищення ефективності рідинного оздоблення велюру шляхом застосування модифікованих дисперсій монтмориленіту	305
Охмат О. А., Бондарева А. О., Мокроусова О. Р.	
2.9 Застосування модифікованих дисперсій монтмориленіту у хромзбережному дубленні шкір	314
Жалдак М. П., Мокроусова О. Р.	

2.10 Екологічно орієнтована технологія виготовлення гідрофобізованого хутрового велюру	334
Данилкович А. Г., Романюк О. О., Ліщук В. І.	
2.11 Вплив старіння на властивості шкір, виготовлених із використанням полімерних матеріалів на основі ненасичених карбонових кислот під час рідинного оздоблення	352
Майстренко Л. А., Андреева О. А., Мережко Н. В.	
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЯ ТА ТОВАРОЗНАВСТВО ШКІРИ І ХУТРА ..	371
3.1 Технологія очищення стічних вод фармацевтичних підприємств від антибіотиків.....	372
Саблій Л. А., Жукова В. С.	
3.2 Біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод шкіряного виробництва	384
Ребрикова П. А., Мокроусова О. Р.	
3.3 Вдосконалення методів очищення стічних вод від іонів хрому	393
Сакалова Г. В., Василінич Т. М., Петрук Г. Д.	
3.4 Товарознавча експертиза півпальто з хутряного велюру, що перебувало в експлуатації.....	407
Омельченко Н. В., Браїлко А. С., Лисенко Н. В.	
3.5 Модифіковані волокнисто-сітчасті матеріали типу «шкіркартон» на основі колагену та целюлози.....	422
Фордзюн Ю. І., Андреева О. А.	
3.6 Дослідження пластичності та формостійкості шкір, виготовлених за різних умов рідинного оздоблення.....	432
Первая Н. В., Андреева О. А.	
3.7 Стан ринку дитячого взуття та натуральних шкір для його виготовлення.....	441
Жалдак М. П., Мокроусова О. Р.	
3.8 Екошкіра: фейки та реальність	459
Касьян Е. Є.	

2.8 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІДИННОГО ОЗДОБЛЕННЯ ВЕЛЮРУ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНИХ ДИСПЕРСІЙ МОНТМОРИЛОНІТУ

Охмат О. А.¹, Бондарєва А. О.², Мокроусова О. Р.^{1,2}

¹Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

²Київський національний торговельно-економічний університет, Україна
oxmat.oa@knutd.edu.ua, Aa-aa@i.ua, olenamokrousova@gmail.com

Статтю присвячено дослідженню можливості підвищення ефективності рідинного оздоблення велюру унаслідок застосування у технології модифікованих дисперсій монтморилоніту. Встановлено позитивний вплив барабанного забарвлення велюру із застосуванням модифікованих дисперсій монтморилоніту на показники якості отриманих шкір. Виявлено підвищення стійкості фарбованого велюру до механічного впливу, дії води та органічних розчинників.

Ключові слова: шкіряний велюр, рідинне оздоблення, монтморилоніт, модифіковані дисперсії, якість барабанного забарвлення

Сьогодні виробництво шкіряного велюру займає достатню частку в потужностях вітчизняних шкіряних підприємств. Це обумовлено з одного боку високим попитом споживачів, а з іншого — технологічною доцільністю. Високоякісний шкіряний велюр відрізняється глибоким однорідним кольором, об'ємністю ворсу, матовістю. Шкіряний велюр належить до шкір зі шліфованою лицьовою або бахтарм'яною поверхнею [1]. Неординарний зовнішній вигляд провокує підвищений попит на вироби з велюру, незважаючи на особливості догляду за цими виробами. Технологічна необхідність заводу у виробництві велюру обумовлена зниженням сортності шкіряної сировини, що надходить нині на підприємства. Наявність дефектів на лицьовій поверхні шкір вимагає застосування у технологіях таких операцій облагородження: шліфування,

тиснення, гравіювання тощо. Велюр високої якості відрізняється густим, пружним, а головне — однорідним ворсом, чого досягають у технології багаторазовим шліфуванням матеріалами з різною абразивністю. Отриманню однорідного ворсу також сприяє щільна структура дерми шкіри, яку шліфують. Велюр — шкіра ворсова, покривне фарбування якої не проводять. Насиченого забарвлення він набуває у процесах рідинного оздоблення. При цьому важливим є відсутність у шкіряного велюру дефекту «мазкості», що проявляється у механічному відтиранні барвника, яким було пофарбовано шкіру. Уникнути мазкості можна зменшенням витрат синтетичних барвників у процесі барабанного фарбування велюру. Однак це, зі свого боку, може призвести до втрати насиченості кольору і неповного профарбовування дерми барвниками. Останнє для велюру не допускається. Отже, технологічною необхідністю є застосування для рідинного оздоблення матеріалів, які б стали додатковими центрами для фіксації барвника у структурі дерми і дозволили попередити мазкість поверхні велюру.

Високоєфективними сорбентами для синтетичних барвників зарекомендували себе природні глинисті мінерали, сорбційні властивості яких обумовлені кристалічною структурою [2, 3]. Як сорбенти пропонують використовувати монтморилоніт, каолініт, сапоніт тощо. Найбільшої ефективності в сорбції синтетичних барвників різної природи досягнуто при використанні монтморилоніту (ММТ), точніше — його водних дисперсій. Основною властивістю монтморилоніту є здатність до самодиспергації [4]. Для підвищення гідрофільності його поверхні достатньо використати обмінні йони натрію, унаслідок чого дисперсія монтморилоніту набуває характерних колоїдних властивостей. Тобто глиниста частка, що складається з низки відносно орієнтованих елементарних кластерів, трансформується у гелювидну водну дисперсію. Модифікована дисперсія при цьому може легко утворювати гібридні матеріали з мінеральними та органічними сполуками [5].

Зважаючи на це, мета роботи полягала у встановленні рівня якості велюру барабанного фарбування для обґрунтування під-

вищення ефективності рідинного оздоблення шляхом застосування модифікованих дисперсій монтморилоніту. Об'єкт дослідження — показники якості фарбованого велюру, виробленого із застосуванням модифікованих дисперсій монтморилоніту.

Матеріали та методи. В роботі використано синтетичний барвник чорного кольору промислової марки CCRR2060 (ТОВ «Хімтехресурс»). Для визначення його основних характеристик та якості проведено низку досліджень за стандартними методиками, розробленими для барвників синтетичних [6]. Дослідження виявили: 1 — барвник належить до класу аніонних; 2 — барвник неоднорідний, має яскраво виражений зелений відтінок; 3 — кислото- та луготостійкість барвника максимальні і становлять 5 балів; 4 — стійкість до дії жорсткої води відповідає 3 балам (розчин барвника не стійкий до води високої жорсткості). Відповідно до дослідження за методом радіальної (віялоподібної) паперової хроматографії барвник характеризується середнім профарбовуванням матеріалу.

Для дослідження використано також дисперсії монтморилоніту, модифікованого індивідуально карбонатом натрію (6 % від маси сухого мінералу) та карбонатом натрію і сухим хромовим дубителем (відповідно 6 % та 10 % Cr_2O_3 від маси сухого мінералу) [7]. Уведенням оксиду хрому (III) в модифіковану дисперсію монтморилоніту катіонуємо поверхню його частинок, збільшуючи спорідненість до аніонних барвників. Модифіковану дисперсію монтморилоніту (МДМ) отримуємо при додаванні карбонату натрію до водної дисперсії монтморилоніту. Тривалість модифікації складає 2 год, температура — 60 °С, частота перемішування — 1500 об/хв. Хром-модифіковану дисперсію монтморилоніту (ХМДМ) отримуємо додаванням концентрованого розчину хромового дубителя до МДМ.

Дослідження проводимо на зразках напівфабрикату шкіряного велюру хромового дублення, отриманого із сировини великої рогатої худоби за типовою технологією «зворотного ходу» [8]. Товщина зразків напівфабрикату становить 1,5–1,6 мм. З метою оцінювання ефективності застосування модифікованих дисперсій монтморилоніту для підвищення якості рідинного

оздоблення велюру застосовано стандартні методики визначення якості шкір барабанного забарвлення [6].

Результати дослідження. Зразки напівфабрикату велюру хромового дублення перед фарбуванням обробляли модифікованими дисперсіями монтморилоніту (витрата 2,5 % сухого мінералу від маси напівфабрикату), зразки контрольної групи дисперсіями не обробляли. Тривалість оброблення модифікованими дисперсіями монтморилоніту при $RK = 2$ становила 40 хв. за температури $35 \pm 2^\circ\text{C}$. Фіксує оброблення здійснювали на відпрацьованому розчині форміатом натрію із витратою 4 % від маси напівфабрикату впродовж 30 хв. Фарбування виконували дослідним барвником, варіюючи його витрати від 2 до 8 % маси напівфабрикату. RK процесу фарбування становив 1,5; тривалість — 60–90 хв за температури $55 \pm 2^\circ\text{C}$. Подальші жирувальні процеси і комплекс сушильно-зволожувальних процесів та операцій проводили відповідно до типової технології виробництва велюру [8].

Для отриманих дослідних зразків проведено візуальне та органолептичне оцінювання, а також визначені показники якості отриманого на велюрі забарвлення (табл. 1).

Ніяких ускладнень при фарбуванні зразків, оброблених МДМ та ХМДМ, не виникло. За візуальним оцінюванням зразки мають однорідний насичений колір. Органолептичне оцінювання показало, що зразки 2 та 3 груп більш щільні, ніж зразки контрольної. Зразки цих груп менш тягучі, але при цьому не жорсткі.

Дослідження виявили, що витрат барвників 2 % для повного профарбовування дерми не достатньо. Для зразків контрольної групи повне профарбовування досягнуто за витрат 6–8 %. Необхідно зауважити, що саме такі витрати барвників використовують при фарбуванні велюру. Велика концентрація і надлишок барвника у фарбувальному розчині дозволяють «пробити» структуру дерми на 100 % за 90 хв. Однак саме це і зумовлює появу дефекту «мазкості». За умови застосування у технології модифікованих дисперсій монтморилоніту наскрізного профарбовування дерми велюру барвниками

Таблиця 1 — Визначення якості барабанного забарвлення велюру

Витрати* барвника, %	Стійкість забарвлення, бали, до:			Ступінь профарбовування дерми, %	Колір і його відтінки на зразках
	сухого тертя	мокрого тертя	дії органічних розчинників		
<i>варіант оброблення 1 — контрольна група зразків</i>					
8	2	1,0	2	100	чорний з зеленим відтінком
6	4	1,0	2	100	
4	4	1,5	3	70	
2	5	2,0	3	50	
<i>варіант оброблення 2 — зразки, отримані з використанням у технології МДМ</i>					
8	5	2,0	4	100	чорний
6	5	2,5	4	100	
4	5	2,5	5	100	
2	5	4,0	5	90	
<i>варіант оброблення 3 — зразки, отримані з використанням у технології ХМДМ</i>					
8	5	2,0	4	100	чорний
6	5	2,5	5	100	
4	5	3,5	5	100	
2	5	4,0	5	90	

* Від маси напівфабрикату

досягнуто витратою барвників 4 %. Цьому ефекту, на нашу думку, сприяє пористість та природна пластичність самого ММТ. Різнорозмірні частинки ММТ, утворені при його модифікації, формують структуру колагену на різних за розміром пор рівнях, збільшуючи пористість дерми. Окрім того, відомо [10], що оброблення дисперсіями ММТ упорядковує пористу структуру на рівні фібрил та первинних волокон, зумовлюючи зменшення склеювання структури колагену дерми. Зважаючи

на те, що напівфабрикат велюру, взятий для дослідження, був вироблений за технологією «зворотного ходу», ефект склеювання структури відіграє вирішальну роль. Сушіння велюру та його зберігання на складі сприяє утворенню додаткових зв'язків у структурі. Розмочування велюру перед рідинним оздобленням не завжди дає змогу повернути напівфабрикату весь спектр властивостей Wet-blue. Розклинювання структури дерми унаслідок застосування МДМ та ХМДМ зменшує вірогідність її склеювання, а відповідно — робить її більш доступною для доволі великих частинок синтетичного барвника. Саме це дозволило у зразках 2 та 3 варіантів оброблення досягти повного профарбовування дерми барвником за 50 хв.

Радикально чорного кольору зразків досягнуто тільки у технологіях із використанням МДМ та ХМДМ. Необхідно зауважити, що традиційного чорного кольору на шкірах при фарбуванні досягти дуже важко навіть за умови зниження рівня рН фарбувального розчину наприкінці процесу мурашиною кислотою. Чорні синтетичні барвники зазвичай мають різні відтінки: зелений, коричневий, синій тощо. Технологи «гасять» відтінок зеленого барвника, користуючись основами кольорознавства. Додавання до фарбувальної ванни невеликої кількості коричневого або червоного барвника нівелює зелений відтінок чорного кольору. Зникнення відтінку барвника на зразках 2 та 3 варіантів оброблення опосередковано свідчить про утворення у системі зв'язків, міцніших за водневі. Для пояснення цього явища скористаємося висновками досліджень структури ММТ і її ймовірних перетворень при модифікації [4, 11]. Отже, верхні та нижні площини елементарних шарів ММТ вкриті атомами кисню, тому зв'язок забезпечують лише сили Ван-дер-Ваальсу та міжмолекулярні. Відповідно до цього, при модифікації полярні частинки синтетичних барвників можуть вільно проникати у міжшаровий простір ММТ, розклинюючи шари і міцно фіксуючись між ними.

Стійкість забарвлення велюру до механічного впливу [12] та дії органічних розчинників [13] визначено за шкалою сірих еталонів [14]. Для зразків, оброблених перед фарбуванням

МДМ та ХМДМ, встановлена максимальна стійкість забарвлення до сухого тертя (5 балів) навіть за умови максимальної витрати барвника (8 %). На відміну від дослідних, у зразках контрольного варіанту оброблення спостерігається зменшення стійкості забарвлення велюру при підвищенні витрат барвника. У цьому випадку за максимальної витрати барвника стійкість становить 2 бали.

Стійкість забарвлення велюру до мокрого тертя менша за стійкість до сухого тертя для усіх зразків. Однак незважаючи на відсутність у застосованій нами технології процесу гідрофобізації поверхні велюру з метою надання їй водостійкості, стійкість забарвлення до мокрого тертя у зразків контрольного варіанту оброблення вдвічі менша за стійкість дослідних. Отримані результати також підтверджують утворення зв'язків різної природи.

Стійкість до дії органічних розчинників (хімічного чищення) для дослідних варіантів оброблення 2 та 3 вища за стійкість забарвлення зразків контролю. Найбільшої різниці показників досягнуто при витраті барвника 6 % від маси напівфабрикату. У разі використання МДМ показник збільшився на 50 % порівняно з контролем, а ХМДМ — на 60 %. Таку різницю у показниках не можна пояснити утворенням унаслідок фарбування великої кількості виключно водневих зв'язків. Саме такі зв'язки, зважаючи на структуру МТМ, можуть утворювати в системі синтетичні барвники через наявні в їх структурі аміно-, нітро-, гідроксо- та сульфогрупи. Проте всі органічні розчинники руйнують більшу частину водневих зв'язків. Стабільна стійкість до дії органічних розчинників забарвлення велюру дослідних варіантів оброблення 2 та 3 свідчить про утворення ковалентних зв'язків, стійких до вказаних оброблень.

Висновки. У дослідженні оцінено якість велюру для обґрунтування підвищення ефективності рідинного оздоблення шляхом застосування модифікованих дисперсій монтморилоніту. Оброблення напівфабрикату велюру перед фарбуванням дисперсіями ММТ допомагає отримати глибоке, насичене, рівномірне, радикально чорне, наскрізне по товщині забарвлення дерми вже при витраті барвника 4 %. Сорбційна активність

модифікованих дисперсій ММТ, використаних для рідинного оздоблення, забезпечує додаткову фіксацію аніонного барвника у структурі дерми, що позначається на збільшенні стійкості забарвлення велюру до механічного впливу та хімічного чищення. Стійкість забарвлення на велюрі до дії органічних розчинників свідчить про утворення в системі ковалентних зв'язків. Найбільш ефективним виявилось застосування перед фарбуванням ХМДМ, що можна пояснити утворенням при фарбуванні у велюрі водневих, ковалентних та, за наявності хрому, координаційних зв'язків з аніонним барвником.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. BS EN ISO 15115:2019. Leather — Vocabulary. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:15115:ed-1:v1:en>.
2. Manjot Toor, Bo Jin, Sheng Dai, Vipasiri Vimonses. Activating natural bentonite as a cost-effective adsorbent for removal of Congo-red in wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2015. 21. P. 653–661.
3. Vidhyadevi Tangaraj, Jean-Marc Janot, Maguy Jaber, Mikhael Bechelan, Sebastien Balme. Adsorption and photophysical properties of fluorescent dyes over montmorillonite and saponite modified by surfactant. *Chemosphere*. 2017. 184. P. 1355–1361.
4. Осипов В. І., Соколов В. М., Румянцева Н. А. Мікроструктура глинистих порід. М.: Надра, 1989. 211 с.
5. Daimei Chen, Wa Li, Yanru Wu, Qian Zhu, Zhijin Lu, Gaoxiang Du. Preparation and characterization of chitosan/montmorillonite magnetic microspheres and its application for the removal of Cr (VI). *Chemical Engineering Journal*. 2013. 221. P. 8–15.
6. Marukhlenko M. O., Palamar V. A., Mokrousova O. R. Stabilizing derma collagen structure with modified dispersions of montmorillonite. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2016. 111. P. 1–8.
7. Данилкович А. Г. Практикум з хімії та технології шкіри та хутра: навч. посіб. Київ: Фенікс, 2006. 340 с.
8. Данилкович А. Г., Мокроусова О. Р., Охмат О. А. Технологія і матеріали виробництва шкіри: навч. посіб. Київ: Фенікс, 2009. 580 с.
9. Danylkovych A., Mokrousova O., Zhygotzky A. Improvement of the filling and plasticization processes of forming multifunctional leather materials. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. 2. P. 23–30.
10. Мокроусова О. Р., Данилкович А. Г. Структурні зміни дерми в процесі формування шкіри з використанням високодисперсних мінеральних наповнювачів. *Вісник КНУТД.*, 2009. № 2. С. 71–78.

11. Segad M., Jonsson Bo, Akesson T., Cabane B. Ca/Na Montmorillonite: Structure, Forces and Swelling Properties. *Langmuir*. 2010. 26. 8. P. 5782–5790.

12. ДСТУ ISO 11640:2005. Шкіра. Випробування стійкості фарбовання. Стійкість фарбовання до багаторазового зворотно-поступального тертя. Київ, 2005. 10 с.

13. ДСТУ ISO 11643-2001. Шкіра. Випробування на стійкість фарбування. Стійкість фарбування невеликих зразків до розчинів, використовуваних для хімічного чищення. Київ, 2001. 10 с.

14. ДСТУ ISO 105-A03:2005. Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина A03. Сіра шкала для оцінювання фарбовання. Київ, 2005. 7 с.