

**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
Балдыев 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.	

3.2 БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ ВИСОКОКОНЦЕНТРОВАНИХ СТІЧНИХ ВОД ШКІРЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

Ребрикова П. А., Мокроусова О. Р.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна
rebrikova_polina@ukr.net

У статті розглянуто проблему погіршення становища навколишнього середовища через наявність високих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах шкіряного виробництва. На прикладі хімічного складу відпрацьованих вод після підготовчих процесів виробництва шкіри показано необхідність розділення стоків відмочувально-зольних та переддубильних процесів та їх окреме постадійне очищення. Наведено напрями модифікацій технологій, в яких змінюють параметри мікроорганізмів, стійких до високих концентрацій забруднювачів, указується на доцільність використання підібраних родів мікроорганізмів і їх поєднання з іншими видами біологічних агентів.

Ключові слова: біотехнологія, стічні води, шкіряне виробництво, органічні забруднення, анаеробне очищення

Швидкі темпи індустріалізації щороку збільшують обсяги промислових відходів, що в значній мірі впливає на забруднення екосистеми. Серед промислових стоків основні проблеми мають стічні води із шкіряного виробництва, оскільки вони є неминучим побічним продуктом у процесі виробництва шкіри. Відпрацьовані води цих виробництв містять складні комплекси речовин і характеризуються вмістом органічних та неорганічних сполук, зокрема сполуками азоту, хрому, сульфідами, хлоридами, завислими та розчиненими твердими речовинами. Компоненти, що містяться у такій воді, при недостатньому очищенні негативно впливають на стан природних водойм, сільське господарство та тваринництво, крім того, спричиняють серйозні професійні захворювання робітників цієї галузі виробництва [1].

Мета дослідження — обґрунтувати методи біологічного очищення стічних вод шкіряних виробництв, а також розглянути можливість модифікації мікробіологічної складової активного мулу очисних споруд.

Об'єктом дослідження є біологічні процеси очищення промислових стічних вод із використанням консорціумів солетійких мікроорганізмів та тих, що здатні до окиснення сірки, предмет дослідження — стічні води підприємств шкіряного виробництва.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на стічних водах відмочувально-зольних процесів оброблення шкіри підприємства ПрАТ «Чинбар», а саме — на окремо відібраних відпрацьованих водах після процесів відмочування, зоління, знезолення та пікелювання шкіряної сировини та голини [2]. Для встановлення можливості ефективного очищення стічних вод біологічними методами було досліджено хімічний склад відпрацьованих рідин на кожному окремому етапі. Використано стандартну методику [3] визначення вмісту завислих речовин, сульфатів, сульфідів, хлоридів, показників рН, ХСК та БСК₅. Для визначення сучасних методів біологічного очищення стоків шкіряних виробництв проведено аналіз літературних джерел для оцінювання ефективності бактеріальної складової активного мулу та їх модифікації.

Результати дослідження. Важливим фактором боротьби із забрудненням водної екосистеми є встановлення і дотримання чітких стандартів [4, 5] очищення стічних вод. Однак порівняння меж і норм скиду є доволі складним завданням, оскільки країни часто застосовують різні методи визначення меж скиду стоків. До того ж доволі часто навіть в одній країні стандарти можуть відрізнятися залежно від регіону, оскільки встановлюються місцевими органами влади, а також від обсягів виробництва, де до невеликих традиційних шкіряних заводів застосовують спрощені норми контролю.

Пошуки ефективного альтернативного засобу для очищення стічних вод шкіряного виробництва ускладнюються різноманітністю видів оброблюваної сировини, технологій виробництва,

асортименту готової продукції та нерівномірністю надходження стоків на очисні споруди. Так, за даними [6], споживання води в розрахунку на 1 т сировини становить від 54 до 78 м³. Основну кількість води використовують для проведення відмочувально-зольних процесів, яка надходить з природніх чи штучних поверхневих водойм (річки, озера, водосховища), міського водопостачання або артезіанських свердловин. Говорячи про сучасні технології ресурсозбереження та раціонального водокористування, все частіше підприємства залучають у повторний виробничий цикл відпрацьовану очищену воду.

Під час попереднього оброблення шкіри та хутра до 75 % забруднень за БСК і ХСК надходить унаслідок відмочувально-зольних процесів. Ці забруднення містять бруд, кров, жир, білки, завислі речовини, гідроксид кальцію, сульфіді, хлориди, через що стоки мають також високе значення рН. Стічна вода після відмочування має брудно-сірий колір і гнильний запах, запах сірководню або аміаку. рН середовища нейтральне або слабколужне.

Відпрацьована вода після зоління і промивні води становлять до 23–25 % загальної кількості стічних вод, рН в яких доходить до 14. Уміст сульфідів (до 1,8 г/л), що вносяться сірчистим натрієм або лугами, збільшує токсичність стічних вод. Стічні води після зоління мають мутно-білий або брудно-зелений колір і затхлий специфічний зольний запах. У табл. 1 наведено визначений склад відпрацьованих розчинів після рідинних процесів шкіряного виробництва ПрАТ «Чинбар».

Отже, високі значення ХСК є проявом вмісту розчинних білків, зокрема альбуміну і глобуліну, завислих речовин, які надходять з брудом, гноєм і кров'ю у надвисоких концентраціях. Також у розчинний стан переходять солі, консервувальні речовини, ПАРи, атисептики. Відпрацьовані розчини внаслідок значного вмісту білкових речовин схильні до загнивання та бродіння.

Скидання таких неочищених стічних вод одразу у природні водойми призводить до порушення екосистем — від евтрофікації водойм до цілковитої загибелі риб [7]. Тому для шкіряних

Таблиця 1 — Склад відпрацьованих розчинів після рідинних процесів шкіряного виробництва

Процес	Завислі речовини, г/дм ³	Сульфати, г/дм ³	Сульфиди, г/дм ³	pH	XСК, гО ₂ /дм ³	БСК ₅ *, гО ₂ /дм ³	XСК/БСК
Відмочування	19–21	0,4–0,5	—	6,8–6,9	20,8	0,25	83
Зоління	60–62	—	7,0–9,0	10,7–11	42,4	0,26	163
Знезолування	5,0–6,0	3,2–3,4	—	8,2–8,3	9,3	0,52	18
Пікелювання	5,2–9,0	5,4–5,5	—	3,23,4	8,2	0,007	1170

Примітка: * Проби води для визначення БСК₅ взяті з розведенням у 100 разів

підприємств обов'язковим є очищення і доочищення стоків в очисних спорудах власне на території виробництва або скид до загальної каналізаційної системи. В останньому разі норми очищення стічних вод регулюють шкалою розведення іншими побутовими і промисловими стоками [8], а також навантаженням на очисні споруди та проблемами, пов'язаними з управлінням та технічним обслуговуванням установок та обладнання. За цих умов граничні показники скиду нижчі, ніж граничні показники скиду безпосередньо у поверхневі води. Однак у такому разі має бути враховано можливості утилізації кінцевого шламу.

Для порівняння в табл. 2 наведено рекомендовані гранично допустимі значення для скидання очищених стоків у відкриті водойми. Ці показники можуть змінюватись залежно від пори року, глибини водойми та способом її подальшого використання.

Біологічні методи оброблення стічних вод шкіряного виробництва, наприклад біосорбція або біоаккумуляція, можуть запропонувати привабливі альтернативи існуючим технологіям. Як жива (біоаккумуляція), так і нежива (біосорбція) мікробна біомаса може діяти як ефективний компонент очищення стоків від органічних забруднень, солей та металів [10]. Оброблення відходів бактеріями передбачає також і стабілізацію відходів шляхом їх розкладання на нешкідливі неорганічні тверді речовини [11].

Таблиця 2 — Рекомендовані гранично допустимі значення для скидання очищених стоків у відкриті водойми [9]

Показник	Значення, г/дм ³
ХСК	Не більше 0,5
БСК ₅	Не більше 0,35
Завислі речовини	Не більше 0,5
Амонійний азот	Не більше 0,5
Сульфід	Не більше 0,001

Поширеними технологіями біологічного очищення шкіряних стічних вод є: аеробна з використанням активного мулу та процес анаеробного відстою шламу (UASB) [12]. Для високозабруднених стоків із концентрацією ХСК понад 1000 мг/дм³ доцільним є використання анаеробного очищення через низку таких переваг: менші витрати електроенергії, можливість отримання біогазу, висока продуктивність та мала тривалість процесу оброблення, стійкість до довготривалих перерв у подачі води або її залповому скиду. Сучасними перспективними технологіями є UASB-реактори із висхідним потоком рідини через шар анаеробного мулу, модифікація яких передбачає застосування носіїв задля утримання активної метаногенної біомаси у вигляді біоплівки, що забезпечує мінімальне вимивання частинок. Як завантаження використовують щєбінь, гальку, шлак, гравій, керамзит, полімерні гранули та ін. матеріали з пористістю частинок 40–50 % і щільністю 500–1500 кг/м³. На завантаженні затримуються залишкові завислі і колоїдні речовини. Розчинні сполуки адсорбуються на біоплівці, що покриває поверхню завантаження, проникають через клітинну мембрану всередину клітини і, будучи джерелами живлення і енергії, окислюються внутрішньоклітинними ферментами. Отже, речовини, що забруднюють стічну воду, перетворюються у біомасу активної біоплівки, яка прикріплена на частинках фільтра. Іншим методом інтенсифікації процесу є використання реактора із розширеним і завислим шаром гранульованого мулу (EGSB-реактор) [13].

Основними проблемами, що виникають при біологічному очищенні висококонцентрованих стічних вод, є обмежений ступінь адаптації, оскільки звичайні культури не завжди можуть бути ефективно використані для очищення стічних вод з високими значеннями концентрації органічних речовин, сульфатів та солі. Тому авторами [14] досліджується можливість знезаражування та дезактивації органічних забруднень та органічних білкових речовин при біологічному обробленні висококонцентрованих стічних вод галогенними мікроорганізмами. Дослідження деградації шкіряних сольових розчинів проводили як експерименти із партіями з чистими монокультурами *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus flexus*, *Exiguobacterium homiense* та *Staphylococcus aureus* та їх змішаними консорціумами.

Результати дослідження, отримані для очищення стічних вод шкіряного виробництва за вмісту солей 4 % (мас/об) показали, що *P. aeruginosa* є найбільш витривалим штамом, оскільки відмічено більш високе видалення ХСК (на 80 %) порівняно з іншими штамми та змішаною культурою. Водночас звичайний активний мул виявляв низький рівень зниження ХСК (до 45 %) порівняно з солестійкими консорціумами.

При дослідженні ефективності вилучення сполук сірки визначено важливість наявності сіркобактерій родів *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Ochrobactrum* і *Pseudomonas* [15]. Більшість бактерій є органотрофними і можуть окислювати такі відновлені сполуки сірки, як елементарна сірка або тіосульфат, накопичуючи тіосульфат або тетратіонат під час росту. Такі мікроорганізми можуть використовувати сполуки з відновленою сіркою як єдине джерело сірки, а деякі можуть використовувати нітрати як акцептор електронів для анаеробного росту.

Анаеробне очищення стічних вод шкіряного виробництва дає кращі результати, але утворення сульфідів в анаеробних реакторах може обмежувати його застосування. Для видалення сульфідів пропонують використовувати різні фототрофи та хемотрофи, але головною проблемою у разі фототрофів є потреба у джерелі світла. Хемотрофи потребують ретельного

контролювання кисню для отримання сірки замість сульфату, але остаточно уникнути утворення сульфату неможливо.

Отже, наявність бактерій стійких до високих концентрацій солей та сірки є вирішальними для ефективного процесу очищення стічних вод в анаеробних умовах. Однак застосування лише біологічного методу очищення стічних вод шкіряного підприємства не є ефективним через те, що групи мікроорганізмів утилізують лише розчинені і колоїдні органічні забруднення у стоках. Така схема потребує попереднього фізико-хімічного очищення.

Одним із найефективніших методів є флотація, яку можна застосовувати з метою виділення із загального стоку окремих компонентів — шерсті, жиру, ПАР, освітлення і очищення загального стоку в поєднанні з обробленням його реагентами для коагуляції. При нетривалому перебуванні стічних вод у флотаційних установках (20–40 хв) забезпечується високий ефект очищення (до 90–98 %) від нерозчинних домішок і завислих речовин [16].

У такому разі застосування комбінованого фізичного чи хімічного процесу з біологічним процесом для очищення шкіряних стоків дасть задовільні результати порівняно з застосуванням цих очисних процесів окремо.

Висновки. Висока мінливість вмісту органічних речовин (що визначається різкими змінами показника ХСК) та вмісту розчинених солей у стічних водах шкіряного виробництва може ускладнити чи унеможливити ефективну роботу очисних споруд, що зі свого боку може спричинити важкі порушення рівноваги екосистеми водою. Однак біологічні методи очищення стоків визнаються за їх здатністю знижувати біохімічне (БСК) та хімічне (ХСК) споживання кисню завдяки звичайній аеробно-анаеробній біодеградації забруднюючих речовин. Виявлено, що деякі види бактерій здатні до очищення від органічних речовин та солей або в чистих культурах, або в консорціумах. За результатами досліджень ефективність чистого не адаптованого активного мулу поступається виведеним спеціалізованим консорціям мікроорганізмів, які можуть підвищувати показники очищення до 80 %.

Перевагою біологічного очищення є те, що стічні води можна скидати у відкриті природні водойми або відправляти на додаткове очищення в міську каналізацію. Залишки активного мулу в такому разі необхідно утилізувати. Однак при великому навантаженні за органічними та токсичними речовинами кращим варіантом очищення стічних вод шкіряного виробництва є поєднання фізико-хімічних та біологічних процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ребрикова П. А. Біотехнологічні аспекти очищення стічних вод підприємств, що переробляють продукти тваринництва / П. А. Ребрикова, О. А. Шидловська, Н. М. Жолобак, О. Р. Мокроусова. Наукові праці НУХТ. Т. 24. № 6. 2018. С. 42–49.
2. Технологія і матеріали виробництва шкіри: навч. посіб. / А. Г. Данилович, О. Р. Мокроусова, О. А. Охмат; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. К.: Фенікс, 2009. 580 с.
3. Лурье Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод. Изд. 4-е, перераб. и доп. / Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова. М.: Химия, 1974. 335 с.
4. Постанови Кабінету Міністрів «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» від 25.03.99 № 465. К., 1996.
5. Постанови Кабінету Міністрів «Про Порядок розроблення і затвердження нормативів гранично-допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується» від 11.09.96 № 1100. К., 1996.
6. Кондауров Б. П. Сточные воды кожевенного предприятия: проблемы и решения / Б. П. Кондауров, А. А. Захарова, В. И. Александров, Л. Т. Базшиева, В. С. Салтыкова. М.: МГУДТ, 2011. 285 с.
7. Апостолук С. О. Промислова екологія: навч. посіб. / С. О. Апостолук, В. С. Джигирей, І. А. Соколовський та ін. 2-ге вид., виправл. і доповн. К.: Знання, 2012. 430 с.
8. Яковлев С. В., Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. М.: АСВ, 2002. С. 227–358.
9. Дубление, крашение, выделка шкур и кожи. [Електронний ресурс] // Бюро НДТ. 2017. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293740/4293740399.pdf>.
10. Biological treatment of tannery wastewater by using salt-tolerant bacterial strains. Sivaprakasam S, Mahadevan S, Sekar S, Rajakumar S. Microb Cell Fact. 2008 Apr 29;7:15.
11. Ребрикова П. А. Використання сульфатвідновлюючих бактерій для очищення стічних вод шкіряного виробництва / П. А. Ребрикова, О. Р. Мокроусова. Тези доповідей XVIII Всеукр. наукової конф. молодих вчених та

студентів [«Наукові розробки молоді на сучасному етапі»], (Київ, 18–19 квітня 2019 р.) / М-во освіти і науки України, КНУТД. 2019. Т. I. С. 606–607.

12. Калужный С. В, Данилович Д. А., Ножевникова А. Н. Анаэробная биологическая очистка сточных вод. М.: ВИНТИ, Итоги науки и техники, сер. Биотехнология, 1991. Т. 29. 187 с.

13. Саблій Л. А. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці / С. В. Кононцев, О. М. Бунчак, В. С. Жукова; за ред. Л. А. Саблій; рекомендовано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2 вид., перероб. і доп. Рівне: НУВГП, 2018. 377 с.

14. Okoduwa SIR, Igiri B, Udeh CB, Edenta C, Gauje B. Tannery Effluent Treatment by Yeast Species Isolates from Watermelon. *Toxics*. 2017 Feb 4;5(1).

15. Identification and characterization of sulfur-oxidizing bacteria in an artificial wetland that treats wastewater from a tannery. Pacheco Aguilar JR, Peña Cabriales JJ, Maldonado Vega M. *Int J Phytoremediation*. 2008 Sep-Oct;10(5):359-70.

16. Саблій Л. А. Нова ефективна технологія очищення стічних вод шкіряних заводів / Л. А. Саблій. Вісник НУВГП. Технічні науки: зб. наук. праць. Рівне: НУВГП, 2012. Вип. 4(60). С. 46–52.