

## 2.10 ЕКОЛОГІЧНО ОРІЄНТОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГІДРОФОБІЗОВАНОГО ХУТРОВОГО ВЕЛЮРУ

Данилкович А. Г., Романюк О. О., Ліщук В. І.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна  
ag101@ukr.net

*Досліджено вплив фракцій електрохімічно активованої води і витрат алкенмалеїнової композиції на фізико-хімічні властивості хутрового велюру. З використанням цих реагентів розроблено процеси відмочування, знежирювання, хромового дублення і гідрофобізації шкірної тканини хутрового велюру овчини.*

*Ключові слова: овчина напівгруба, електрохімічно активована вода, регенерація, напівфабрикат, гідрофобізація, властивості хутрового велюру*

Розроблення інноваційних технологій хутрового виробництва спрямовано на скорочення масоенерговитрат, зокрема сировини, води, хімічних реагентів, особливо екологічно шкідливих. При цьому серед асортименту хутрової сировини значні об'єми належать овчинно-шубній сировині [1], яку використовують при виготовленні овчин хутрових, шубних та хутрового велюру [2]. При цьому на хутровий велюр направляють напівтонкорунні та напівгрубі овчини з бездефектною поверхнею шкірної тканини. Технологія його виготовлення відзначається значною тривалістю і високими енергетичними затратами. Недоліком такого матеріалу є низька стійкість до намокання. Для його усунення на поверхні шкірної тканини матеріалу формують багат шарове плівкове покриття [3], що обумовлює інструментальне ускладнення, подовжує тривалість виробничого процесу і, відповідно, підвищує енергетичні затрати.

Щодо цього можна вважати перспективним використання поліфункціональних, екологічно безпечних реагентів на основних стадіях виробничого циклу при виготовленні гідро-

фобізованого хутрового велюру. Зокрема, це стосується процесів відмочування, знежирювання, пікелювання, дублення, жирування. З цією метою на відмочувально-дубильних процесах буде використана електрохімічно активована вода (аноліт, католіт), а на стадії жирування для гідрофобізації хутрового велюру — алкенмалеїнова композиція.

Отже, актуальним можна вважати розроблення екологічно орієнтованої технології виготовлення гідрофобізованого хутрового велюру завдяки скороченню витрат води, тривалості технологічного циклу при використанні нових ефективних хімічних реагентів.

Перероблення хутрової сировини зі збереженням волосяного покриву вимагає ефективного проведення низки фізико-хімічних процесів при значних витратах хімічних реагентів і води. При цьому, як свідчать теоретична і практична інформація, значні перспективи має електрохімічно активована (ЕХА) вода, яка проявляє поліфункціональні властивості. Зокрема, в роботі [4] наведені фізико-хімічні основи отримання і використання активованої води та її аномальні властивості. Автори роботи [5] вважають, що специфічні властивості активованої води та розчинів на її основі обумовлені руйнуванням кластерів, утворених молекулами води, наявністю значної кількості радикалів різного хімічного складу і термодинамічною невірноваженістю упродовж тривалого часу. Це сприяє прискоренню низки біотехнологічних процесів. Відзначається також суттєва бактерицидна дія ЕХА води, зокрема аноліту [6, 7] на мікрофлору білкової сировини. Це дає можливість уникнути використання екологічно шкідливих антисептичних речовин у відповідних технологічних процесах. Фізико-хімічні особливості фракцій ЕХА води — аноліту і католіту — були виявлені при дослідженні ензимної активності дріжджів [8] при виготовленні етилового спирту. Використання аноліту з низьким рН при кислотному гідролізі відходів рослинної сировини як каталізатора [9] дає можливість виключити з технологічного процесу кислоти.

Суттєвий науковий і практичний інтерес можуть мати дослідження впливу ЕХА води на перебіг різних стадій технологічного

процесу формування хутрових матеріалів. Автори роботи [10] показали, що складові аноліту активно дифундують у клітини білкової сировини, а католіт з високим рН активує процес зворотної дифузії глобулярних білків, ліпідів і глюкозаміногліканів з сировини та міжфібрилярних проміжків її напівфабрикату. Автори робіт [11, 12] наводять результати дослідження ролі ЕХА води в процесах пластифікації різних шкіряних матеріалів при формуванні з них виробів. Це виявляється у підвищенні їх деформаційної здатності та зменшенні скорочення деталей порівняно з використанням неактивованої води в обтяжно-затяжних процесах виготовлення взуття. Зокрема, підвищена активність католіту в цих процесах залежно від виду матеріалу дає можливість зменшити до 5 % його деформаційну здатність. Відомо суміщене використання розчинів католіту і реагентів різної хімічної природи і структури для підвищення деформаційних властивостей шкірної тканини хутра [13].

Аналіз інноваційних джерел інформації свідчить про існування фізико-хімічних основ використання різних фракцій електрохімічно активованої води у масообмінних процесах при переробленні біосировини. У технологічних обробленнях хутрової сировини і напівфабрикату ефективно використання активованої води може бути реалізовано за необхідної її стабільності та хімічної активності при взаємодії з реагентами на різних стадіях оброблення і, передусім, пов'язаної з видаленням з них неструктурованих компонентів.

При формуванні властивостей хутрових матеріалів, коли на перших стадіях їх технологічного оброблення зростає гідрофільність структури, то в подальшому необхідно підвищувати стійкість до намокання. Особливо це важливо при виготовленні матеріалів зі спеціальними властивостями, зокрема гідрофобного типу. Для отримання матеріалів із підвищеною водостійкістю автори багатьох робіт рекомендують використовувати хімічні реагенти різного складу і структури. Слід відзначити, що при аналізі публікацій щодо взаємодії хімічних реагентів з волокнистою структурою колагену немає суттєвої відмінності між структурою шкірної тканини хутра і шкіри. Так, в роботі

[14] аналізують методи підвищення водостійкості шкіряних матеріалів з використанням жирних і оксикарбонових кислот та їх похідних, оксиетильованих жирних кислот, азотмістких сполук різного складу, металокомплексних сполук, полідіметіл-силоксанових каучуків, фторкарбонових полімерів, фтормістких силанів, комбінації солей алюмінію з парафіном чи воском.

Для підвищення експлуатаційних властивостей шкіряних матеріалів автори роботи [15] рекомендують фторкремнієві та полімерні фторкарбонові сполуки. Суттєве підвищення водостійкості й пластичності матеріалу спостерігається при застосуванні кополімеру на основі ефіру малеїнової кислоти і  $\alpha$ -оксипропідіметілсилоксану у співвідношенні 2:1, акрилової кислоти і 1-октадекана [16, 17]. Для підвищення водостійкості шкіри автори роботи [18] рекомендують сумісне використання силанових, карбонільних, карбоксильних і гідроксильних сполук, які вступають у взаємодію з аміногрупами колагенової структури з утворенням поверхневої захисної плівки. Також для поверхневої гідрофобізації шкіри використані полімерні системи на основі полівінілетинілдігідроксихлорсилана [19]. Досягнутий гідрофобний ефект за крайовим кутом змочування становить 110 град, який після 300 циклів стирання зменшується на 15 %.

При використанні фторсиланів і фторсилоксанів для оброблення шкіряного і хутрового напівфабрикату спостерігається підвищення його водостійкості й міцності [20]. При цьому шкірна тканина хутра набуває стійкого гідрофобного ефекту, зокрема знижується її вологоємність і намокання у три рази, а тривалість водопромокання підвищується у 34 рази при збереженні необхідних гігієнічних властивостей. Суттєвий гідрофобізуючий ефект може бути досягнутий при обробленні колагенвмісних матеріалів хімічними реагентами і низькотемпературною плазмою. При комплексному обробленні сполуками гексаметилдісилоксану і тетраетилортосилікату сумісно з низькотемпературною плазмою [21] спостерігається значне підвищення водостійкості матеріалу. Авторами в роботі [22, 23] досліджено залежність фізико-хімічних і гігієнічних

властивостей колагенвмісного напівфабрикату від умов його плазмового оброблення і витрат кремнійорганічного полімеру А-187. При цьому отримані матеріали за гідрофобним ефектом характеризувались збільшенням тривалості всмоктування краплі води на 86 % зі зменшенням гігроскопічності на 76–87 % і підвищенням міцності на 23 %.

Отже, аналіз наукових публікацій з виробництва гідрофобізованих шкіряних і хутрових матеріалів свідчить про застосування широкого асортименту хімічних реагентів різної природи і структури. При цьому роботи мають переважно емпіричний характер без теоретичного обґрунтування механізму взаємодії реагентів із колагеновою структурою на різних стадіях технологічного оброблення сировини і напівфабрикату та без урахування особливостей їх взаємодії і структурних перетворень на різних стадіях перероблення волокнистої структури.

Мета дослідження — розроблення екологічно орієнтованих технологічних процесів виробництва гідрофобізованого хутрового велюру овчини шляхом використання електрохімічно активованої води і алкенмалеїнового полімеру. При цьому розроблено:

- регенерацію структури сировини овчини прісно-сухого консервування та її знежирювання з використанням ЕХА води;
- хімічне структурування хутрового напівфабрикату овчин з використанням ЕХА води та їх гідрофобізація;
- апробація розробленої технології у напіввиробничих умовах.

Після проведення комплексу постадійних наукових досліджень відмочувально-дубильно-жирувальних процесів виготовлення хутрового велюру завданнями були удосконалення існуючої технології його виробництва та розроблення нових активованих процесів — відмочування-знежирювання, пікелювання-дублення та гідрофобізації отриманого велюру.

Об'єкт дослідження — фізико-хімічний процес перетворення колагенвмісної сировини напівгрубих овчин прісно-сухого консервування у хутровий велюр підвищеної стійкості до води.

Предмет дослідження — встановлення закономірностей фізико-хімічних процесів виготовлення хутрового велюру підвищеної водостійкості з використанням електрохімічно активованих технологічних розчинів та гідрофобізуючого полімеру.

**Матеріали та методи.** Хутровий велюр виробляли з напівгрубої овчини [24] масою  $1,9 \pm 0,1$  кг із гладким неоднорідним волоссяним покривом, міцно зв'язаним із шкірною тканиною та переважанням пухового і проміжного волосу над остьовим з товщиною 32–34 мкм. У роботі на стадії відмочувально-дубильних процесів використано дві фракції електрохімічно активованої води — аноліт і католіт, які отримували у науково-дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій на напіввиробничій установці проточного типу «Изумруд КФТО» (РФ, м. Санкт-Петербург) потужністю 60–70  $\text{дм}^3/\text{год}$ . Аноліт і католіт характеризувались рН відповідно 2,7–3,6 і 9,0–10,8 та окисновідновним потенціалом 300...1500 і –100... –700 мВ. Основні зміни рН фракцій ЕХА води відбуваються у перші дні [25], водночас за умов зберігання у закритих ємностях без прошарку повітря водневий показник і окисно-відновний потенціал католіту і аноліту релаксують до квазістабільного стану протягом 50 год відповідно на 3 і 16–18 % [26].

Значення рН аноліту і католіту та технологічних розчинів визначали приладом рН-340 зі скляним хлоркалієвим електродом, а ОВП ЕХА води — потенціометричним методом з використанням платинового і хлорсрібного електродів за методикою [27].

У процесі оброблення хутрових овчин використано низку хімічних реагентів, зокрема:

- неіоногенна поверхнево-активна речовина СПК-50 (ТУ 2488-014-22284955-99);
- хромовий дубитель  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_n(\text{OH})_{6-2n}$  (ТУ 2141-033-541386-2003) основністю 35–40 %;
- алюмокалієвий галун  $\text{KAl}(\text{SO}_4)2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (ГОСТ 4329-77);
- жирувальний матеріал тгирон DL як суміш сульфатованих і сульфитованих синтетичних та натуральних жирів аніонного типу з вмістом активної речовини 70 % ,

pH 10 % емульсії 7,5 виробництва фірми Trumpler (Німеччина);

- композиція на основі  $\alpha$ -алкенів C20-24 полімеризованих з малеїновим ангідридом, що являє собою 50–52 % водно-органічного розчину полімеру з середньочисловою молекулярною масою 38·103.

Вміст води у сировині визначали гравіметричним методом за температури  $102 \pm 2$  °C, тоді як pH води і технологічних розчинів вимірювали за допомогою pH-метра марки pH-340. Перед зважуванням зразків на електронних вагах (AXIS, AD200, Польща) поверхневу вологу ретельно видаляли фільтрувальним папером.

Характеризацію отриманого напівфабрикату овчини та велюру проводили за комплексом фізико-хімічних властивостей після попереднього кондиціонування зразків ексикаторним методом за температури  $20 \pm 2$  °C та відносної вологості повітря  $65 \pm 5$  %.

Уміст дубильних сполук хрому визначали йодометричним титруванням і виражали як масову частку оксиду хрому (III) [28]. Незв'язані жирові речовини (ЖРН) в овчині визначали екстрагуванням тетрахлорметаном в апараті Зайченка і висушуванням за температури 128–130 °C відповідно протягом 1,5 та 1,0 год.

Механічні властивості овчин (напруження при розтягуванні та подовження) вимірювали за допомогою розривної машини РМ-250М зі швидкістю деформування 90 мм/хв із використанням спеціального затискача для випробування цілих шкур. Початкова відстань при ширині 10 мм між затискачами становила 50 мм.

**Результати дослідження.** Технологія виготовлення хутрового велюру овчини [2] передбачає послідовне проведення низки фізико-хімічних процесів у контрольованих умовах з використанням значної кількості води і хімічних реагентів. При цьому враховують стан волосяного покриву за міцністю його зв'язку з шкірною тканиною. Процеси відмочування і знежирювання, в основному, виконують у лужному середовищі і тільки за наявності слабкого зв'язку волосяного покриву з шкірною тканиною овчин, процес відмочування виконують у кислому середовищі. Така технологія характеризується використан-

ням екологічно шкідливих реагентів, зокрема формаліну, та значною тривалістю процесів.

Для активізації процесів відмочування-знежирювання при регенерації структури сировини раціонально їх проводити у електрохімічно активованому середовищі. Враховуючи високий ступінь декластеризації активованої води та її високу дифузійну здатність щодо структури колагену дерми, а також антибактеріальні властивості, у цих процесах раціонально використовувати фракції католіту і аноліту. Для ефективного виконання відмочування за необхідного значення рН середовища експериментально встановлено співвідношення католіт/аноліт 5:1 з рН 8,2, що забезпечить антимикробні властивості цього процесу.

Для визначення тривалості процесу відмочування овчин проведено дослідження кінетики водопоглинання суміші католіт/аноліт шкірною тканиною (рис. 1) після видалення волосяного покриву. Отримані дані свідчать про інтенсивне водопоглинання у всіх варіантах оброблення шкірної тканини овчин

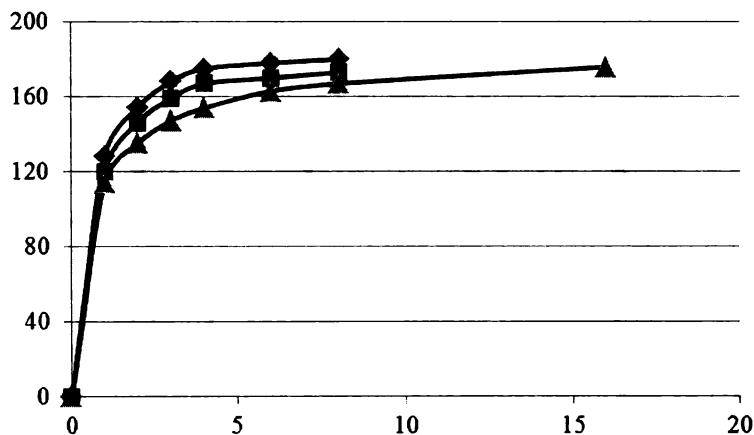


Рисунок 1 — Кінетика водопоглинання шкірною тканиною овчини при використанні: католіт/аноліт 5:1 (1, 2), за діючою технологією (3), СПК-50 відповідно 0,5 і 1,0 г/дм<sup>3</sup> (1, 3); температура 25 °С (1, 2) і 30 °С (3)



у перші дві години. При цьому процес ефективніше проходить при використанні суміші католіт/аноліт і практично досягає рівноважного значення протягом 6 год. Слід відзначити, що використання ПАРН дещо прискорює процес водопоглинання.

У разі контрольного варіанта за неактивованої води і у двічі вищій концентрації ПАРН, вищій температури на 5 °С процес водопоглинання шкірною тканиною овчини проходить повільніше і триває 16 год. Кінетичний процес водопоглинання активованої води можна пояснити тим, що після 4 год обводнення відбувається подальше проникання молекул декластеризованої води у мікрофібрилярну структуру шкірної тканини на макромолекулярний рівень.

Для підготовки структури шкірної тканини овчини прісно-сухого консервування до процесу знежирювання необхідно провести друге відмочування. Цьому сприяє подальше віджимання волосяного покриву овчин із видаленням з нього жиропоту та одночасним деформуванням шкірної тканини, що підвищує мобільність елементів її мікрофібрилярної структури. Слід відзначити, що друге відмочування, на відміну від першого, відбувається у присутності ПАРН з витратою 0,5 г/дм<sup>3</sup> після проміжного віджимання зразків, їх міздріння і фінішного промивання за температури 38 °С. При цьому скорочується витрата ПАРН і тривалість відмочування щодо діючої технології відповідно у два і 2,7 рази.

У роботі досліджено три варіанти двоступеневого знежирювання шкірної тканини овчини з використанням католіту, які відрізнялись ступенем лужності технологічного процесу і додаванням на другому знежирюванні 2 г/дм<sup>3</sup> ПАРН СПК-50 (варіант 2). Результати проведеного дослідження наведені в табл. 1.

Отримані дані свідчать про зменшення вмісту ЖРН у шкірній тканині овчини з підвищенням рН середовища і менші їх абсолютні значення порівняно з контрольним варіантом оброблення за діючою технологією, яка передбачає у три рази більші витрати ПАРН, а також використання карбонату натрію і формаліну. Це може свідчити про вищу ефективність

Таблиця 1 — Вміст незв'язаних жирових речовин у шкірній тканині овчин після їх знежирювання

Процес: показник*	Варіант дослідної технології			За діючою технологією
	1	2	3	
<b>Знежирювання 1:</b> рН розчину ЖРН, %	9,0 14,1	9,7 13,4	10,5 13,0	9,8 14,3
<b>Знежирювання 2:</b> рН розчину ЖРН, %	8,0 8,7	9,5 7,1	10,5 7,9	7,8 9,2
<b>Промивання:</b> рН розчину ЖРН, %	6,7 3,8	6,7 2,95	6,7 3,3	6,7 4,1

\* Після відмочування овчини містять 20,8 % ЖРН

проведення процесу знежирювання шкірної тканини овчини в середовищі католіту. При цьому вміст залишкових ЖРН після знежирювання і промивання шкірної тканини овчин зменшується на 28,0 % щодо їх знежирювання за діючою технологією.

Результати дослідження деформаційних властивостей шкірної тканини овчин після відмочування-знежирювання наведені у табл. 2. Одержані дані свідчать про більшу деформаційну і пластичну здатність зразків овчини, отриманих за дослідною технологією, що вказує на вищу рухливість елементів волокнистої структури колагену шкірної тканини і, відповідно, підготовленість овчин до ефективного проведення наступних технологічних процесів оброблення хутрового напівфабрикату.

Отже, завдяки використанню суміші фракцій електрохімічно активованої води католіт/аноліт з урахуванням їх специфічних фізико-хімічних властивостей при відмочуванні овчин прісно-сухого консервування і католіту, при знежирюванні за зменшеної удвічі витрати неіоногенної поверхнево-активної речовини і відсутності екологічно шкідливого формаліну процес відмочування-знежирювання може бути суттєво скороченим.

Таблиця 2 — Деформаційні властивості знежиреної овчини

Показник	Овчина	
	дослідна	контрольна
Деформація, %, повна	15,0	12,9
– пружна	3,1	3,6
– еластична	3,6	3,2
– залишкова	8,3	6,1

Надалі відмочений і знежирений напівфабрикат овчини піддають хімічному структуруванню при дубленні та обробленню алкенмалеїною композицією. Після знежирювання і промивання замість пікелювання, передбаченого діючою технологією, його обробляють анолітом при рН 3 і рідинному коефіцієнті (РК) 7 протягом 5,5–7,0 год (табл. 3). За годину до завершення фізико-хімічного процесу підготовки до дублення у розчин аноліту додають молочну кислоту в кількості 0,9–1,35 г/дм<sup>3</sup>. Завершення процесу контролюють появою «сушинки» на поверхні шкірної тканини. Після цього додають хромовий дубитель у вигляді порошку з витратою 0,7 г/дм<sup>3</sup> у перерахунку на Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> за рН 3,5–3,6. Контрольний варіант технології передбачає виконання дублення напівфабрикату на новому розчині. Після забарвлення всієї товщини зрізу шкірної тканини розчином дубителя, його основність доводять розчином карбонату натрію до рН 3,5–3,6. Процес дублення овчини контролюють за температурою зварювання (T<sub>зв</sub>), яка має бути не нижчою ніж 73 °С. Для повнішого зв'язування хромового дубителя з колагеном шкірної тканини овчини залишають під поліетиленовою плівкою на 12 год.

Наступний процес хромалюмінієвого додублювання напівфабрикату за дослідною технологією виконують із зменшенням витрат хромового дубителя і алюмокалієвого галуну порівняно з діючою технологією відповідно у 1,6–2,0 і 1,75–2,3 рази. При цьому шкірна тканина овчини повинна мати T<sub>зв</sub> не менше 90 °С.

Як показали дослідження впливу концентрації молочної кислоти і витрат хромового дубителя, T<sub>зв</sub> шкірної тканини

Таблиця 3 — Фізико-хімічні властивості дубленого напівфабрикату

Процес: показник	Варіант дослідної технології			За діючою технологією
	1	2	3	
Пікелювання: концентрація хлорид натрію	—	—	—	40
молочна кислота, г/дм <sup>3</sup>	0,9	1,2	1,35	—
мурашина кислота	—	—	—	5
Тривалість, год	7	5,5	6	11
Дублення:				
хромовий дубитель (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), г/дм <sup>3</sup>	0,6	0,7	0,9	1,5
Тривалість, год	3	2,5	2,5	6–8
Масова доля Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %				
у шкірній тканині	0,84	0,93	0,91	0,87
у розчині, мг/дм <sup>3</sup>	47	51	65	134
T <sub>за</sub> *, °C	71	75	77	74
Додублювання:				
хромовий дубитель (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), г/дм <sup>3</sup>	2,5	2	2	4
алюмокалійовий галун, г/дм <sup>3</sup>	4	3	3	7
Тривалість, год	3	2,5	2,5	6
Масова доля Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %				
у шкірній тканині	1,93	2,28	2,16	3,25
у розчині, г/дм <sup>3</sup>	1,54	0,93	1,06	2,37
pH шкірної тканини	5,4	5,6	5,3	5,2
T <sub>за</sub> , °C	89	93	90	91

\* T<sub>за</sub> визначена після 12 год пролежування

ни овчини після хімічного структурування підвищувалась зі збільшенням їх концентрації до 77 °C. При цьому зразки овчини, отримані за другим і третім варіантами оброблення, відповідають вимогам діючої технології. Структуруючий ефект у цьому разі досягається завдяки наявності у шкірній тканині овчини декластеризованого аноліту і маскувальної дії молочної кислоти при меншій витраті хромового дубителя у 2,1 раза за 2,4–3,2 раза швидше.

У подальшому обробленні напівфабрикату овчини при дублюванні процес хімічного структурування шкірної тканини завершується, і її  $T_{зв}$  у другому варіанті технології досягає 93 °С. Водночас за діючою технологією навіть при збільшеній витраті хромового дубителя і алюмокалієвого галуноу температура зварювання є нижчою на 2 °С. Отже, проведені дослідження можуть свідчити про більшу ефективність взаємодії хімічних реагентів у присутності активованої води з колагеном шкірної тканини овчини.

Отриманий напівфабрикат овчини після сушильно-зволужувально-деформаційних процесів і операцій гідрофобізували шляхом розпилення алкенмалеїнової композиції 10 % концентрації та її наступної фіксації алюмокалієвим галуном 1 % концентрації у перерахунку на  $Al_2O_3$  з витратами відповідно 0,3–2 і 0,2 г/дм<sup>2</sup>. Після цього зразки гідрофобізованого велюру овчини залишали під поліетиленовою плівкою на пролежування протягом 12 год. Потім зразки деформували розтягуванням вручну, підсушували за температури 40–45 °С до вологості 12–15 %.

Результати дослідження фізико-хімічних властивостей гідрофобізованого хутрового велюру після кондиціювання зразків у нормальних умовах протягом 24 год наведені у табл. 4, 5. Як видно з табл. 4, спостерігається підвищення водостійкості велюру зі збільшенням витрат алкенмалеїнової композиції до 1 г/дм<sup>2</sup>, яка надалі залишається незмінною. Це виражається у зменшенні величини намокання шкірної тканини овчини, підвищенні крайового кута змочування і тривалості всмоктування краплі води. При цьому намокання гідрофобізованої овчини порівняно з контрольним варіантом через 2 і 24 год є меншим у 1,7–1,9 раза, а тривалість динамічного водопромокання для шкірної тканини гідрофобізованого велюру більше ніж у 50 разів перевищує відповідне значення овчин, отриманих за діючою технологією.

Екстремальна залежність пористості від концентрації використаної композиції може бути зумовлена частковим зниженням взаємодії між гідрофільними ділянками, що модифіковані молекулами алкенмалеїнового полімеру після видалення

Таблиця 4 — Фізико-хімічні показники гідрофобізованого хутрового велюру

Показник	Витрата, г/дм <sup>2</sup>					
	алкенмалеїнової композиції					Trupol DL
	0,3	0,6	1,0	1,5	2,0	2,0
Пористість, %	58	65	69	62	59	56
Всмоктування краплі води, хв	58	65	86	84	85	0,5
Крайовий кут змочування, град, через хв: 1	116	128	137	136	138	—
	30	103	112	122	120	—
Динамічне водопромокання, хв	18	22	28	28	29	0,5
Намокання, %, через год: 2	146	135	130	127	130	248
	24	193	166	162	171	270
Паропроникність відносна, %	31,0	37,0	32,5	27,0	20,0	43,0
Повітропроникність відносна, см <sup>3</sup> /(см <sup>2</sup> ·год)	56,0	60	64	68,0	57,0	63,0

Таблиця 5 — Фізико-механічні показники хутрового велюру

Показник	Витрата, г/дм <sup>2</sup>					
	алкенмалеїнової композиції					Trupol DL
	0,3	0,6	1,0	1,5	2,0	2,0
Межа міцності при розриванні, МПа	11,2	11,9	12,6	12,2	12,5	10,4
Подовження при напруженні 4,9 МПа, %	33,0	35,0	38,0	36,0	33,0	35,0
Подовження відносне, %, при розриванні залишкове	64,0	66,0	72,0	69,0	60,0	58,0
	15,0	18,0	19,0	21,0	17,0	16,0

вологи і збільшення унаслідок цього міжструктурних відстаней. Надмірна витрата композиції спричиняє відкладання її в порах, що сприяє зменшенню цього показника. Аналогічно змінюється і повітропроникність.

Характер зміни паропроникності взагалі корелює із пористістю, що відповідає механізму проходження вологи через товщу шкірної тканини зразка велюру овчини шляхом сорбції-десорбції молекул води під дією градієнта тиску. Максимальне значення паропроникності спостерігається за витрати алкенмалеїнової композиції  $0,6 \text{ г/дм}^2$ , що свідчить про неадекватність впливу гідрофобності й пористості структури хутрового велюру на цей показник.

Гідрофобізація шкірної тканини велюру овчини виявляє пластифікаційну дію алкенмалеїнової композиції на фізико-механічні властивості напівфабрикату (табл. 5). При збільшенні концентрації гідрофобізуючої композиції спостерігається підсилюючий конформаційно-орієнтаційний вплив сорбованих молекул модифікатора на структуру напівфабрикату, що виявляється в підвищенні межі міцності й подовження при витраті композиції до  $1,0 \text{ г/дм}^2$ . Це обумовлено ослабленням міжфібрилярних взаємодій над орієнтаційним впливом молекул модифікатора, що супроводжується стабілізацією цих показників. При цьому відносно залишкове подовження виявляє подібну залежність.

Отже, отриманий хутровий велюр овчини за розробленою технологією характеризується комплексом підвищених фізико-механічних властивостей і водостійкості порівняно з хутровим велюром отриманим за діючою технологією.

**Висновки.** Розроблено процеси відмочування, знежирювання, хромового дублення і гідрофобізації виробництва хутрового велюру овчини з сировини прісно-сухого консервування з використанням електрохімічно активованої води і алкенмалеїнової композиції. Встановлено ефективний вплив фракцій активованої води католіту і аноліту на процеси регенерації структури шкірної тканини овчин і видалення неструктурованих компонентів колагену дерми за відсутності антисептика — формаліну,

і прискорювача процесу відмочування — сульфїту натрію, при зменшеній витраті неіоногенної поверхнево-активної речовини у 4 рази та скороченні тривалості процесу відмочування у 2,7 рази порівняно з діючою технологією.

Визначені умови знежирювання напівфабрикату овчини при використанні католїту за відсутності антисептика — формалїну, та зменшеної утричі витрати неіоногенної поверхнево-активної речовини порівняно з діючою технологією. Виявлено вплив анолїту і молочної кислоти на процес хїмічного структурування колагену шкірної овчини. Показана можливість зменшення витрат хромового дубителя і жирувального реагенту та скорочення тривалості дубильно-додублювальних процесів виготовлення хутрового велюру овчини у 2 рази порівняно з діючою технологією.

Досліджено вплив витрат алкенмалеїнової композиції при її нанесенні шляхом розпилення на поверхню шкірної тканини хутрового велюру овчини на його фізико-хїмічні властивості. Встановлено оптимальну витрату композиції при отриманні гїдрофобізованого велюру овчини з підвищенням гїдростійкості та фізико-механїчних властивостей. Зокрема, мїцність шкірної тканини велюру зростає на 21 % порівняно з овчинами отриманими за діючою технологією.

Розроблена технологія виготовлення гїдрофобізованого велюру овчини з використанням електрохїмічно активованої води і алкенмалеїнової композиції може бути рекомендована для апробації в промислових умовах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ринок хутряних товарів України: монографія / І. М. Грищенко, А. Г. Данилкович, І. Т. Зварич та ін.; за ред. І. М. Грищенка. Київ: Світ Успїху, 2016. 280 с.
2. Данилкович А. Г., Лїщук В. І., Стрембулевич Л. В. Сучасне виробництво хутра;/ за ред. А. Г. Данилковича. Київ: Фенїкс, 2015. 320 с.
3. Вернер Низи. Производство наппалана. Кожевенно-обув. пром-сть. 1991. С. 9–11.
4. Теоретические основы электрохимической обработки водных растворов / Г. А. Плутахин, Аидер Мохаммед, А. Г. Коцаев, Е. Н. Гнатко. Научный



журнал Кубанського гос. Аграрного унів., 2013. № 92(08). С. 1–25. URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/35.pdf> (дата звернення: 31.01.2020).

5. Shirahata S., Hamasaki T., Teruya K. Advanced research on the health benefit of reduced water. *Trends in Food Science & Technology*. 2012. V. 23(2). P. 124–131.

6. The antimicrobial mechanism of electrochemically activated water against *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* as determined by SDS-PAGE analysis / Cloete T. E., Thantsha M. S., Maluleke M. R., Kirkpatrick R.. *Journal of Applied Microbiology*. 2009. V. 107. № 2. P. 379–384.

7. Evaluation of the efficacy of electrochemically activated solutions against nosocomial pathogens and bacterial endospores / Robinson G. M., Lee S. W.-H., Salisbury V. C. and Reynolds D. M.. *Letters in Applied Microbiology*. 2009. V. 50. Issue 3. P. 289–294.

8. Вплив електрохімічно активованої води на ферментативну активність спиртових дріжджів / Н. О. Паньків, Л. Я. Паляниця, Р. Б. Косів, Н. І. Березовська. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 2013. № 3/6 (63). С. 29–33.

9. Кашковський В. І., Каменських Д. С. Застосування активованої води в процесі кислотного гідролізування рослинних відходів з високим вмістом пентозанів. Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України, 2012. URL: <http://waste.ua/eco/2012/biomass/hydrolysis/> (дата звернення: 31.01.2020).

10. Electrolyzed-reduced water protects against oxidative damage to DNA, RNA, and protein / Lee M. Y., Kim Y. K., Ryoo K. K. et al. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 2006. V. 135(2). P. 133–144.

11. Екологічно чисті технології легкої промисловості на основі використання активованих водних розчинів / Б. М. Злотенко, А. Г. Данилкович, О. А. Матвієнко та ін. *Вісник КНУТД*, 2008. № 1. Т. 2. С. 127–130.

12. Бовсуновський О. В., Луцик Р. В., Мельник М. В. Дослідження релаксаційних та фізико-механічних властивостей натуральної шкіри після пластифікації різними водними розчинами. *Вісник КНУТД*, 2006. № 5. С. 88–91.

13. Зорина Э. Ф., Зелева Г. М., Нагорная З. Е. Влияние природы дубителей и воды на пластические свойства кожевой ткани меха и кожи. *Омский науч. вестник*. 2002. № 19. с. 140–141.

14. Николаенко Г. Р. Современные методы гидрофобизации натуральных материалов лёгкой промышленности. *Вестник Казанского технического университета*, 2014. С. 79–83.

15. Оценка эффективности препаратов для поверхностной гидрофобизации спилка / З. К. Низамова, М. В. Калинин, Н. В. Евсюкова и др. *Кожевенно-обувная промышленность*, 2012. № 2. С. 18–19.

16. Dahmen K., Mertens R. Use of siloxane copolymers for treating leather and pelts. *Leather Sci. Abstr.* 1995. № 1. С. 9–10.

17. Kovacevic V., Babic R. Postizavanje otpornosti na vodu kože za specijalne namjene. *Koza i obuca*. 1993. 42. № 11–12. С. 127–128.

18. Джураев А. М., Кадилов Т. Ж., Тошев А. Ю. Влияние гидрофобизации на эксплуатационные свойства кож для верха обуви. Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование, 2015. С. 48–54.

19. Полиэтилгидроксилорганосилоксановые полимеры для повышения эффекта гидрофобизации / В. Н. Ахмедов, А. М. Джураев, А. Ю. Тошев и др. Химическая технология, 2007. Т. 5. С. 145–146.

20. Гидрофобизация кожевенно-мехового полуфабриката фторсодержащими функциональными силанами и силосанами / Н. В. Евсюкова, И. В. Воробьева, Л. М. Полухина и др. Дизайн и технологии, 2009. № 11. С. 68–72.

21. Koizhaiganova M., Meyer M., Junghans F., Aslan A. Surface activation and coating on leather by dielectric barrier discharge (DBD) plasma at atmospheric pressure. SLTC journal. 2017. V. 101, 2. P. 86–93.

22. Шатаева Д. Р., Кулевцов Г. Н., Абдуллин И. Ш. Получение кожевенных материалов из шкур овчины и КРС с улучшенными гигиеническими свойствами при помощи обработки ННТП и кремнийорганическими соединениями. Вестник Казанского технологич. ун-та., 2014. Т. 17. № 11. С. 86–88.

23. Шатаева Д. Р., Кулевцов Г. Н., Абдуллин И. Ш. Исследование влияния взаимодействия неравновесной низкотемпературной плазмы и кремнийорганических соединений на физико-механические свойства кож из шкур КРС. Вестник Казанского технологич. ун-та., 2014. Т. 17. № 11. С. 73–75.

24. ДСТУ 8359:2015. Овчини невичинені. Технічні умови. Дата введення в дію 2017.07.01. Вид. офіційне. Київ, 2015.

25. A. G. Danylkovych, V. I. Lishchuk and O. O. Romaniuk, «Use of electrochemically activated aqueous solutions in the manufacture of fur materials», SpringerPlus, vol. 5, no. 1. P. 1–11, Dec. 2016.

26. Бордун І. М., Пташник В. В. Вплив умов зберігання на процеси релаксації у електрохімічно активованій воді. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2012. № 1(6)55. С. 27–30.

27. Левин А. И., Помолов В. А. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии: 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Металлургия, 1979. 312 с.

28. Данилкович А. Г., Чурсин В. И Аналитический контроль в производстве кожи и меха. Москва: научно-издат. центр «ИНФРА-М», 2015. 176 с.