

ӘРЛЕУДІҢ БЫЛҒАРЫ ҚҰРЫЛЫМЫНА ӘСЕРІН ИҚ-СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ

Р.М. ЕГЕМБЕРДИ , Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА* 

(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан Республикасы,
160012 Шымкент қ., Тәуке хан даңғ., 5)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ega05.05@mail.ru*

Бұл мақалада былғарының әрлеу процесінің оның құрылымдық қасиеттеріне әсері ИҚ-спектроскопиялық әдіспен зерттелді. Зерттеу барысында әрленген және әрленбеген былғары үлгілерінің инфрақызыл спектрлері салыстырылды. Зерттеу Shimadzu IRPrestige-21 ИҚ-Фурье спектрометрімен жүргізілді. Талдау үшін Pike Technologies компаниясының Miracle типті қосымшасы пайдаланылды. Әр үлгінің спектрлері $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ диапазонында алынды. Талдау алынған спектрлердегі негізгі сіңіру жолақтары (шыңдары) бойынша жасалды. Зерттеу жұмыстары М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу Университетінде орналасқан «Конструкциялық және биохимиялық материалдар» инженерлік зертханасында жүзеге асырылды. Нәтижесінде әрлеу кезінде полимерлі қабықтың түзілуі, коллаген құрылымының белгілі бір дәрежеде өзгеруі және химиялық байланыстардың қарқындылығының төмендеуі анықталды. Алынған деректер былғарыны әрлеу процесі материалдың беткі қабатындағы химиялық байланыстардың қайта құрылуына және жалпы құрылымының молекулалық деңгейде өзгеруіне әкелетінін дәлелдеді. Амидтік топтардың (--C=O , --NH) тербеліс жолақтарының аздап ығысуы байқалды, бұл коллаген тізбектерінің ішінара модификацияланғанын көрсетеді. Әрленген үлгінің сыртқы қабатында $1735\text{--}1740\text{ см}^{-1}$ жиілігінде жұтылу жолақтарының пайда болуы оның полимерлік құрамында карбонил (C=O) функционалды топтарының түзілгенін айқындайды. Нәтижелерді негізге ала отырып, былғарының сапалық қасиеттерін сақтау мақсатында әрлеу жұмыстарында қолданылатын құрамды одан әрі зерттеп, жетілдіру ұсынылады.

Негізгі сөздер: былғары, хромдық илеу, былғары құрылымы, ИҚ-спектроскопия, әрлеу, коллаген.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛКИ НА СТРОЕНИЕ КОЖИ С ПОМОЩЬЮ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Р.М. ЕГЕМБЕРДИ, Р.Ш. МИРЗАМУРАТОВА*

(Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Республика Казахстан,
160012, г. Шымкент, пр. Тауке хана, 5)

Электронная почта автора-корреспондента: ega05.05@mail.ru*

В данной статье методом ИК-Фурье спектроскопии изучено влияние процесса отделки (финиширования) кожи на её структурные свойства. В ходе исследования были сопоставлены инфракрасные спектры образцов кожи с отделкой и без отделки. Измерения проводились на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IRPrestige-21, оснащённом приставкой Miracle от компании Pike Technologies. Спектры для каждого образца регистрировались в диапазоне $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$. Анализ базировался на изучении основных полос поглощения (пиков) в полученных спектрах. Исследовательские работы выполнялись в инженерной лаборатории «Конструкционные и биохимические материалы», расположенной на базе Южно-Казахстанского университета имени М. Ауэзова. Результаты подтвердили, что процесс отделки приводит к реорганизации химических связей и молекулярным изменениям в поверхностном слое материала. В частности, было установлено: формирование полимерной пленки на поверхности образцов. Частичная модификация коллагеновой структуры и снижение интенсивности некоторых химических связей. Наблюдалось незначительное смещение полос валентных колебаний амидных групп (--C=O , --NH), что указывает на частичную модификацию коллагеновых цепей. Таким образом, полученные данные доказывают, что отделка кожи вызывает перестройку химических связей и молекулярно-структурные изменения в её верхнем слое. Появление полос поглощения в области $1735\text{--}1740\text{ см}^{-1}$ на внешнем слое

образца с отделкой указывает на образование карбонильных (C=O) функциональных групп в его полимерном составе. На основании полученных результатов рекомендуется дальнейшее изучение и оптимизация состава отделочных материалов для обеспечения сохранения высокого качества и эксплуатационных свойств кожи.

Ключевые слова: кожа, хромовое дубление, структура кожи, ИК-спектроскопия, отделка, коллаген.

DETERMINING THE EFFECT OF FINISHING ON LEATHER STRUCTURE USING FTIR SPECTROSCOPY

R.M. YEGEMBERDI, R.SH. MIRZAMURATOVA*

(M. Auezov South Kazakhstan University, Kazakhstan,
160012, Shymkent, Tauke khan Avenue, 5)

Corresponding author e-mail: era05.05@mail.ru*

This article investigates the influence of the leather finishing process on its structural properties using Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy. The study involved a comparison of the infrared spectra of finished and unfinished leather samples. The measurements were carried out on a Shimadzu IRPrestige-21 FTIR spectrometer equipped with a Miracle accessory from Pike Technologies. Spectra for each sample were recorded in the range of 4000–400 cm⁻¹. The analysis was based on examining the main absorption bands (peaks) in the obtained spectra. The research was conducted in the "Structural and Biochemical Materials" engineering laboratory at the M. Auezov South Kazakhstan University. The results confirmed that the finishing process leads to a reorganization of chemical bonds and molecular changes in the material's surface layer. Specifically, it was established: formation of a polymer film on the surface of the samples, partial modification of the collagen structure and a reduction in the intensity of certain chemical bonds, a slight shift in the absorption bands of the amide group valence vibrations (–C=O, –NH) was observed, indicating a partial modification of the collagen chains. Thus, the obtained data prove that leather finishing causes a rearrangement of chemical bonds and molecular-structural changes in its top layer. The appearance of absorption bands in the range of 1735–1740 cm⁻¹ on the surface of the finished sample indicates the formation of carbonyl (C=O) functional groups in its polymeric composition. Based on the results, further study and optimization of the composition of finishing materials are recommended to ensure the preservation of high quality and functional properties of leather.

Keywords: leather, chrome tanning, leather structure, IR spectroscopy, finishing, collagen.

Kіpіcne

Былғары – жануарлардың шикі терісін немесе былғарысын илеу арқылы алынатын табиғи, берік әрі иілгіш материал. Ең жиі қолданылатын шикізат түрі – ірі қара малдың терісі болып табылады. Былғарыны өндіру көлемі шағын қолөнер шеберханаларынан бастап, заманауи өнеркәсіптік зауыттарға дейін әртүрлі деңгейде жүзеге асырылады. Шикі тері немесе тері-былғарылар өндеудің бірнеше механикалық және химиялық сатыларынан өтеді: жүнін алу, қырку, жібіту, күлдеу, майлау және илеу. Осы процестердің нәтижесінде ұзақ мерзімді және экологиялық тұрақты былғары өнімі алынады [1].

Былғарының құрылымы үш өлшемді коллаген талшықтарының торынан тұрады. Бұл құрылым тоқыма маталарынан талшықтардың өрілу ерекшелігі бойынша айтарлықтай өзгеше. Былғарыдағы талшықтардың тығыздығы ет

жағынан үстіңгі (беттік) қабатқа қарай біртіндеп арта түседі, бұл өз кезегінде бояғыш заттарға деген сіңірілу дәрежесінің екі бетте әртүрлі болуына әкеледі. Сонымен қатар, былғарының қасиеттері жануардың түріне, тұқымына және тіршілік ету жағдайларына байланысты өзгереді. Бір терінің өзінде де әр бөлігі әртүрлі қасиеттерге ие болуы мүмкін. Осы факторлардың барлығы илеу процесіне және алынған былғарының сапасына тікелей әсер етеді.

Былғарының сапасы мен қасиеті бірқатар факторларға тәуелді: терінің түріне (бұқа терісі ме, сиыр терісі ме), шыққан тегіне (жануардың денсаулығы мен күтім жағдайына), шикі терінің сапасына, сондай-ақ илеу әдісіне (өсімдік тектес немесе хроммен илеу) байланысты анықталады [2].

Илеу (tanning) – жануарлардың терісіндегі жұмсақ әрі тез бұзылатын нәруыздарды (ақуыздарды) химиялық өндеу арқылы берік әрі

иілгіш былғарыға айналдыру процесі болып табылады. Өсімдік тектес илеу әдісінде негізгі әсер етуші зат – танин қышқылы (tannic acid), ол кейбір ағаш түрлерінің қабығынан алынады. Ал хромдық илеу кезінде алюминий, хром немесе цирконий тәрізді металдардың тұздары қолданылады. Бұл процесс терінің нәруыздық құрылымын тұрақты түрде өзгертеді, нәтижесінде тері шіруге төзімді, мықты әрі кейде түрлі түске боялған күйде өңделеді [3].

Илеуге дейін терілер бірнеше дайындық кезеңінен өтеді: жүннен арылту, майсыздандыру, тұзын кетіру және суға жібіту. Бұл процесс 6 сағаттан 2 тәулікке дейін созылады. Тарихи тұрғыдан алғанда, тері илеу кәсіпшілігі жағымсыз иіс шығаратын («иісті кәсіп») сала ретінде қабылданып, көбіне елді мекендердің шет аймақтарына орналастырылған.

Дәстүрлі илеу әдістерінде қолданылатын танин — табиғи қышқылдық қосылыс, оның атауы илеу процесінің өзінен шыққан. «Tannin» сөзі ежелгі неміс тіліндегі “tanna” — емен немесе шырша ағашы деген сөзден туындаған, себебі бұл қышқыл дәл осы ағаштардың қабығынан алынған. Өнеркәсіптік революция дәуірінде илеушілер хром (III) ерітінділерін қолдана бастады, бұл әдіс былғары өндірісінде тиімділігімен ерекшеленіп, кеңінен таралды [4].

Ежелгі замандарда илеу ісі жағымсыз иіс шығаратын әрі санитарлық тұрғыдан қолайсыз кәсіп ретінде қарастырылғанымен, дәл осы саланың дамуы қазіргі заманғы былғары технологиясының негізін қалыптастырды [5].

Дұрыс илеу – былғары өндірісіндегі ең маңызды кезеңдердің бірі. Бұл былғары өндіру процесінің бір ғана бөлігі болғанымен, оның сапасы мен беріктігін айқындайтын негізгі фактор. Илеу – жануар терісін (жүнді немесе жүнсіз күйде) сақтап қалу тәсілі, мұнда негізгі әсер етуші заттар – таниндер, яғни тері талшықтарының құрылымын тұрақтандырып, оның шіру, тотығу және бұзылу процесін тежейтін қышқылдық химиялық қосылыстар.

Илеу процесі бірнеше кезеңнен тұрады: алдымен тері алдын ала дайындалып (жүннен, майдан, тұздан тазартылады), содан кейін иленеді. Илеуден соң, қолданылу мақсаты мен тапсырыс берушінің талаптарына байланысты былғары боялады, тегістеледі, майланады және басқа да өңдеуден өтеді. Бұл операциялардың түрлері мен реттілігі шексіз вариацияларға ие және былғарының соңғы сапалық сипаттамасын айқындайды [6].

Теріні хром ұнтағымен илеу процесі – хромдық илеу (chrome tanning) деп аталады, ал

нәтижесінде алынған материал хроммен иленген былғары деп аталады. Қазіргі таңда ең кең таралған илеу әдісі – хромның (III) тұздарын пайдалану.

Хромдық илеу XIX ғасырдың соңында енгізіліп, қысқа уақыт ішінде ең тиімді әрі жаппай қолданылатын әдіске айналды. Оның тез таралуының басты себебі – бұл әдістің өсімдік илегіштерімен илеуге қарағанда әлдеқайда жылдам және өндірістік тұрғыдан тиімді болуы еді.

Хромдық илеудің дамуы майлау және синтетикалық бояғыштарды қолдану технологияларының пайда болуымен қатар жүрді. Осы жаңалықтардың барлығы былғары өндірісінің химиялық құрамын жетілдіріп, хроммен илеуді негізгі илеу түріне айналдырды.

Хром тұздары минералды илегіш заттар тобына жатады. Илеуден кейінгі былғары әлі дымқыл күйде болады және аздап көкшіл түске енеді, сондықтан мұндай былғары “wet blue” (дымқыл көк былғары) деп аталады [7].

Хромның (III) тұздарымен илеу – әлемдік былғары өндірісінің шамамен 85%-ын құрайды. Бұл әдіспен:

- аяқ киім үстіңгі бөлігіне арналған былғарының 95%-ы,
- жиһаз қаптамасына арналған былғарының 70%-ы (ФОС-былғарылар пайдасына азайып келеді),
- және киімдік былғарының шамамен 100%-ы өндіріледі.

Хромдық былғарыны басқа әдістермен иленген былғарыларға қарағанда гидрофобизациялау (су өтпейтін ету) оңай және оны жұмсарту да жеңіл жүзеге асады. Бұл әдіс тезірек, әрі химиялық реагенттерді аз қажет етеді. Илеуден кейін алынған «wet blue» деп аталатын көкшіл реңді былғары ұзақ сақтауға жарамды және әлемнің кез келген нүктесіне тасымалдауға ыңғайлы. Бұл фактор былғарының халықаралық саудасын жеңілдетіп, жаһандық өндіріс тізбегін қалыптастырды [8].

Былғарыны әрлеу — былғары өндіру процесінің соңғы кезеңі болып табылады және ол былғарының соңғы қасиеттері мен эстетикалық сипаттамаларына жауап береді. Оларға гидрофобтылық (су өтпейтіндік), түс тұрақтылығы, үйкеліс беріктігі, жылтырлығы және түс біртектілігі жатады. Бұл қасиеттер әрлеу құрамының (формуляциясының) химиялық құрамына тікелей байланысты [9,10].

Әрлеу процесі екі жабын қабатынан тұрады: негіздік қабат (base coat) және үстіңгі қабат (top coat).

Негіздік қабат — бұл былғарының өңделмеген (crust) бетімен әрекеттесуге қабілетті еріткіштер мен байланыстырушы заттарды жағу арқылы жүзеге асады. Бұл процесс былғарының химиялық қасиеттерін өзгертеді және бояғыштар мен пигменттердің жақсы бекінуін қамтамасыз етеді.

Үстіңгі қабат (top coat) дайын былғарының бетін лактар немесе полиуретандар арқылы қорғауға арналған [11]. Жоғары сапалы нәтижеге қол жеткізу үшін негіздік және үстіңгі қабаттардың өзара үйлесімділігі өте жоғары болуы қажет, себебі негіздік қабат — былғары мен үстіңгі жабын арасындағы байланыстырушы көпір рөлін атқарады.

Әрлеу құрамында сонымен қатар пленка түзуші заттар (film-forming agents) болады, олар шайыр негізіндегі және ақуыз негізіндегі формуляциялар болып екіге бөлінеді. Шайыр негізіндегі құрамдар былғарыға жоғары стандартты қасиеттер (мысалы, түс тұрақтылығы мен су өтпейтіндік) береді, алайда олардың құрамында көбіне қоршаған ортаға зиянды және уытты заттар кездеседі.

Әрлеу кезінде былғарының беткі қабатына полимерлі композициялар жағылады, олар материалды су, жарық, механикалық әсерлерден қорғайды. Дегенмен, бұл процесс коллаген талшықтарының табиғи құрылымына және химиялық байланыстарына әсер етуі мүмкін. Зерттеудің мақсаты әрленген былғары мен әрленбеген былғарының құрылымын зерттеу және әрленген былғарының құрылымының өзгерісін бақылау. Өйткені, әрлеу жұмыстары бірнеше әдістердің көмегімен орындалады: былғары бетіне бояғыштар мен әрлеу материалдарын бүркіп жағу, арнайы валиктер көмегімен біркелкі қаптама жасау, былғарыны тұтас бояғыш ағынының астынан өткізу, жоғары температура мен қысыммен жылтырлық беру және өрнек басу. Әрлеу барысында таңдалған әдістерге байланысты полимерлер, табиғи материалдар, байланыстырғыштар, майлар, балауыздар, лактар, пигменттер мен бояғыштар қолданылуы мүмкін. Сондықтан, әрлеу барысында қолданылатын заттардың былғары құрамына әсерін бақылау жұмыстың өзектілігі болып табылады [12].

Қазіргі таңда былғары құрылымындағы мұндай өзгерістерді анықтаудың заманауи және дәл әдістерінің бірі – инфрақызыл (FTIR) спектроскопия. Бұл әдіс материал құрамындағы функционалды топтардың тербеліс жиіліктерін анықтап, олардың химиялық табиғаты мен құрылымдық өзгерістерін зерттеуге мүмкіндік береді.

Инфрақызыл спектроскопия (FTIR) молекулалар құрамындағы тербеліс қозғалыстары нәтижесінде инфрақызыл фотондардың жұтылуына негізделген [13-15].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу объектісі ретінде табиғи былғарының екі үлгісі алынды:

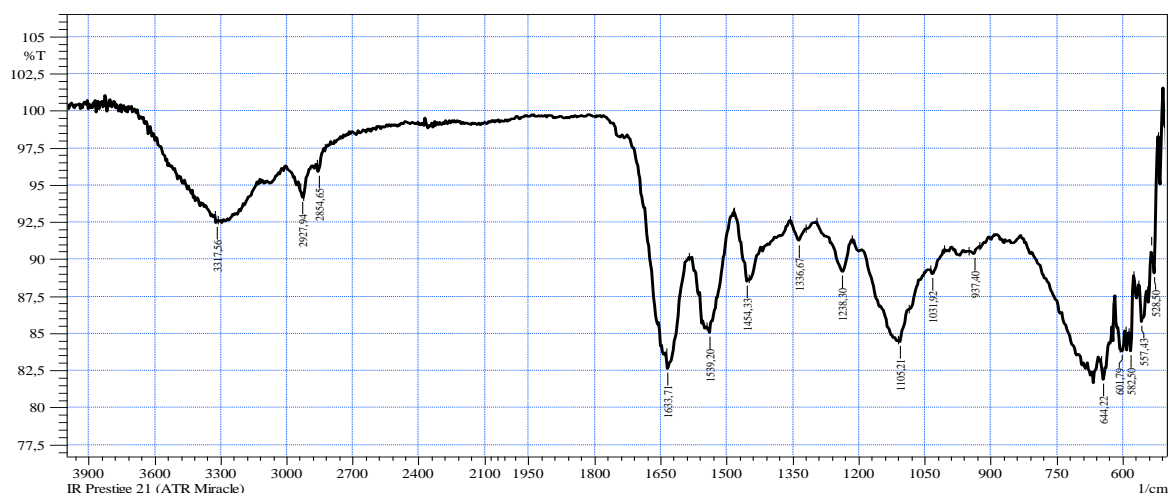
- Үлгі 1 – әрленбеген былғары (ішкі және сыртқы беттері);

- Үлгі 2 – әрленген былғары (ішкі және сыртқы беттері).

Былғары үлгілері Шымкент қаласында орналасқан «Turan-Skin» өндірісінде дайындалды. Былғары хромның (III) тұздарын пайдалану арқылы иленді. Әрлеу барысында химиялық пигмент, байланыстырғыштар, балауыз түрлері, лактар қолданылды. Әрлеу жұмыстары бүрку арқылы орындалды. Зерттеу ИК-Фурье спектрометр Shimadzu IRPrestige-21 құрылғысында жүргізілді. Талдау үшін Pike Technologies компаниясының Miracle типті қосымшасы қолданылды. Әр үлгі үшін 4000–400 см⁻¹ диапазонында спектрлер алынды. Спектрлердегі негізгі сіңіру жолақтары (шыңдар) бойынша талдау жүргізілді. Зерттеу жұмыстары М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу Университетінде орналасқан «Конструкциялық және биохимиялық материалдар» инженерлік зертханасында жүзеге асырылды. Жұмыс халықаралық сауда ұйымының, комитетінің халықаралық стандарттар, нұсқаулар және ұсыныстарды әзірлеу бойынша қағидаттары туралы шешімде белгіленген халықаралық деңгейде танылған стандарттау принциптеріне сәйкес әзірленген ASTM E1252 халықаралық стандартына сәйкес орындалды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

ИК-спектрлерді салыстыру нәтижесінде бірқатар мәліметтер анықталды.



Сурет 1. Өрленбеген былғарының ішкі беті

1- суретте көрсетілгендей $1633,71\text{ см}^{-1}$ және $1539,20\text{ см}^{-1}$ шыңдарының айқын болуы үлгінің негізгі құрылымы коллагеннен тұратындығын анық көрсетеді. $3317,56\text{ см}^{-1}$ айма-

ғындағы шыңы коллагендегі амин және сутектік байланыстардың, сондай-ақ сіңірілген ылғалдың бар екенін көрсетеді.

Кесте 1. Өрленбеген былғарының ішкі бетінің шыңдар кестесі

No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	528,50	89,040	5,311	536,21	518,85	0,588	0,176
2	557,43	85,781	2,371	563,21	543,93	1,174	0,110
3	582,50	83,818	2,488	586,36	574,79	0,779	0,075
4	601,79	83,784	0,595	605,65	594,08	0,864	0,022
5	644,22	81,916	1,805	650,01	624,94	1,977	0,131
6	937,40	90,330	0,383	950,91	925,83	1,081	0,018
7	1031,92	89,022	0,500	1037,70	1004,91	1,540	0,035
8	1105,21	84,436	0,592	1111,00	1085,92	1,712	0,017
9	1238,30	89,160	2,487	1296,16	1215,15	3,396	0,421
10	1336,67	91,226	1,092	1355,96	1319,31	1,357	0,088
11	1454,33	88,471	0,967	1483,26	1448,54	1,462	0,026
12	1539,20	85,034	1,136	1544,98	1485,19	3,071	0,161
13	1633,71	82,610	1,561	1637,56	1585,49	3,344	0,218
14	2854,65	95,879	0,763	2862,36	2827,64	0,516	0,047
15	2927,94	94,156	0,194	2939,52	2924,09	0,384	0,005
16	3317,56	92,459	0,287	3327,21	3311,78	0,509	0,008

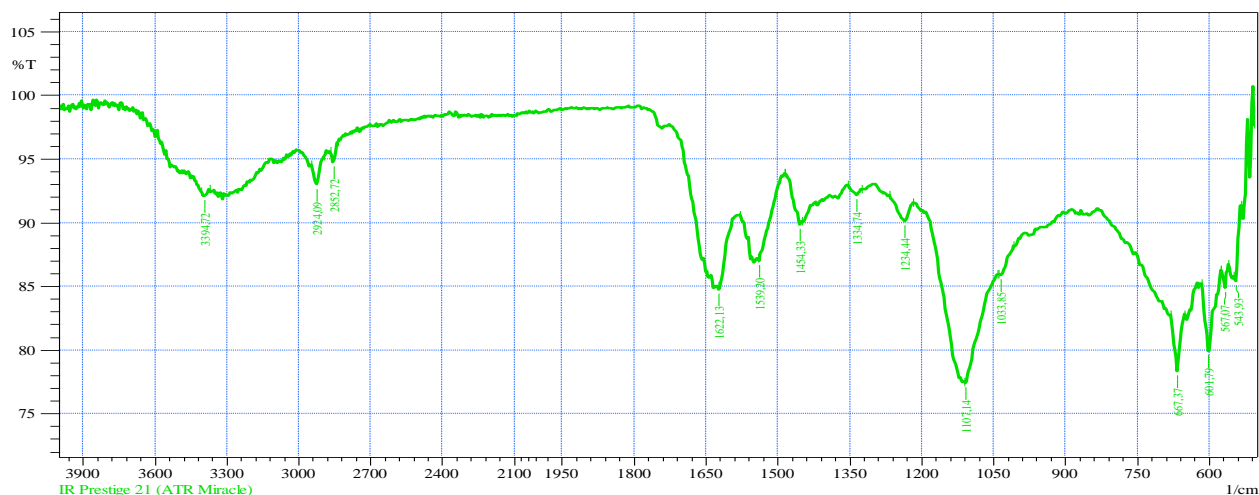
2927 см^{-1} және 2854 см^{-1} аймақтарындағы C-H тербеліс шыңдары былғары үлгісінің құрамында көп мөлшерде алифаттық тізбектер (ұзын көмірсутекті тізбектер) бар екенін көрсетеді. 1- кестеде берілген мәліметтер - былғарыны өндіру кезінде майлағыш заттардың (мысалы, табиғи немесе синтетикалық майлар) қолданылғанының дәлелі. $1031,92$ Бұл шыңдар илегіштердің (әсіресе өсімдік тектес немесе синтетикалық) немесе сульфатты топтардың (хромды илеуде немесе сульфирленген майларда) болуын көрсетеді. Төмен жиіліктегі $528,50\text{ см}^{-1}$ және $644,22\text{ см}^{-1}$ шыңдарының бар болуы үлгінің хромды илеу

арқылы өңделгенін көрсетеді. Бұл былғары өнеркәсібінде кеңінен қолданылатын әдіс.

Спектрдегі 1633 см^{-1} (Амид I) және 1539 см^{-1} (Амид II) күшті шыңдары үлгінің негізгі компоненті коллаген белогы екенін және оның сапалы былғары екенін растайды.

2927 см^{-1} және 2854 см^{-1} шыңдарының болуы былғарының қажетті майлаудан өткенін, яғни иілгіштік пен жұмсақтыққа қол жеткізілгенін көрсетеді.

Төмен жиіліктегі $528,50\text{ см}^{-1}$ шыңының болуы үлгінің ең алдымен хромды илеу әдісімен өңделгенін болжауға мүмкіндік береді.



Сурет 2. Әрленбеген былғарының сыртқы беті

1622,13 cm^{-1} (Амид I) және 1539,20 cm^{-1} (Амид II) аймақтарындағы шыңдарының болуы үлгінің негізі коллагеннен тұратын былғары екенін 2-суретте айқын дәлелдейді.

3394,72 cm^{-1} пептидтік байланыстардағы сутектік байланыстарды және былғары құрылымындағы байланысқан судың бар екенін көрсетеді.

Кесте 2. Әрленбеген былғарының сыртқы бетінің шыңдар кестесі

No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	543,93	85,382	1,824	547,78	532,35	0,845	0,030
2	567,07	84,871	1,624	574,79	559,36	1,027	0,055
3	601,79	79,920	5,634	615,29	574,79	3,277	0,575
4	667,37	78,297	4,442	680,87	651,94	2,690	0,309
5	1033,85	85,902	0,434	1039,63	1006,84	1,997	0,035
6	1107,14	77,397	0,539	1111,00	1041,56	5,943	0,024
7	1234,44	90,111	1,667	1267,23	1217,08	2,054	0,204
8	1334,74	92,125	0,628	1354,03	1325,10	0,981	0,043
9	1454,33	89,845	0,869	1485,19	1448,54	1,359	0,027
10	1539,20	87,017	0,419	1541,12	1485,19	2,363	0,025
11	1622,13	84,714	0,516	1624,06	1579,70	2,347	0,020
12	2852,72	94,745	1,156	2866,22	2835,36	0,636	0,081
13	2924,09	92,960	1,875	2947,23	2893,22	1,447	0,215
14	3394,72	92,100	0,368	3404,36	3371,57	1,145	0,036

2924,09 cm^{-1} және 2852,72 cm^{-1} аймақтарындағы C–H созылу шыңдарының бар болуы үлгінің құрамында алифаттық көмірсутек тізбектерінің көп мөлшерде бар екенін 2-кестеде көрсетеді.

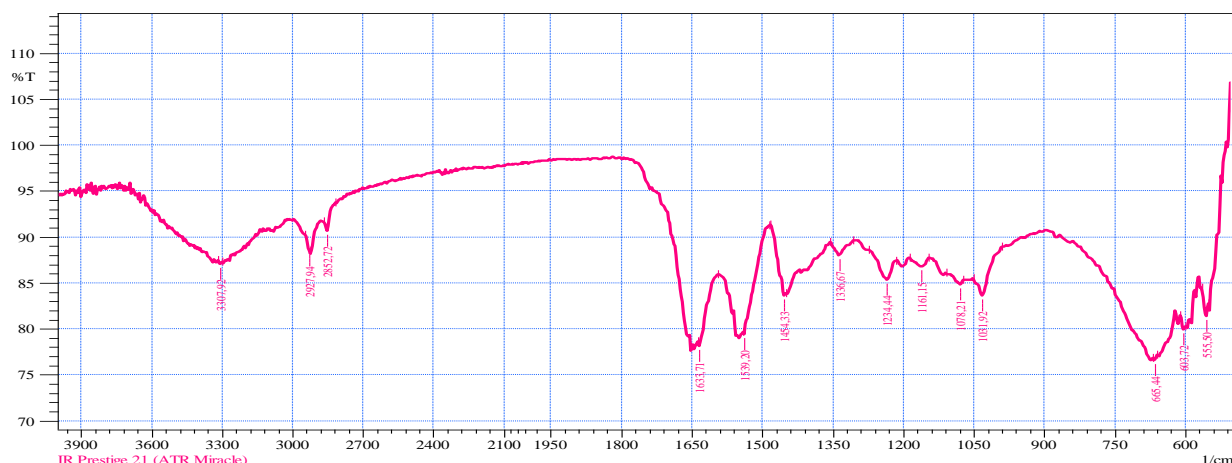
Бұл былғарыны өңдеу процесінде майлардың (майлаушы заттардың) тиімді қолданылғанының белгісі.

Күшті C–H шыңдары (2924 cm^{-1} , 2852 cm^{-1}) былғарының сапалы майлаудан

өткенін көрсетеді, бұл оның иілгіш және жұмсақ екенін білдіреді.

667 cm^{-1} және 601 cm^{-1} аймағындағы пиктер үлгінің хромды илеу арқылы өңделгенін болжауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, 1107,14 cm^{-1} және 1033,85 cm^{-1} шыңдарының тереңдігі мен айқындылығы хром-синтетикалық немесе хром-өсімдік тектес илеу сияқты аралас илеу әдістерінің қолданылғанын да көрсетуі мүмкін.



Сурет 3. Әрленген былғарының ішкі беті

Амид I ($1633,71 \text{ см}^{-1}$) және Амид II ($1539,20 \text{ см}^{-1}$) шыңдарының болуы зерттелген материалдың коллагеннен тұратын былғары екенін айқын көрсетеді. $3307,92 \text{ см}^{-1}$ айма-

ғындағы шама коллагеннің құрылымындағы сутектік байланыстарды және былғарыдағы сіңірілген ылғалдың бар екенін 3-суретте дәлелдейді.

Кесте 3. Әрленген былғарының ішкі бетінің шыңдар кестесі

No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	555,50	81,411	1,860	565,14	551,64	1,115	0,066
2	603,72	79,958	0,731	611,43	599,86	1,089	0,023
3	665,44	76,580	0,405	669,30	659,66	1,108	0,014
4	1031,92	83,627	2,916	1051,20	989,48	3,978	0,316
5	1078,21	84,821	0,650	1109,07	1072,42	2,504	0,050
6	1161,15	86,772	0,931	1186,22	1145,72	2,418	0,110
7	1234,44	85,325	2,497	1273,02	1215,15	3,549	0,335
8	1336,67	88,000	1,513	1355,96	1305,81	2,579	0,172
9	1454,33	83,602	1,532	1483,26	1448,54	2,069	0,061
10	1539,20	79,449	0,597	1541,12	1485,19	3,656	0,022
11	1633,71	78,144	0,838	1635,64	1595,13	3,335	0,033
12	2852,72	90,625	1,696	2868,15	2816,07	1,830	0,121
13	2927,94	88,472	0,180	2945,30	2926,01	0,943	-0,001
14	3307,92	87,048	0,370	3315,63	3298,28	1,034	0,019

3-кестеде $2927,94 \text{ см}^{-1}$ және $2852,72 \text{ см}^{-1}$ аймақтарындағы C-H созылу шыңдарының айқындылығы былғары құрамында көмірсутекті тізбектер (ұзын алифаттық топтар) бар екенін көрсетеді. Бұл былғарыны өңдеу процесінде майлағыш заттардың (майлар, эмульсиялар) тиімді қолданылғанының белгісі.

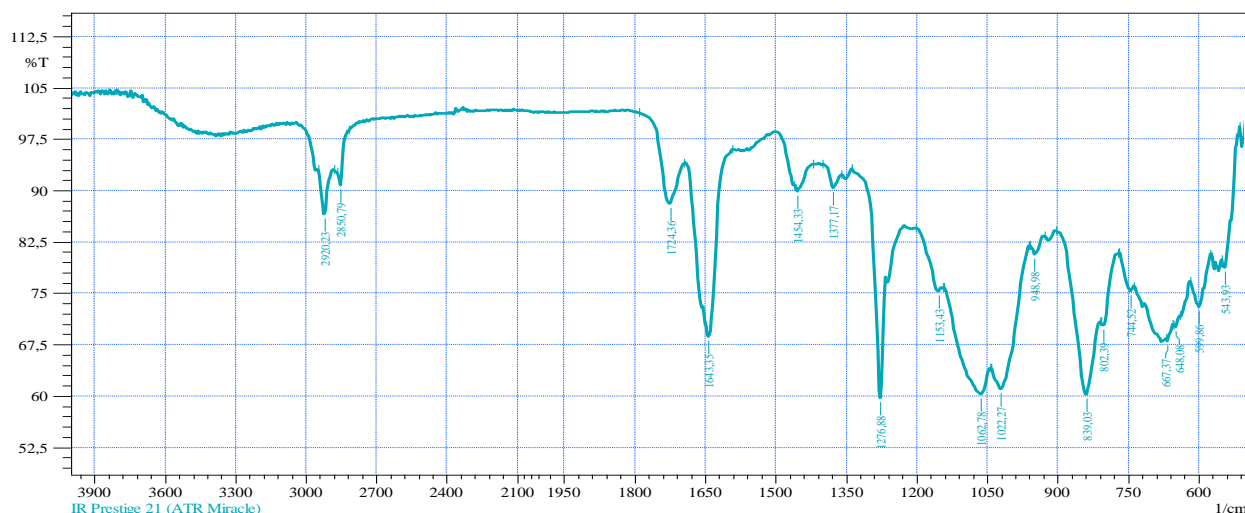
Спектрдегі айқын Амид I және Амид II шыңдары материалдың сапалы былғары екенін (коллагендік негіз) және оның құрылымдық тұтастығын көрсетеді.

Күшті C-H созылу шыңдары (2927

см^{-1} , 2852 см^{-1}) былғарының жақсы майланғанын көрсетеді. Бұл былғарының жұмсақ, иілгіш және пайдалануға қолайлы екенін білдіреді.

665 см^{-1} және 555 см^{-1} аймақтарындағы шамалар былғарының негізі хромды илеу арқылы өңделгенін көрсетеді.

$1031,92 \text{ см}^{-1}$ және $1161,15 \text{ см}^{-1}$ аймақтарындағы шамалар синтетикалық илегіштердің (синтан) немесе өсімдік тектес таниндердің қосымша ретінде қолданылғанын білдіруі мүмкін.



Сурет 4. Әрленген былғарының сыртқы беті

Бұл спектрдегі ең үлкен айырмашылық - 1550 см^{-1} аймағындағы Амид II шыңының (әдетте 1540 см^{-1}) жоқ болуы немесе әлсіз болуы 4- суретте көрсетілді. Оның орнына $1724,36\text{ см}^{-1}$ және $1643,35\text{ см}^{-1}$ шыңдары басым. Бұл коллагеннің пептидтік байланыстарының

илеу және өңдеу процестерінің әсерінен қатты өзгергенін немесе үлгінің бетіне полимерлі /синтетикалық жабынның көп мөлшерде түскенін көрсетеді. –ОН және –NH топтарының шамасы азайған.

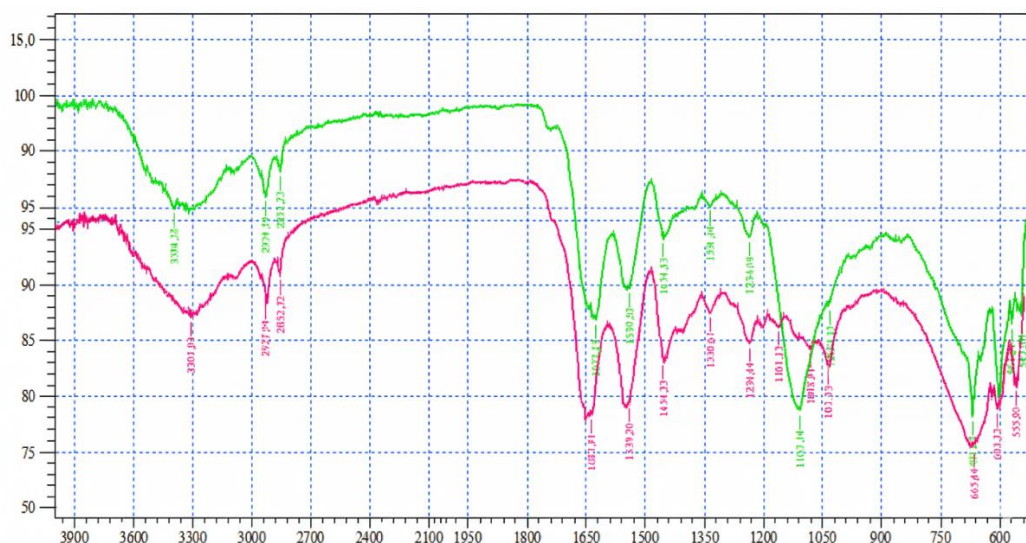
Кесте 4. Әрленген былғарының сыртқы бетінің шыңдар кестесі

No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	543,93	78,749	5,071	551,64	513,07	2,296	0,490
2	599,86	72,986	5,354	617,22	574,79	5,096	0,700
3	648,08	70,032	0,915	653,87	640,37	2,024	0,027
4	667,37	68,002	0,665	669,30	655,80	2,169	0,039
5	744,52	75,355	1,573	769,60	738,74	3,457	0,179
6	802,39	70,312	2,143	808,17	771,53	4,406	0,148
7	839,03	60,224	14,815	902,69	810,10	13,782	3,399
8	948,98	80,725	1,642	958,62	927,76	2,674	0,126
9	1022,27	60,987	7,314	1041,56	960,55	13,384	2,155
10	1062,78	60,252	6,112	1141,86	1043,49	18,267	2,776
11	1153,43	75,304	1,954	1201,65	1143,79	5,782	0,210
12	1276,88	59,737	19,280	1338,60	1267,23	6,082	1,549
13	1377,17	90,416	2,542	1400,32	1359,82	1,448	0,183
14	1454,33	89,914	1,306	1460,11	1419,61	1,488	0,081
15	1643,35	68,629	3,336	1647,21	1591,27	3,909	0,275
16	1724,36	88,115	8,245	1789,94	1693,50	2,191	1,242
17	2850,79	90,807	3,974	2868,15	2818,00	1,174	0,209
18	2920,23	86,585	6,497	2947,23	2881,65	2,909	0,868

$1022\text{--}1153\text{ см}^{-1}$ аймағындағы өте күшті пиктер мен $839,03\text{ см}^{-1}$ шыңының басым болуы үлгінің құрамында көп мөлшерде сульфатты топтар (SO_3^- немесе SO_4^-) бар екенін 4-кестеде көрсетеді. Бұл – былғарының сульфатты немесе сульфонилді негіздегі синтетикалық илегіштермен (синтан) өңделгенін, немесе оған көп

мөлшерде май (сульфатталған май) енгізілгенін білдіреді. Былғары құрамында --CH_2 топтарының шамасы артты.

Бұл үлгіде Амид I және Амид II шыңдары айқын көрініп тұр, бұл коллагеннің негізгі құрылымының сақталғанын көрсетеді.



Сурет 5. Әрленбеген және әрленген былғары үлгілерінің салыстырмалы мәліметтері

Әрленбеген және әрленген былғары үлгілерінің салыстырмалы мәліметтері 5-суретте бейнеленген. Әрленбеген былғарыда классикалық хромды былғарының спектріне сәйкес келеді, мұнда коллагеннің негізгі құрылымы (Амид I, II) сақталған және хромды байланыстарға тән шамалар байқалады.

Әрленген былғарыда құрамында көп мөлшерде синтетикалық немесе сульфатталған органикалық қосылыстар бар екенін көрсетеді, бұл оның синтетикалық илеу/өңдеуден өткенін немесе бетіне күшті полимерлі жабын салынғанын білдіреді. Амид II пикірінің әлсіреуі былғарының химиялық өзгеріске ұшырау дәрежесінің жоғары екенін көрсетеді.

Қорытынды

ИК-спектроскопиялық талдау нәтижесінде былғарыны әрлеу кезінде оның химиялық құрылымында айтарлықтай өзгерістер болатыны анықталды. Полимерлі әрлеу қабаты коллагеннің функционалды топтарымен өзара әрекеттесіп, жаңа байланыстардың түзілуіне әкеледі. Бұл өзгерістер материалдың физика-химиялық және эстетикалық қасиеттерін жақсартады. ИК-спектроскопия әдісі былғарының сапасын бағалау мен әрлеу тиімділігін анықтауда сенімді және бейтарап құрал болып табылады. Осы мәліметтер әрлеу процесі былғарының беткі қабатында химиялық байланыстардың қайта құрылуына және материал құрылымының өзгеруіне алып келетінін көрсетті. Амидтік топтардың ($-C=O$, $-NH$) тербеліс жолақтары әрленген үлгіде аздап ығысқан, бұл коллаген тізбектерінің ішінара модификациясын көрсетеді. $-OH$ және $-NH$ топтарының қарқындылығы төмендеген, бұл

полимер қабықтың пайда болуы нәтижесінде сутектік байланыстардың азайғанын дәлелдейді. $-CH_2$ топтарының айқын көрінуі әрлеу құрамындағы органикалық байланыстардың (пластификаторлар, шайырлар) үлесінің артқанын көрсетті.

Әрленген үлгінің сыртқы бетінде жаңа жолақтардың пайда болуы ($1735-1740\text{ см}^{-1}$ диапазонында) полимерлі компоненттердің карбонил топтарын сипаттайды. Нәтижелерге сүйеніп, былғары сапасын сақтап қалу үшін әрлеу жұмысында қолданылатын құрамын жетілдіру мен зерттеу ұсынылады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- Gondim R., Marinho R. and Conceição R. Tanning handmade leather tilapia (*oreochromis sp.*) from three natural tanning. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* 9(2), (2015): 172–184.
- Sakmat J., Lopattananon N., Kaesaman A. Effect of fiber surface modification on properties of artificial leather from leather fiber filled natural rubber composites. *Key Engineering Materials* Volume 659, (2015): 378–382. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.659.378>
- Theis E and Goetz A. Chrome Tanning I. The role played by sodium chloride in chrome liquors upon chrome tanning. *Industrial & Engineering Chemistry*, 24(3), (1932): 304-307. <https://doi.org/10.1021/ie50267a009>
- Wilson J and Kern E. Nature of the hide-tannin compound and its bearing upon tannin analysis. *Journal of Industrial & Engineering Chemistry*, 12(12), (1920): 1149-1151. <https://doi.org/10.1021/ie50132a008>
- Yu, C.Z., Sun G.X., Guo S.W.; Exploration on the causes of Cr(VI) in leather. *China Leather* 31 (2002): 25-29
- El-Khateeb M, Nashy E, Ghany N, et al. Environmental impact elimination of chrome tanning effluent using electrocoagulation process assisted by chemical oxidation. *Desalination and Water Treatment*, 65, (2017): 147-152. <https://doi.org/10.5004/dwt.2017.20250>

7. Suresh V, Kanthimathi M, Thanikaivelan P, et al. An improved product-process for cleaner chrome tanning in leather processing. *Journal of Cleaner Production*, 9(6), (2001): 483-491. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00007-5)
8. Bowker R and Emley W. Comparative wear of chrome-tanned, vegetable-tanned, and retanned sole leather. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 15(4), (1935): 363-368. <https://doi.org/10.6028/jres.015.022>
9. Han, Y.; Hu, J.; Xin, Z. Facile Preparation of High Solid Content Waterborne Polyurethane and Its Application in Leather Surface Finishing. *Prog. Org. Coatings*, 130, (2019): 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.01.031>
10. Thanikaivelan, P.; Rao, J.R.; Nair, B.U.; Ramasami, T. Recent Trends in Leather Making: Processes, Problems, and Pathways. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 35, (2005): 37–79. <https://doi.org/10.1080/10643380590521436>
11. Tamilselvi, A.; Jayakumar, G.C.; Sri Charan, K.; Sahu, B.; Deepa, P.R.; Kanth, S.V.; Kanagaraj, J. Extraction of Cellulose from Renewable Resources and Its Application in Leather Finishing. *Journal of Cleaner Production*. 230, (2019): 694–699. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.401>
12. Marika Gargano, Anna Bacardi, Giovanni Sannia and Vincenzo Lettera. From Leather Wastes back to Leather Manufacturing: The Development of New Bio-Based Finishing Systems. 13(4), (2023): 775. <https://doi.org/10.3390/coatings13040775>
13. Larkin P. *Infrared and Raman spectroscopy: principles and spectral interpretation*. Amsterdam: Elsevier; 2017.
14. Аширбекова Г.Ш., Джанпаизова В.М., Рамазан Э., Езиева М., Туракулов Б.С. Мыстың модификациясымен өңделген трикотаж таңғыштың (fittex) жетілдірілген қасиеттерін зерттеу. //Вестник Алматинского технологического университета. 2025, №1, 143-152. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-143-152>
15. Бектаев К. и др. ИК-спектроскопические исследования структуры текстильных материалов, окрашенных природными красителями. //Вестник Алматинского технологического университета. 2025, Том 147, №1, 160-170. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-1-160-170>
1. Gondim R., Marinho R. and Conceição R. Tanning handmade leather tilapia (*oreochromis sp.*) from three natural tanning. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* 9(2), (2015): 172–184.
2. Sakmat J., Lopattananon N., Kaesaman A. Effect of fiber surface modification on properties of artificial leather from leather fiber filled natural rubber composites. *Key Engineering Materials* Volume 659, (2015): 378–382. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.659.378>
3. Theis E and Goetz A. Chrome Tanning I. The role played by sodium chloride in chrome liquors upon chrome tanning. *Industrial & Engineering Chemistry*, 24(3), (1932): 304-307. <https://doi.org/10.1021/ie-50267a009>
4. Wilson J and Kern E. Nature of the hide-tannin compound and its bearing upon tannin analysis. *Journal of Industrial & Engineering Chemistry*, 12(12), (1920): 1149-1151. <https://doi.org/10.1021/ie50132a008>
5. Yu, C.Z., Sun G.X., Guo S.W.; Exploration on the causes of Cr(VI) in leather. *China Leather* 31 (2002): 25-29
6. El-Khateeb M, Nashy E, Ghany N, et al. Environmental impact elimination of chrome tanning effluent using electrocoagulation process assisted by chemical oxidation. *Desalination and Water Treatment*, 65, (2017): 147-152. <https://doi.org/10.5004/dwt.2017.20250>
7. Suresh V, Kanthimathi M, Thanikaivelan P, et al. An improved product-process for cleaner chrome tanning in leather processing. *Journal of Cleaner Production*, 9(6), (2001): 483-491. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00007-5)
8. Bowker R and Emley W. Comparative wear of chrome-tanned, vegetable-tanned, and retanned sole leather. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 15(4), (1935): 363-368. <https://doi.org/10.6028/jres.015.022>
9. Han, Y.; Hu, J.; Xin, Z. Facile Preparation of High Solid Content Waterborne Polyurethane and Its Application in Leather Surface Finishing. *Prog. Org. Coatings*, 130, (2019): 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.01.031>
10. Thanikaivelan, P.; Rao, J.R.; Nair, B.U.; Ramasami, T. Recent Trends in Leather Making: Processes, Problems, and Pathways. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 35, (2005): 37–79. <https://doi.org/10.1080/10643380590521436>
11. Tamilselvi, A.; Jayakumar, G.C.; Sri Charan, K.; Sahu, B.; Deepa, P.R.; Kanth, S.V.; Kanagaraj, J. Extraction of Cellulose from Renewable Resources and Its Application in Leather Finishing. *Journal of Cleaner Production*. 230, (2019): 694–699. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.401>
12. Marika Gargano, Anna Bacardi, Giovanni Sannia and Vincenzo Lettera. From Leather Wastes back to Leather Manufacturing: The Development of New Bio-Based Finishing Systems. 13(4), (2023): 775. <https://doi.org/10.3390/coatings13040775>
13. Larkin P. *Infrared and Raman spectroscopy: principles and spectral interpretation*. Amsterdam: Elsevier; 2017.
14. Ashirbekova G. Sh., Dzhanpaizova V. M., Ramazan E., Ezieva M., Turakulov B. S. Mystyñ modifikatsiyasymen өңделген трикотаж таңғыстың (fittex) жетілдірілген қасиеттерін зерттеу [Study of improved properties of copper-modified knitted dressing (fittex)] // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2025. – № 1. – S. 143–152. DOI:10.48184/2304-568X-2025-1-143-152.(in Kazakh)
15. Бектаев К. et al. ИК-спектроскопические исследования структуры текстильных материалов, окрашенных природными красителями [IR spectroscopic studies of the structure of textile materials dyed with natural dyes] // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2025. – T. 147, № 1. – S. 160–170. DOI: 10.48184/2304-568X-2025-1-160-170. (in Russian)

REFERENCES