DOI: 10.65322/j.srd.05192026.39

MODIFIKATSIYALANGAN IPAK FIBROINI ASOSIDAGI YOG‘LASH KOMPOZITSIYASINI OLISH VA UNING CHARM XUSUSIYATLARIGA TA’SIRINI TADQIQ ETISH

Muxtarov A.B.,
Email: muxtarovabbosbek77@gmail.com
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya. *Maqolada pilla qoldiqlaridan ajratib olingan ipak fibroinining sulfatlangan paxta yog‘i va oleyn kislotasi bilan modifikatsiyalanishi orqali oqsil-yog‘ tabiatdagi yangi yog‘lash kompozitsiyasini olish texnologiyasi taklif etilgan. Olingan kompozitsiyaning emulsion turg‘unligi, zarralarning o‘rtacha o‘lchami va anion guruhlar miqdori aniqlangan. Xromli charmning shimdirish kinetikasi 50, 60 va 70 °C haroratlarda o‘rganilgan. Tajriba natijalariga ko‘ra, kompozitsiyaning optimal konsentratsiyasi 6–8 % bo‘lib, 60 °C haroratda 45 minut davomida charmga 95 % gacha shimdirilishi ta'minlanadi. Tayyor charmning yumshoqligi 105 % ga, bukilishga chidamliligi 111 % ga ortgan, suv yutuvchanligi 60 % ga kamaygan. Texnologiya pillachilik chiqindilarini chuqur qayta ishlash va ekologik xavfsiz charm ishlab chiqarishga hissa qo‘shadi.*

Аннотация. *В статье предложена технология получения нового жирующего средства белково-жировой природы на основе модификации фиброина шёлка, выделенного из коконных отходов, сульфатированным хлопковым маслом и олеиновой кислотой. Определены эмульсионная устойчивость, средний размер частиц и содержание анионных групп. Кинетика проникновения средства в хромовую кожу изучена при 50, 60 и 70 °C. Установлено, что оптимальная концентрация жирующего средства составляет 6–8 %, при 60 °C за 45 минут обеспечивается 95 % проникновение. Мягкость готовой кожи возрастает на 105 %, устойчивость к многократному изгибу – на 111 %, водопоглощение снижается на 60 %. Технология способствует глубокой переработке отходов шелководства и развитию экологически безопасного кожевенного производства.*

Abstract. *The paper proposes a technology for obtaining a new protein-fat fatliquoring agent through modification of silk fibroin extracted from cocoon waste with sulfated cottonseed oil and oleic acid. Emulsion stability, average droplet size and anionic group content were determined. The kinetics of agent penetration into chrome-tanned leather were studied at 50, 60 and 70 °C. The optimal concentration was found to be 6–8 %, with 95 % penetration achieved within 45 minutes at 60 °C. The softness of the finished leather increased by 105 %, multi-flex resistance by 111 %, while water absorption decreased by 60 %. The developed technology contributes to the deep processing of sericulture waste and the development of environmentally friendly leather manufacturing.*

Kalit so‘zlar: *charm, yog‘lash, ipak fibroini, sulfatlash, oleyn kislotasi, emulsiya, yumshoqlik, bukilishga chidamlilik, gidrofoblik.*

Ключевые слова: *кожа, жирование, фиброин шёлка, сульфатирование, олеиновая кислота, эмульсия, мягкость, устойчивость к изгибу, гидрофобность.*

Keywords: *leather, fatliquoring, silk fibroin, sulfation, oleic acid, emulsion, softness, flex resistance, hydrophobicity.*

Kirish. Yog‘lash bosqichi charm ishlab chiqarishning eng muhim tugatuvchi operatsiyalaridan biri hisoblanadi. Aynan shu bosqichda charm tarkibiga yog‘ moddalari kiritilib, kollagen tolalari orasidagi ishqalanish kamayadi va material kerakli yumshoqlik, elastiklik hamda bukilishga chidamlilik xususiyatlariga ega bo‘ladi. Yetarlicha yog‘lanmagan charm qattiq, mo‘rt

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.39

va past sifatli bo‘ladi, haddan ortiq yog‘langani esa mexanik mustahkamlikni va shaklini saqlash qobiliyatini yo‘qotadi [1-4].

An’anaviy yog‘lash kompozitsiyalari asosan mineral yoki sintetik moylarning sulfatlangan, sulfitlangan yoki sulfonlangan unumlari shaklida ishlab chiqariladi. Bunday vositalar yetarli yumshoqlik berishiga qaramay, ularning kollagen bilan kovalent bog‘lanishlari kuchsiz, shuning uchun foydalanish davomida charmdan asta-sekin yuviladi va o‘z xususiyatlarini yo‘qotadi. Bundan tashqari, sintetik moylar ko‘pincha neft mahsulotlaridan olinishi sababli ekologik nuqtai nazardan tanqid qilinmoqda [5-7].

Ipak fibroini molekulasi tarkibida glitsin, alanin, serin va tirozin kabi aminokislotalar mavjud bo‘lib, ular charm kollageni bilan tabiiy mosligini ta'minlaydi. Fibroinni yog‘ kislotalari bilan modifikatsiya qilish orqali bir vaqtning o‘zida ham oqsil, ham yog‘ tabiatga ega bo‘lgan amfifil makromolekula olish mumkin. Bunday molekula bir tomondan kollagen bilan vodorod va kovalent bog‘lanishlar hosil qiladi, ikkinchi tomondan esa charm tolalari orasini yog‘langan ko‘rinishga keltiradi. Natijada yog‘lash effekti uzoq muddatga saqlanadi va material tashqi ta'sirlarga chidamliligi kuchayadi.

Mazkur ishning maqsadi – pilla chiqindilaridan ajratib olingan ipak fibroinini sulfatlangan paxta yog‘i va oleyn kislotasi bilan modifikatsiya qilish orqali xromli charm uchun yangi yog‘lash kompozitsiyasini ishlab chiqish, uning optimal qo‘llanish parametrlarini aniqlash hamda tayyor charmning fizik-mexanik ko‘rsatkichlarini an'anaviy yog‘lovchi vositalar bilan qiyosiy baholashdan iborat [8,9].

Tadqiqot ob'ekti va usullari. Tajriba ishlari uchun xromli oshlangan va bo‘yalgan qoramol charmi yarim tayyor mahsuloti (crust-leather) ishlatildi. Namunalarning boshlang‘ich qalinligi 1,30–1,35 mm, namlik darajasi 25 ± 2 % ni tashkil etdi. Ipak fibroini Farg‘ona va Buxoro viloyatlarining pillakorlik korxonalaridan olingan notovar pillalardan ekstraksiya qilindi.

Fibroinni ajratib olishda kalsiy xlorid-etanol-suv tizimi (mol nisbati 1:2:8) qo‘llanildi. Olingan fibroin eritmasi dializ orqali tuzlardan tozalandi va konsentratsiyasi 8 % gacha bug‘lantirildi. Sulfatlash jarayoni paxta yog‘iga oltingugurt kislotasi (96 %) ni 1:0,18 nisbatda 18–22 °C haroratda 4 soat davomida aralashtirish orqali amalga oshirildi. So‘ngra mahsulot 25 % li natriy gidroksid eritmasi bilan neytrallandi.

Modifikatsiyalangan kompozitsiyani olish bosqichida 100 g fibroin eritmasiga 35 g sulfatlangan paxta yog‘i va 8 g oleyn kislotasi qo‘shildi. Reaksiya 55 °C haroratda, pH = 8,0 ± 0,2 da, intensiv mexanik aralashtirish ostida 90 minut davomida olib borildi. Olingan kompozitsiya oqimsimon, sutsimon-sariq rangli emulsiya holida bo‘lib, 25 °C da kamida 60 sutka davomida fazaviy ajralmaslik xususiyatiga ega.

Yog‘lash jarayoni aylanma bochkalarda (RBO-25, 25 dm³) suyuqlik koeffitsienti K = 1,8, harorat 50–70 °C va davomiyligi 30–90 minut diapazonida olib borildi. Charm namunalarining fizik-mexanik ko‘rsatkichlari GOST 938.11–69, GOST 938.16–70, ISO 5402-1:2017 (bukilishga chidamlilik) hamda ISO 17231:2017 (suv yutuvchanlik) standartlari bo‘yicha aniqlandi. Emulsiya zarralarining o‘lchami Malvern Mastersizer 3000 lazer difraktometri yordamida o‘lchandi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Ishlab chiqilgan modifikatsiyalangan yog‘lash kompozitsiyasining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan. Tajriba shuni ko‘rsatdiki, fibroin asosidagi kompozitsiya nafaqat yog‘ komponenti (umumiy yog‘ miqdori 38,4 %), balki yetarli darajada anion guruhlarini ham (1,42 mmol/g) o‘z ichiga olgan, bu uning suvda barqaror emulsiya hosil qilishini hamda kollagen bilan o‘zaro ta'sirini ta'minlaydi.

Eng e'tiborga molik natijalardan biri – emulsiya zarralarining o‘lchami sulfatlangan paxta yog‘i bilan solishtirganda 47 % ga kichrayganligi (3,4 dan 1,8 mkm gacha). Bu hodisa fibroin makromolekulalarining yuza-faol ta'siri natijasida yog‘ tomchilari atrofida himoya qatlami hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. Mayda zarralar charm tuzilishiga chuqurroq kira oladi va u bilan bir

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.39

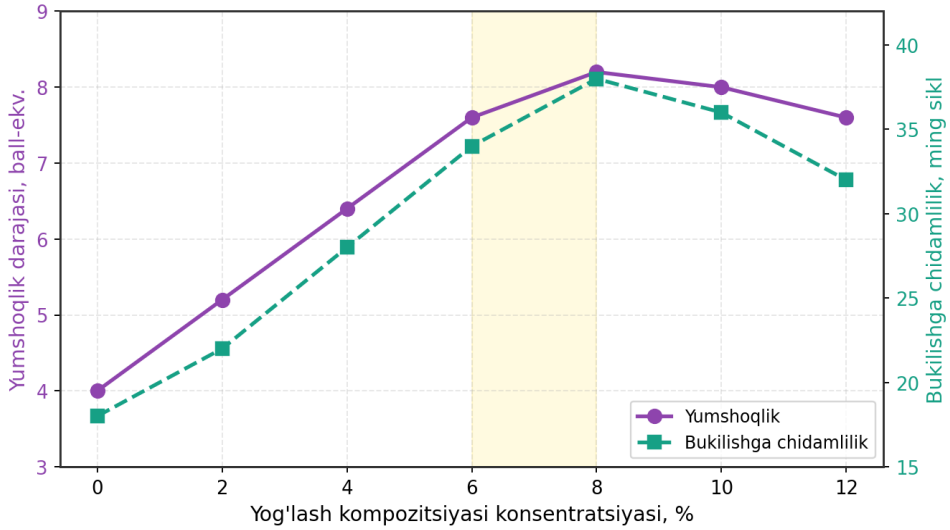
tekisroq taqsimlanadi. Emulsiyaning 60 sutkalik turg‘unligi 96 % ga yetib, bu kompozitsiyani uzoq muddat saqlash va sanoatda qo‘llash imkonini beradi.

1-jadval

Modifikatsiyalangan yog‘lash kompozitsiyasining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich nomi	Sulfatlangan paxta yog‘i (etalon)	Modif. fibroin kompoz.	Talab darajasi
Tashqi ko‘rinishi	sariq suyuqlik	sutsimon emulsiya	bir tekis
Quruq qoldiq miqdori, %	48,2	46,8	45–55
Umumiy yog‘ miqdori, %	42,5	38,4	≥ 35
Oqsil miqdori, %	–	8,4	≥ 6
Anion guruhlar miqdori, mmol/g	0,98	1,42	≥ 1,0
pH (5 % li eritma)	7,8	7,2	6,5–7,5
Emulsiya zarra o‘lchami, mkm	3,4	1,8	≤ 2,5
Turg‘unligi (60 sutka), %	82	96	≥ 85

Yog‘lash kompozitsiyasi konsentratsiyasining charmning yumshoqlik va bukilishga chidamlilik ko‘rsatkichlariga ta'siri 1-rasmda keltirilgan. Konsentratsiya 0 dan 8 % gacha oshganda charmning yumshoqligi 4,0 dan 8,2 ball-ekvivalentgacha (105 % ga), bukilishga chidamliligi esa 18 ming sikldan 38 ming siklgacha (111 % ga) ortdi. 8 % dan keyin ikkala ko‘rsatkich ham pasayishni boshlaydi, chunki haddan ortiq yog‘ kollagen tolalari orasidagi mexanik aloqalarni susaytiradi.

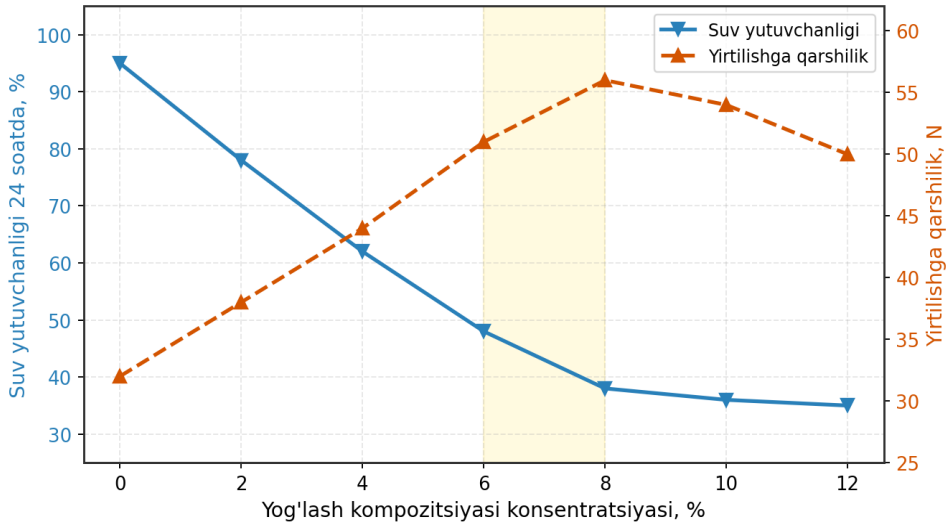


1-rasm. Yog'lash kompozitsiyasi konsentratsiyasining charm yumshoqligi va bukilishga chidamliligiga ta'siri

Optimal soha 6–8 % oralig‘ida ekanligi sariq rang bilan ajratib ko‘rsatilgan. Ushbu konsentratsiyada charm bir vaqtning o‘zida ham yumshoq, ham mustahkam bo‘lib qoladi, bu poyabzal va galantereya buyumlari uchun talab qilinadigan asosiy talablarni qondiradi.

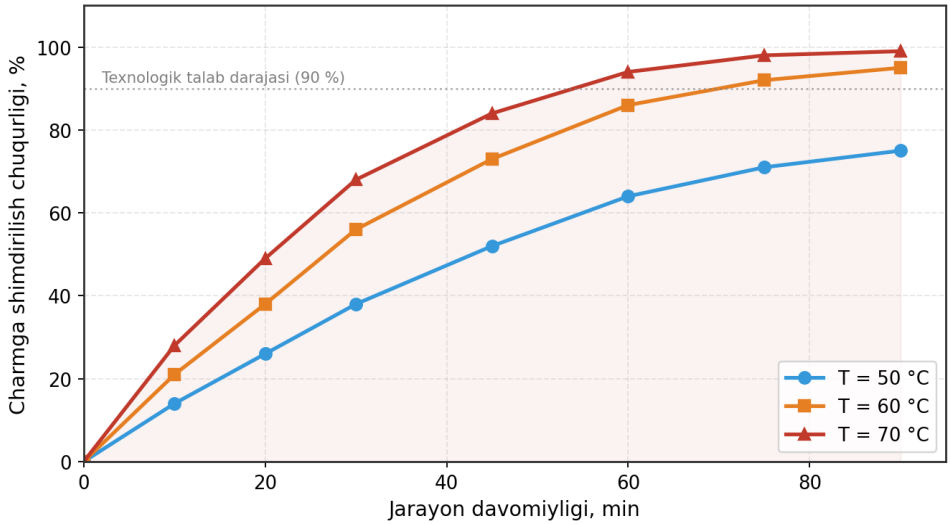
2-rasmda kompozitsiya konsentratsiyasining charmning gidrofobligi va yirtilishga qarshiligiga ta'siri tahlil qilingan. Suv yutuvchanlik 24 soatlik sinovda 95 dan 38 % gacha kamaygan, bu 60 % ga gidrofoblik samarasini ko‘rsatadi. Yirtilishga qarshilik 32 dan 56 N gacha (75 % ga) ortgan, bu yog‘ molekulalarining kollagen tolalari orasiga kirib, ularni ishqalanishdan himoyalashi bilan tushuntiriladi.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.39



2-rasm. Yog'lash kompozitsiyasi konsentratsiyasining charmning gidrofobligi va yirtilishga qarshiligiga ta’siri

Charmga yog‘lash kompozitsiyasining shimdirilish kinetikasi 4-rasmda ko‘rsatilgan. Harorat 50 °C bo‘lganda 90 minut davomida shimdirilish chuqurligi atigi 75 % ga yetadi, bu charm hajmida bir tekis bo‘lmagan yog‘ taqsimoti bilan bog‘liq. 60 °C da esa 45 minutda 73 % chuqurlik erishiladi, 90 minut oxirida esa 95 % darajasiga chiqadi – bu texnologik talab darajasidan (90 %) ham yuqori. 70 °C dagi rejimda shimdirilish 30 minutda 68 %, 60 minutda esa 94 % ga yetadi, lekin bu haroratda fibroinning qisman denaturatsiyasi va emulsiyaning yorilish ehtimoli ortadi.



3-rasm. Yog'lash kompozitsiyasining charmga shimdirilish kinetikasi (turli haroratlarda)

Shu sababli optimal harorat sifatida 60 °C, optimal davomiyligi sifatida esa 45–60 minut tanlandi. Ushbu rejimda kompozitsiyaning ishlatish darajasi 92,6 % ni tashkil etadi, ya'ni reagentning katta qismi charm tarkibiga o‘tadi va oqim suvlariga juda kam yog‘ moddasi tushadi – bu ekologik nuqtai nazardan muhim afzallikdir.

Texnologik rejimlarning qiyosiy tahlilidan ko‘rinib turibdiki, ishlab chiqilgan kompozitsiya bilan ishlash an'anaviy usulga nisbatan reagent sarfini 20 % ga, jarayon davomiyligini 40 % ga, suyuqlik koeffitsientini 28 % ga kamaytirish imkonini beradi. Bundan ham

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.39

muhimi – oqim suvining kimyoviy organik talabi (ChPK) 66 % ga pasaygan, bu sanoat miqyosida oqava suv tozalash xarajatlarini sezilarli darajada qisqartiradi.

2-jadval

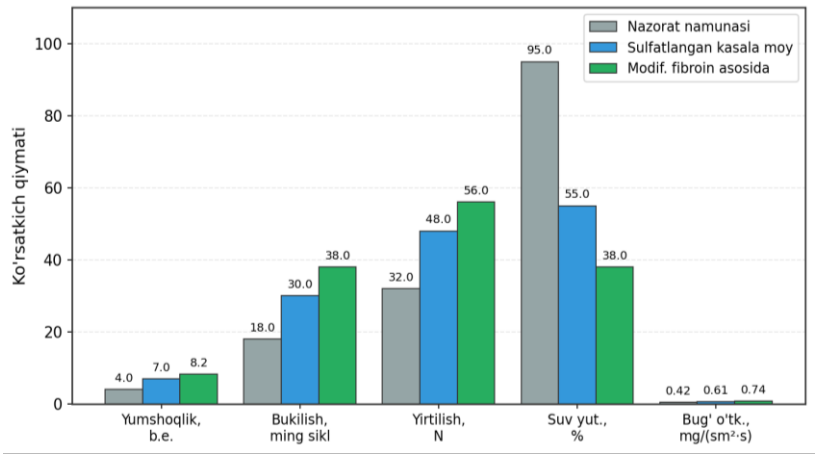
Yog‘lash jarayonining texnologik rejimlari qiyosi

Texnologik parametr	An'anaviy (sulfat. paxta yog‘i)	Ishlab chiqilgan kompoz.	O‘zgarish
Reagent miqdori, % (charm massasiga)	8–10	6–8	−20 %
Harorat, °C	55–65	60	muvofiq
Davomiyligi, minut	60–90	45	−40 %
Suyuqlik koeffitsienti K	2,5	1,8	−28 %
Vanna pH qiymati	5,5–6,5	5,0–5,5	kuchliroq
Reagent o‘zlashtirilishi, %	75,6	92,6	+22,5 %
Oqim suvi ChPK, mg O_2/l	4 820	1 640	−66 %

3-jadval

Tayyor charmning fizik-mexanik ko‘rsatkichlari (n = 5, P ≥ 0,95)

Ko‘rsatkich	Nazorat (yog‘lanmagan)	Sulfatlangan paxta yog‘i	Modif. fibroin asosida
Yumshoqlik, ball-ekv.	4,0 ± 0,2	7,0 ± 0,3	8,2 ± 0,3
Bukilishga chid., ming sikl	18 ± 1,5	30 ± 2	38 ± 2
Yirtilishga qarshilik, N	32 ± 2	48 ± 2	56 ± 2
Cho‘zilishdagi mustah., MPa	18,2 ± 0,6	22,4 ± 0,7	25,8 ± 0,7
Suv yutuvchanligi 24 s, %	95 ± 3	55 ± 2	38 ± 2
Bug‘ o‘tkazuvchanlik, mg/(sm²·s)	0,42 ± 0,02	0,61 ± 0,02	0,74 ± 0,03
Quruq ishqalanishga chid., sikl	420	680	820



3-rasm. Yog'lash usullari bo'yicha tayyor charmning fizik-mexanik ko'rsatkichlari qiyosi

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.39

3-jadval va 3-rasm tahlili shuni ko‘rsatadiki, modifikatsiyalangan ipak fibroini asosidagi yog‘lash kompozitsiyasi qo‘llanilgan charmning barcha asosiy fizik-mexanik ko‘rsatkichlari nazorat va etalon namunalardan ustun chiqdi. Yumshoqlik ko‘rsatkichi 8,2 ball-ekvivalentni tashkil etgan bo‘lib, bu premium klassdagi galantereya va poyabzal yuza charmiga qo‘yiladigan talablardan yuqori. Bug‘ o‘tkazuvchanlik 0,74 mg/(sm²·s) ga yetib, an'anaviy usulga nisbatan 21,3 % ga oshgan – bu ayniqsa kiyim va poyabzal sanoati uchun muhim ahamiyatga ega, chunki gigienik xususiyatlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri ushbu ko‘rsatkichga bog‘liq.

Quruq ishqalanishga chidamlilikning 420 dan 820 siklgacha (95 % ga) oshishi – bu uzoq muddat foydalanish davrida charm yuzasining eskirishga qarshiligi sezilarli kuchayganini bildiradi. Bu hodisa fibroin makromolekulalari va yog‘ kislotalari hosil qilgan kompleksning kollagen tolalari yuzasida turg‘un himoya qatlamini hosil qilganligi bilan izohlanadi.

Xulosalar

1. Pilla qoldiqlaridan ajratib olingan ipak fibroinini sulfatlangan paxta yog‘i va oleyn kislotasi bilan modifikatsiyalash orqali tarkibida 38,4 % yog‘, 8,4 % oqsil va 1,42 mmol/g anion guruhlari mavjud bo‘lgan barqaror oqsil-yog‘ yog‘lash kompozitsiyasi olinishi tasdiqlandi.

2. Olingan kompozitsiyaning emulsion turg‘unligi 96 % gacha (60 sutka davomida), zarralarining o‘rtacha o‘lchami esa 1,8 mkm gacha yaxshilangan, bu charm tuzilishiga chuqur va bir tekis shimdirilishni ta'minlaydi.

3. Charmni yog‘lashning optimal texnologik parametrlari aniqlandi: kompozitsiya konsentratsiyasi 6–8 %, harorat 60 °C, davomiyligi 45 minut, suyuqlik koeffitsienti 1,8 va vanna pH qiymati 5,0–5,5.

4. Ishlab chiqilgan texnologiya an'anaviy usulga nisbatan reagent sarfini 20 % ga, jarayon davomiyligini 40 % ga, suyuqlik koeffitsientini 28 % ga kamaytiradi; reagent o‘zlashtirilishi esa 92,6 % ga yetadi.

5. Yangi yog‘lash kompozitsiyasi qo‘llanilgan charmda yumshoqlik 105 % ga, bukilishga chidamlilik 111 % ga, yirtilishga qarshilik 75 % ga, bug‘ o‘tkazuvchanlik 76 % ga ortgan, suv yutuvchanlik esa 60 % ga kamaygan.

6. Texnologiyaning ekologik samaradorligi oqim suvining kimyoviy organik talabini (ChPK) 66 % ga kamaytirish va pillachilik chiqindilarini chuqur qayta ishlash imkoniyatlari bilan tasdiqlanadi, bu O‘zbekiston yengil sanoatining barqaror rivojlanishiga hissa qo‘shadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Covington A.D., Wise W.R. Tanning Chemistry: The Science of Leather. – 2nd ed. – London: Royal Society of Chemistry, 2019. – 488 p.

2. Pervaiz S., Mughal T.A., Khan F.S. Bioutilization of chrome-tanned leather wastes: Current status and future trends – A review // Process Safety and Environmental Protection. – 2022. – Vol. 159. – P. 137–157.

3. Zhang Q., Yan L., Wu J. Silk fibroin-based amphiphilic conjugates: Preparation, characterization and applications // Macromolecular Bioscience. – 2020. – Vol. 20, № 6. – P. 2000034.

4. Yusupova M.N., Karimov A.B. Pilla qoldiqlaridan ajratib olingan fibroinning amfifil hosilalarini olish // O‘zbekiston kimyo jurnali. – 2023. – № 2. – B. 78–85.

5. Sundar V.J., Gnanamani A., Muralidharan C., Chandrababu N.K. Recovery and utilization of proteinous wastes of leather making: A review // Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. – 2011. – Vol. 10, № 2. – P. 151–163.

6. Sharipov O‘.J., Rasulov D.X. Tabiiy va sintetik yog‘lovchi vositalarning charmning gigienik xususiyatlariga ta'siri // Yengil sanoat muammolari. – Toshkent: TTYeSI, 2022. – B. 64–73.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.39

7. Khanlari S., Dubé M.A. Effect of fatty-acid grafting on emulsion characteristics and film properties of protein-based stabilisers // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2018. – Vol. 95, № 2. – P. 199–211.

8. ISO 5402-1:2017. Leather – Determination of flex resistance. Part 1: Flexometer method. – Geneva: ISO, 2017. – 14 p.

9. ISO 17231:2017. Leather – Physical and mechanical tests – Determination of water resistance of garment leather. – Geneva: ISO, 2017. – 10 p.