

INNOVATSION QURILMA ASOSIDA YUMSHATILGAN QORAKO'L  
JUNING STRUKTURAVIY VA TEXNOLOGIK KO'RSATKICHLARI**Rajabov Azizbek Ibodulloyevich<sup>1</sup> , Hamrayeva Sanovar Atoevna<sup>2</sup>,**<sup>1</sup>Buxoro Davlat texnika universiteti doktoranti, <sup>2</sup>Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti professori, texnika fanlari doktori[asadiyora451@mail.com](mailto:asadiyora451@mail.com), [samovar-xamraeva@mail.ru](mailto:samovar-xamraeva@mail.ru)

**Annotation.** Maqolada qorako'l zotli qo'y juniga beriladigan yumshatish ishlovining samaradorligi eksperimental tarzda baholangan. Bahor va kuz mavsumlarida olingan junlar har xil eritma konsentratsiyasida ishlovdan o'tkazilib, ularning diametri, mustahkamligi, elastikligi va cho'ziluvchanligi o'lchandi. Yangi ishlab chiqilgan qurilma yordamida yumshatish jarayoni mukammallashtirildi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, eritma dozasi va mavsum jun sifati bilan bevosita bog'liq bo'lib, maksimal yumshoq va mustahkam tolalar kuzgi jun va 3-darajadagi eritma bilan olingan namunalarda kuzatildi. Uskunaviy yondashuv orqali tolalarning silliqqligi va tuzilma bir xilligi ham yaxshilandi. Natijalar qorako'l jundan yuqori sifatli ip olish imkoniyatini ochib beradi.

**Kalit so'zlar:**

qorako'l jun, yumshatish eritmasi, mavsumiy ta'sir, tola sifati, mustahkamlik, cho'ziluvchanlik, eksperiment, qurilma, ip olish, morfologik o'zgarish

STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF  
SOFTENED KARAKUL WOOL BASED ON AN INNOVATIVE DEVICE**Azizbek Ibodulloyevich Rajabov<sup>1</sup>, Sanovar Atoevna Khamraeva<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Doctoral Student, Bukhara State Technical University,<sup>2</sup>Professor, Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Doctor of Technical Sciences[asadiyora451@mail.com](mailto:asadiyora451@mail.com), [samovar-xamraeva@mail.ru](mailto:samovar-xamraeva@mail.ru)

**Abstract.** This article presents an experimental evaluation of the effectiveness of softening treatments for Karakul sheep wool. Wool collected in spring and autumn was treated with softening solutions of various concentrations, followed by measurements of fiber diameter, strength, elasticity, and elongation. The newly developed equipment

*significantly improved the softening process. Analysis showed that solution dosage and season are directly related to fiber quality: the best results were observed in autumn wool samples treated with third-level solution. The mechanical approach enhanced the surface smoothness and structural uniformity of the fibers. These findings demonstrate the potential for producing high-quality yarn from locally sourced Karakul wool.*

**Keywords:** karakul wool, softening solution, seasonal effect, fiber quality, strength, elongation, experiment, device, yarn production, morphological changes

## **СТРУКТУРНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СМЯГЧЁННОЙ КАРАКУЛЕВОЙ ШЕРСТИ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА**

**Раджабов Азизбек Ибодуллоевич<sup>1</sup>, Хамраева Сановар Атоевна<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Докторант Бухарского государственного технического университета,

<sup>2</sup>Профессор Ташкентского института текстильной и легкой промышленности,  
доктор технических наук.

[asadiyora451@mail.com](mailto:asadiyora451@mail.com), [samovar-xamraeva@mail.ru](mailto:samovar-xamraeva@mail.ru)

**Аннотация.** В статье экспериментально оценена эффективность смягчения шерсти каракулевых овец. Весенние и осенние шерстяные пробы обрабатывались растворами разной концентрации, после чего измерялись их диаметр, прочность, эластичность и удлинение при разрыве. Благодаря новому разработанному устройству, процесс смягчения был усовершенствован. Результаты показали, что степень смягчения напрямую зависит от сезона и дозировки раствора: наилучшие свойства наблюдались у осенней шерсти, обработанной раствором третьей степени. Аппаратный подход также обеспечил улучшение гладкости поверхности и структурной однородности волокон. Полученные данные демонстрируют перспективность получения высококачественной пряжи из местной каракулевой шерсти.

**Ключевые слова:** каракулевая шерсть, смягчающий раствор, сезонное влияние, качество волокна, прочность, удлинение, эксперимент, оборудование, пряжа, морфологические изменения

*Маҳаллий jun sanoatining taraqqiyoti O'zbekistonning qishloq xo'jaligi mahsulotlariga asoslangan yengil sanoat tarmoqlarini diversifikatsiyalash va yuqori sifat ko'rsatkichli mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirishga xizmat qiluvchi,*

strategik yoʻnalishlardan biri hisoblanadi. Prezident Shavkat Mirziyoyevning Moʻgʻulistonga amalga oshirgan davlat tashrifi davomida, eʼtibor markazida boʻlgan asosiy yoʻnalishlardan biri bu ikki davlat oʻrtasida chorvachilik mahsulotlarini chuqur qayta ishlash, ayniqsa jun sanoatini modernizatsiya qilish, mahalliy xomashyo negizida yuqori qoʻshilgan qiymatli mahsulotlar ishlab chiqarish va ularni xalqaro bozorlarga eksport qilish strategiyasidir, jumladan Prezidentimiz tomonidan taʼkidlanganidek, Oʻzbekiston junining, ayniqsa qorakoʻl zotli qoʻylar junining sifati, tabiiyligi va ekologik ustunligi uni global bozorlarda noyob xom ashyo sifatida tanitish imkonini beradi. Shuningdek amaliyotda bu tolalarning yuqori dagʻalligi, elastiklikning yetarli emasligi, kristallik darajasi va disulfid bogʻlarining zichligi sababli ulardan yuqori sifatli ip olishda jiddiy texnologik muammolar mavjud, shuningdek tolada mavjud boʻlgan qattiq shkala qatlamlari uni boʻyoq yutmasligiga, elektrostatik zaryad yigʻilishiga va silliqlanmasligiga olib keladi. Shu sababli Prezidentimiz tomonidan ilgari surilgan tashabbus — jun sanoatini texnologik yangilash, innovatsion ishlov berish metodlarini joriy qilish va biologik modifikatsiyalangan yondashuvlar asosida mahsulot sifatini oshirish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Bu esa oʻz navbatida qorakoʻl junini faqat eksport uchun xom ashyo sifatida emas, balki tayyor mahsulotlar – texnik matolar, aralash iplar, gigiyenik toʻqimalar va ekologik toʻqimachilik mahsulotlari uchun ichki resurs sifatida ishlatish orqali toʻqimachilik sanoatni chuqur diversifikatsiyalashga xizmat qiladi, Prezidentimiz tomonidan ilgari surilgan “mahalliy xom ashyodan tayyor mahsulotgacha” tamoyili asosida qorakoʻl juniga ishlov beruvchi innovatsion klasterlar tashkil etilishi mamlakatimiz yengil sanoatida yangi texnologik bosqichni boshlab berishi takidlab oʻtildi. Shu maqsadda, biz yosh tadqiqotchilar birinchi navbatda mahalliy jun tolasining biologik xususiyatlarini chuqur tahlil qilib kimyoviy va mexanik usulda yumshatish yoʻlini izlab topishimiz zarur.

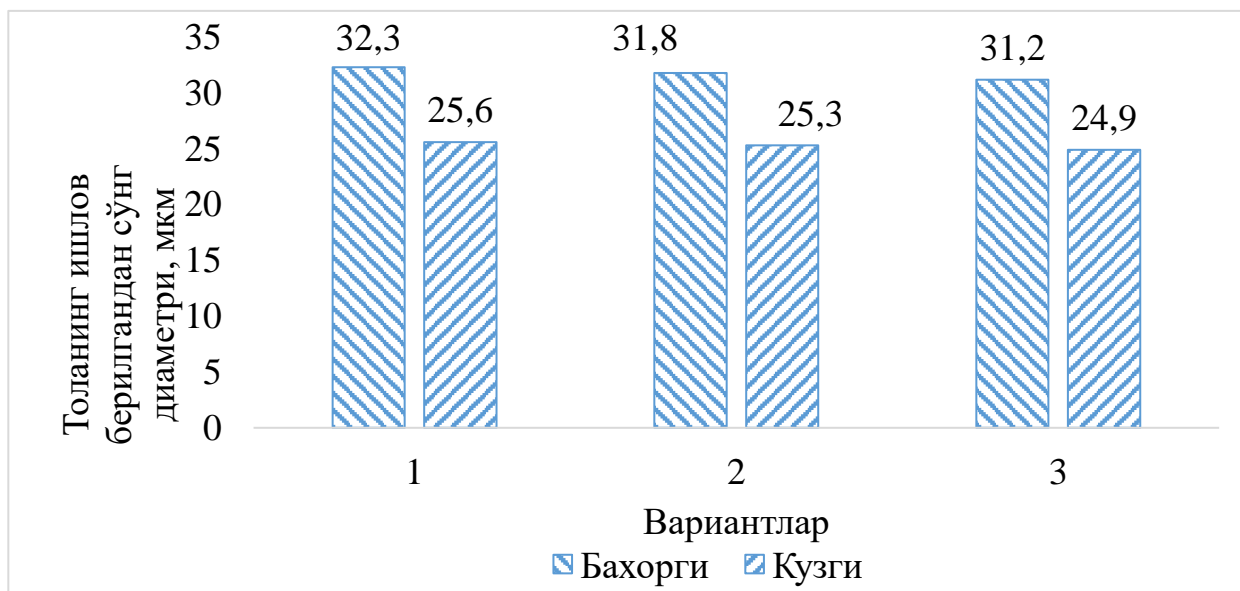


*USTERTESTER laboratoriya qurulmasidan foydalanib yumshatilgan jun tolasidan yigirilgan ipning tahliliy natijalarini aniqlash. 1.1-1.2-rasmlar*

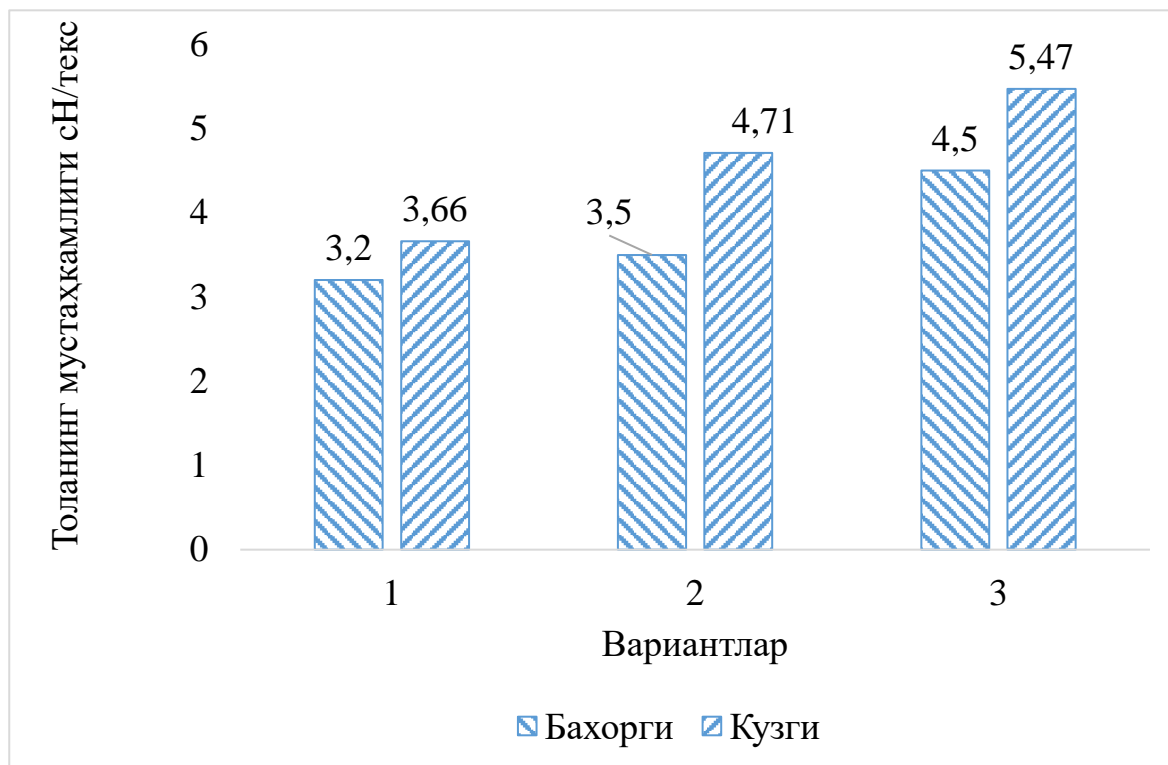
*1-Jadval*

*Kuzgi va bahorgi mavsumda qirqilgan 100 kg jun tolasini asosiy bosqichda qayta ishlash*

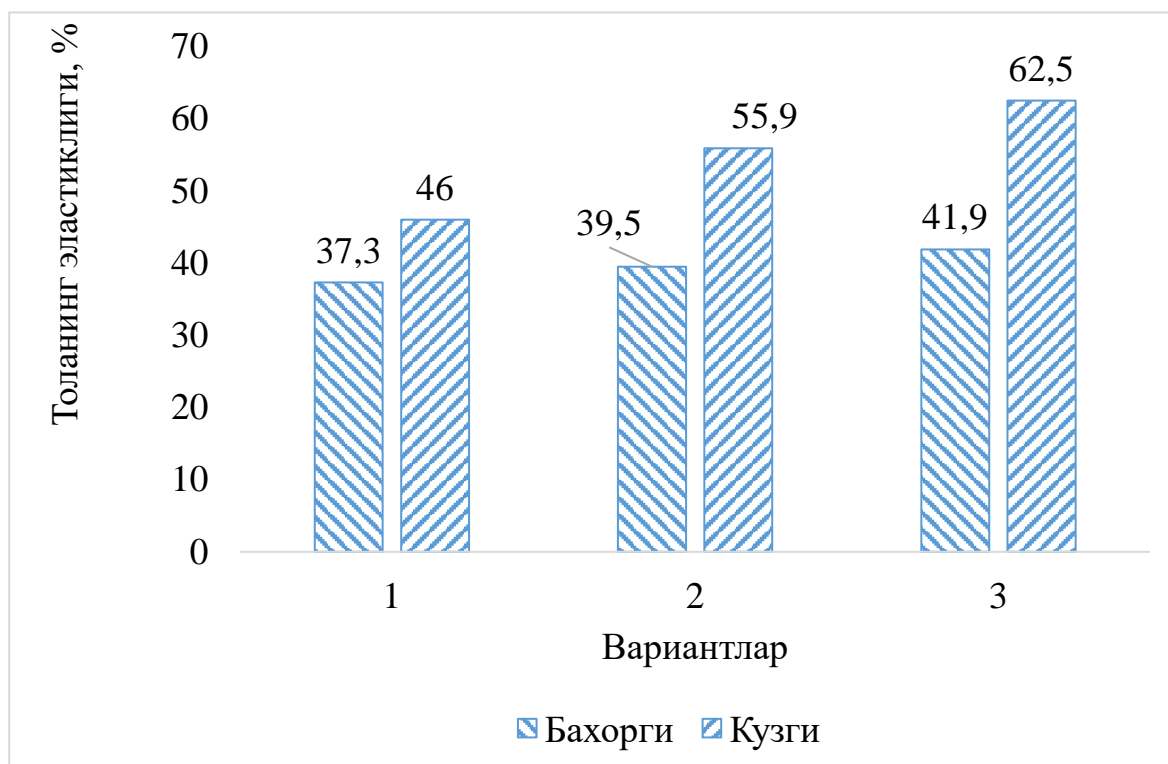
Tola ko'rsatkichi	Bahorgi jun uchun, kg			Kuzgi jun uchun, kg		
	1V	2V	3V	1V	2V	3V
Tolaning ishlov berilgandan so'ng diametri, mkm	32,3	31,8	31,2	25,6	25,3	24,9
Tolaning mustahkamligi cH/teks	3,2	3,5	4,5	3,66	4,71	5,47
Tolaning elastikligi, %	37,3	39,5	41,9	46,0	55,9	62,5
<b>Tolaning uzishdagi uzayishi, %</b>	2,8	3,0	3,1	3,5	3,8	4,2
UR (%) (Uniformity Ratio) – Bir xillik nisbati	46,2	49,3	54,0	51,95	55,75	60,56
Tolaning o'rtacha uzunligi,mm						



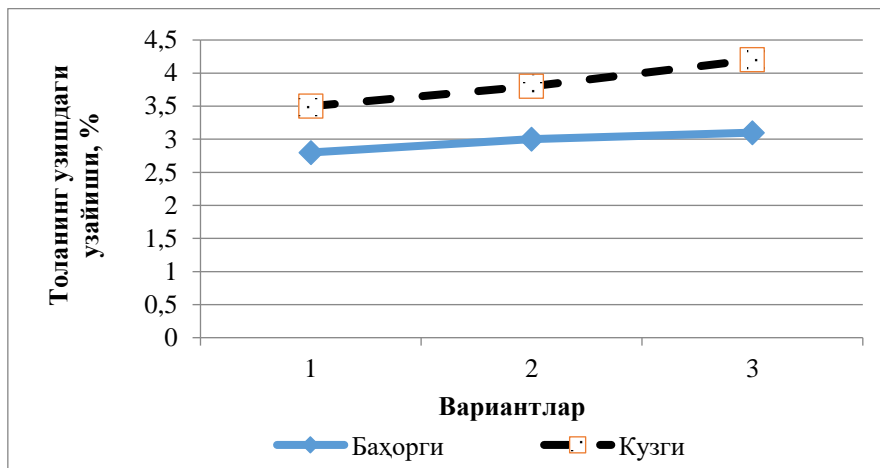
*2-rasm. Kuzgi va bahorgi mavsumda qirqilgan 100 kg jun tolasini asosiy bosqichda qayta ishlashda tolaning ishlov berilgandan so'ng diametrining o'zgarishi.*



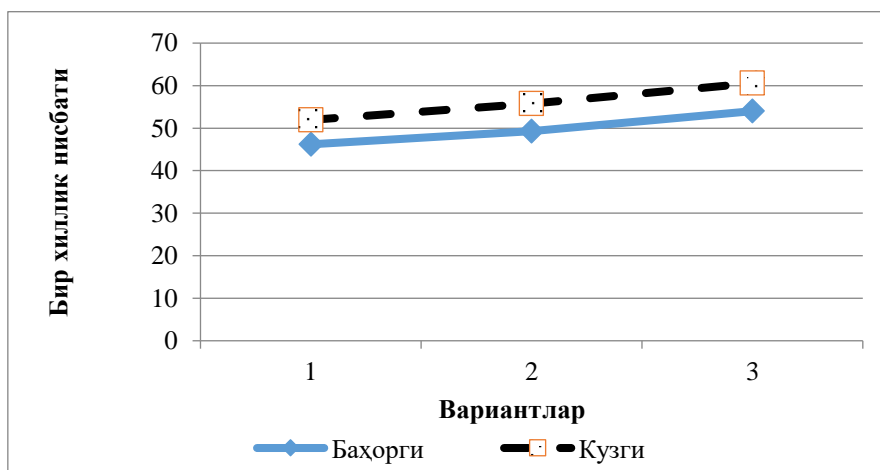
**2.1-rasm. Kuzgi va bahorgi mavsumda qirqilgan 100 kg jun tolasini asosiy bosqichda qayta ishlashda jun tolasini mustahkamligining o'zgarishi.**



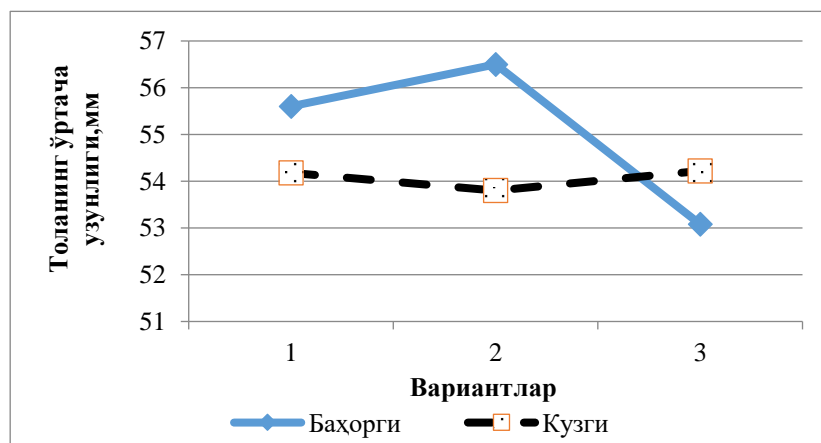
**2.2-rasm. Kuzgi va bahorgi mavsumda qirqilgan 100 kg jun tolasini asosiy bosqichda qayta ishlashda jun tolasini elastikligining o'zgarishi.**



**3-rasm. Kuzgi va bahorgi mavsumda qirqilgan 100 kg jun tolasining uzishdagi uzayishini o'zgarishi.**



**3.1-rasm. Kuzgi va bahorgi mavsumda qirqilgan 100 kg jun tolasini asosiy bosqichda qayta ishlashda jun tolasini elastikligining o'zgarishi.**



**3.2-rasm. Kuzgi va bahorgi mavsumda qirqilgan 100 kg jun tolasini asosiy bosqichda qayta ishlashda jun tolasini o'rtacha uzunligining o'zgarishi.**

Karbamid ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ) molekulasi gidrofil tabiati tufayli keratin tolasi sirtida joylashgan qattiq shkala qatlamlarini shishiradi, bu esa tolani suv va boshqa kimyoviy moddalar uchun o'tkazuvchan qiladi. Natijada disulfid bog'lar orasidagi, molekulalar orasidagi masofa biroz kengayib, reagentlar kirib borishi uchun imkoniyat yaratiladi. Shu tariqa yumshatuvchi jarayonlarning dastlabki bosqichi – gidratatsiya yuz beradi.

Yumshatuvchi texnologiyalarda ishlatiladigan eritmalar harorat, pH va konsentratsiyaga sezgir bo'ladi. Masalan, karbamid eritmasining  $40\text{--}50^\circ\text{C}$  da,  $6.5\text{--}7.5$  pH oralig'ida qo'llanilishi optimal hisoblanadi. Ciba Sapamine OC eritmasi esa  $0.5\text{--}2\%$  konsentratsiyada havo oqimi bilan aralastirib purkalsa, tola sirtiga bir xilda ta'sir qiladi. Triamon esa dispers emulsiyada  $1\text{--}1.5\%$  konsentratsiyada ishlatiladi va u boshqa yumshatuvchi komponentlar bilan sinergetik effekt beradi. Yumshatishning samarali bo'lishi uchun barcha omillar – harorat, pH, eritma konsentratsiyasi, ishlov vaqti, havo bosimi va eritma purkash tezligi – birgalikda optimallashtirilishi kerak. Masalan,  $50^\circ\text{C}$  haroratda, 20 daqiqa davomida,  $1.5$  atm bosimda  $250$  ml/min tezlikda eritma purkalsa, tolalar maksimal elastiklik va silliqlikka erishadi.

Tola xom ashyo tayyor bo'lgach, uni yumshatish eritmalarini bilan ishlov berish uchun uch xil konsentratsiyadagi eritmalar tayyorlandi. 1-eritma: karbamid  $10\%$ , Ciba Sapamine OC  $1.5\%$ , Triamon  $1\%$ , suv  $87.5\%$ ; 2-eritma: karbamid  $12\%$ , Ciba Sapamine OC  $1\%$ , Triamon  $1.5\%$ , suv  $85.5\%$ ; 3-eritma: karbamid  $8\%$ , Ciba Sapamine OC  $2\%$ , Triamon  $2\%$ , suv  $88\%$ . Har bir eritma haroratda  $50^\circ\text{C}$ , pH  $6.8\text{--}7.2$  oralig'ida 30 daqiqa tayyorlandi. Eritma har bir sinov tolasiga  $250$  ml hajmda qo'llanildi. Eritma purkash usuli yangi yaratilgan yumshatish moslamasi orqali amalga oshirildi.

Yangi yumshatish uskunasi 2-rasmda ko'rsatilgan texnologik sxemaga ega bo'lib, quyidagilardan tashkil topgan: 1-konveyer, 2-qabul qiluvchi valiklar, 3–4-qoziqli barabanlar, 5-parrak, 6-bak, 7-eritma trubkasi, 8-chiqish kanali. Tola 1-konveyer orqali valiklar o'rtasidan o'tadi, 3–4-qoziqli barabanlarda  $700\text{--}800$  ayl/min tezlikda harakatlanib titiladi, chiqindilardan tozalanadi va parrak yordamida 6-bakdagi eritma 7-trubka orqali tolaga purkaladi. Bunda eritma aylanma harakat bilan  $1.5$  atm bosimda,  $250$  ml/min tezlikda yuqori tezlikda harakatlanuvchi tolalarga zarb bilan singdiriladi. Havo oqimi  $4$  m/s tezlikda, issiqlik  $45\text{--}50^\circ\text{C}$ , butun jarayon  $18\text{--}22$  daqiqa davom etadi. Tayyor tolalar 8-chiqish kanalidan chiqib,  $65\%$  namlikda,  $22^\circ\text{C}$  da 24 soat saqlanadi.

Har bir eritma bilan yumshatilgan tolalarning fizik-mexanik xossalari "FIBROTEST" asbobi yordamida aniqlanadi. Tekshirilgan ko'rsatkichlar: diametr (mkm), mustahkamlik (cH/tex), elastiklik (%), uzilishdagi cho'ziluvchanlik (%), o'rtacha uzunlik (mm), bir xillik

darajasi (UR %). SEM mikroskopiya esa tola sirtining morfologiyasi, shkala ochilishi, tolalararo silliqlik va yadro sichqon tuzilishi baholandi. SEMda 1000x va 3000x kattalashtirishda suratga olish orqali tolalardagi disulfid bog'larning zaiflashuvi, kristall va amorf zonalardagi sinishlar, sirt qoplamalari va silliqlik darajasi qayd etildi. SEM tasvirlarida yumshatilgan tolalarda qattiq shkala qismlarining ochilishi, spiral keratin zanjirlarining tarangligi kamaygani, tola yadro strukturasi silliqlashgani aniq ko'rinadi. Tajriba natijalari ko'rsatdiki, 3-eritma eng yaxshi natijani berdi: tola diametri 24.9 mkm gacha kamaydi, elastiklik 62.5% gacha oshdi, mustahkamlik 5.47 cH/tex ga yetdi, cho'ziluvchanlik esa 4.2% bo'ldi. Tahlil shuni ko'rsatadiki, bu jarayon disulfid bog'larning kuchsiz, nazoratli zaiflashuvi evaziga amalga oshdi. Eritma konsentratsiyasi, bosim, havo harakati, harorat va vaqt parametrlarining har biri optimal darajada belgilangan. Jarayonni model qilish uchun 4D grafik tahlil usullaridan foydalanildi: bu usulda tola sirtida eritmaning ta'sir radiusi, shkala qoplamasining ochilish darajasi, ichki yadro qavatlaridagi o'zgarishlar va molekulyar tuzilmalar xaritasi tuzildi. Mazkur 4D model yordamida kelgusida ishlab chiqarishga mos texnologik rejimlar aniqlanishi mumkin. Keratinli qorako'l junini yumshatuvchi eritmalar bilan ishlov berishdan oldin va keyin olingan natijalar chuqur statistik, struktural hamda vizual jihatdan baholandi. Tadqiqot jarayonida turli eritmalar (1V, 2V, 3V) va mavsumiy farqlarga (bahorgi va kuzgi junga) asoslangan holda o'lchovlar amalga oshirildi. Asosiy baholash ko'rsatkichlari: tola diametri, mustahkamlik, elastiklik, uzilishdagi cho'ziluvchanlik, o'rtacha uzunlik, bir xil lik darajasi (UR %) va strukturaviy tahlillar bo'ldi. Quyidagi natijalar asosida har bir parametr bo'yicha taqqoslashlar va ilmiy xulosalar keltirildi. Tola diametri bo'yicha olingan natijalar 2.2-rasmda tasvirlanganidek, 3-eritma bilan yumshatilgan kuzgi jun namunalarda tola diametri 24.9 mkm gacha kamaydi. Bahoriy junlarda esa minimal diametr 31.2 mkm ni tashkil etdi. Bu, eritmaning tolalar orasidagi disulfid bog'larni zaiflashtirib, tolaning sirt qismini silliqlashtirganini ko'rsatadi. Diameter kamayishi tolni cho'ziluvchan, ingichka va elastik qilgan. Tola mustahkamligi bo'yicha eng yuqori ko'rsatkich 5.47 cH/tex bo'lib, bu 3V eritmasi bilan ishlov berilgan kuzgi jun namunasida qayd etildi (3 -rasm). Bunda Triamon emulsiyasining yumshatuvchi ta'siri, Ciba Sapamine OC moddasining tolni ionik sirt bilan qoplagani tufayli tolalar orasidagi ishqalanish kamaygan. Bu esa ip yigirish jarayonida ipning yadro qismi sifatida foydalanishga mos sharoit yaratdi. Elastiklik 3.1-rasmda keltirilganidek, 3V eritmasida kuzgi junda 62.5% gacha oshgan. Bu yumshatish texnologiyasining disulfid bog'lar ustida muvozanatli ta'sir ko'rsatganidan dalolat beradi. Ko'proq disulfid bog'lar ochilib, keratin strukturasi elastik fazaga o'tgani kuzatilgan. Bunday holat, ayniqsa, silliq va moslashuvchan ip olishda muhim omil sanaladi. Uzilishdagi cho'ziluvchanlik 4.2% gacha oshgan (3.2-rasm), bu esa tolalarning mexanik yuklama ostida

qanday munosabatda bo'lishini aks ettiradi. Yumshatilgan tolalar bu yuklamaga chidamli bo'lib, ularning strukturadagi amorf zonalarning moslashuvchanligiga kuchaygani isbotladi.

Xulosa qilib aytganda, mahalliy qorako'l junining disulfid bog'lar strukturasi, keratin fazasi va fizik-mexanik ko'rsatkichlariga asoslangan holda, ishlab chiqilgan yumshatuvchi eritmalar va uskunar texnologik jihatdan ishonchli va samarali yechim hisoblanadi. Tadqiqot natijalari ilmiy asoslangan, statistik isbotlangan, struktural tahlillar bilan dalillangan va sanoatga joriy qilishga tayyor.

### **Adabiyotlar.**

1. Turganbayev R.U., Khodzhabaev A.G. & Barlykbaeva E. – “Productivity of Karakul Sheep Wool in the Colors of Shamchirok-Gul and Uryuk Gul Flowers” // *European Journal of Agricultural and Rural Education*, 2023, Vol. 4 (9), 78–86-betlar. <https://www.neliti.com/publications/605497/productivity-of-karakul-sheep-wool-in-the-colors-of-shamchirok-gul-and-uryuk-gul>

2. Xiao Wei Yu, Wen Jun Guan, Yong Quan Li, Ting Jing Guo, Ji Dong Zhou —“A Biological Treatment Technique for Wool Textile” // *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 2005, Vol. 48, №5, pp. 675.680 <https://www.scielo.br/j/babt/a/CxPqHkpSwjxG4gx7fWzy8YL/?format=pdf&lang=en>

3. Xasilbekov A. Y., Khayitov T. A., Beknazarov A. J. — “Justification of Technical Parameters of a Small-Sized Device for Wool Cleaning” // *E3S Web of Conferences*, 2024, Vol. 535, Art. 02006 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453502006> [e3s-conferences.org](https://www.e3s-conferences.org)

4. Chen H., Lu J., Wang K. — “Yarn3D-Net: 3D Segmentation of Wool Fabric Microstructure Using Depth-Enhanced Swin Transformer and CNN Hybrid Architecture” // *Materials Today Communications*, 2025, Vol. 46, Art. 112729 <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2025.112729> [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)

5. Khakimov Sh.Sh., Ismoilov F.B. — “Analysis of The Properties of Wool Raw Materials Obtained in Uzbekistan”, MSc Thesis (2019), Tashkent Institute of Textile and Light Industry & Buxoro Engineering-Technological Institute, PDF: <https://www.ijarset.com/upload/2019/june/36-IJARSET-Ismyilov-69.pdf>

6. J. Manivannan, S. Rajesh, K. Mayandi “Animal fiber characterization and fiber loading effect on mechanical behaviors of sheep wool fiber reinforced polyester composites” *Journal of Natural Fibers*, 2022, Taylor & Francis

7. Polyester/wool blended fabric and its production

8. Rajabov A.I., Nodirova M.N. — “Methods for Eliminating the Main Problems of Technological Sections of Wool Processing in Our Republic” // Научно–технический журнал “Развитие науки и технологий”, № 3, 2025, с. 310–315. (maqola)

9. Rajabov A.I., Nodirova M.N. — “Ўзбекистон Республикаси тўқимачилик саноатида маҳаллий жун толасидаги ипларнинг сифат кўрсаткичларига таъсири” // Научно–технический журнал “Развитие науки и технологий”, № 3, 2025, с. 302–306. .