НОВАЯ ЭРА НАУКИ И ЗНАНИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
global-science-review.com
editor@global-science-review.com

PILLA G‘UMBAGIDAN OLINGAN XITOZANNING STRUKTURAVIY XUSUSIYATLARINI BOSHQARISH ASOSIDA FUNKSIONAL GAZLAMA OLISH VA UNI REABILITATSION MAXSUS KIYIMDA QO‘LLASHNING TEXNOLOGIK ASOSLARI

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
YENGIL SANOAT TEXNOLOGIYASII VA DIZAYN KAFEDRASI,DOTSENTI
Sayidova Maftuna Hamrokul qizi
0009-0005-6567-8140maftuna.sayidova@bk.ru

Annotatsiya. *Maqolada xitozan tolasini mustaqil konstruktiv tola sifatida emas, balki paxta, viskoza yoki boshqa regeneratsiyalangan sellyuloza tolalari bilan funksional kompozitsiya sifatida qo‘llash ilmiy jihatdan asoslanadi. Bunday yondashuv xitozanning biologik funksiyasini saqlab qolgan holda uning mexanik va texnologik cheklovlarini kamaytirishga imkon beradi. Olingan funksional gazlamani reabilitatsion maxsus kiyimning teriga yaqin qatlamida qo‘llash orqali mikroblarga qarshi faollik, namlikni boshqarish va gigiyenik komfortni bir konstruksiyada birlashtirish imkoniyati ko‘rsatiladi. Biroq mazkur materialning klinik terapevtik samarasi alohida biologik va klinik sinovlar bilan tasdiqlanishi zarurligi ta’kidlanadi.*

Kalit so‘zlar: *pilla g‘umbagi, xitin, xitozan, deatsetillanish darajasi, molekulyar massa, ho‘l yigirish, funksional tola, funksional gazlama, antibakterial tekstil, reabilitatsion kiyim, tibbiy tekstil.*

To‘qimachilik materiallarining rivojlanishi hozirgi bosqichda faqat ularning mexanik mustahkamligini oshirish bilan cheklanmay, materialning inson organizmi bilan o‘zaro ta’sirini boshqarish masalasini ham qamrab olmoqda. Ayniqsa, teri bilan uzoq vaqt kontaktda bo‘ladigan reabilitatsion va maxsus kiyimlarda gazlamaning havo va bug‘ o‘tkazuvchanligi, namlikni boshqarishi, ishqalanish

xususiyati, mikrobiologik barqarorligi hamda kiyimning harakatga moslashishi bir vaqtning o‘zida ta’minlanishi kerak[1].

Bu talablar oddiy konstruktiv gazlamadan farqli ravishda funksional tekstil material tushunchasini shakllantiradi. Funksional materialning qiymati uning alohida bir xususiyatida emas, balki xomashyo tarkibi, molekulyar tuzilishi, tolali struktura va kiyim konstruksiyasi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikda namoyon bo‘ladi.

Pilla g‘umbagi mazkur muammoni mahalliy xomashyo nuqtai nazaridan hal qilish uchun qiziqarli manba hisoblanadi. Ipak qurti g‘umbagidan xitin ajratib olish bo‘yicha tajribalarda xitin chiqishi 18 % ga, undan xitozan olishning umumiy chiqishi esa 16 % ga yetgani aniqlangan. Olingan xitozanning deatsetillanish darajasi 67 % atrofida bo‘lgan va u tijoriy xitozan bilan o‘xshash strukturaviy hamda biologik xususiyatlarni namoyon qilgan [2].

Demak, pilla g‘umbagi faqat ikkilamchi chiqindi emas. Uning tarkibidagi xitin fraksiyasini maqsadli ajratish orqali mahalliy biologik xomashyodan funksional polimer olish mumkin. Bu esa ipakchilik va yengil sanoat o‘rtasida yangi texnologik zanjir shakllantiradi.

Xitozanning molekulyar zanjirida N-atsetil-D-glyukozamin birliklarining glyukozamin birliklariga aylanish darajasi uning deatsetillanish darajasi (Dd) bilan tavsiflanadi:

$$\mathbf{D_d = [N(GlcN) / (N(GlcN) + N(GlcNAc))] \times 100\ \%}$$

bu yerda:

D_d — xitozanning deatsetillanish darajasi, %;

N(GlcN) — glyukozamin birliklari soni;

N(GlcNAc) — N-atsetilglyukozamin birliklari soni[3].

Deatsetillanish darajasi ortishi bilan polimer zanjirida erkin amino guruhlari soni ortadi. Aynan shu guruhlarning protonlanishi xitozanning kislotali muhitda eruvchanligini va mikroorganizmlar bilan elektrostatik o‘zaro ta’sirini belgilaydi. Shu sababli D_d ni faqat “kimyoviy ko‘rsatkich” sifatida emas, balki xitozanning tola

hosil qilish va biologik funksional xususiyatlarini bog‘lovchi strukturaviy parametr sifatida qarash lozim.

Bundan tashqari, xitozanning molekulyar massasi va eritmadagi konsentratsiyasi polimer zanjirlarining o‘zaro chalkashish darajasini o‘zgartiradi. Natijada eritmaning qovushqoqligi o‘zgaradi. Eritma qovushqoqligi esa spinneretdan chiqayotgan oqimning barqarorligi va koagulyatsiya vaqtida hosil bo‘ladigan tola strukturasiga ta’sir qiladi.

Shunday qilib, texnologik jarayon quyidagi bog‘liqlik orqali qaralishi kerak:

D_d, Mv, C → η → koagulyatsiya → df, σ, ε

bu yerda:

D_d — deatsetillanish darajasi;

Mv — molekulyar massa;

C — xitozan konsentratsiyasi;

η — eritma qovushqoqligi;

df — tola diametri;

σ — uzilishdagi kuchlanish;

ε — uzilishdagi nisbiy cho‘zilish.

Ana shu sababli tadqiqotning ilmiy mohiyati xitozan miqdorini shunchaki oshirishda emas, balki uning strukturaviy va reologik parametrlarini boshqarishda mujassamlanadi.

Pilla g‘umbagining asosiy afzalligi — uning tabiiy kelib chiqishi va tarkibida xitin fraksiyasining mavjudligidir. Xitinni ajratish odatda oqsil va mineral komponentlarni ketma-ket chiqarish orqali amalga oshiriladi [4].

Texnologik jihatdan jarayonni quyidagi tarzda ifodalash mumkin:

pilla g‘umbagi → deproteinlash → demineralizatsiya → tozalangan xitin → deatsetillash → xitozan.

Bu jarayonda har bir bosqich keyingi bosqich sifatiga ta’sir qiladi.

Masalan, oqsil qoldiqlarining xitin tarkibida saqlanib qolishi xitozanning tozaligini kamaytirishi, rang va hid ko‘rsatkichlariga ta’sir qilishi mumkin. Mineral qoldiqlar esa termik va fizik-kimyoviy xususiyatlarni o‘zgartiradi.

Ipak qurti g‘umbagidan olingan xitinning chiqishi boshqa ayrim tabiiy xomashyolarga nisbatan sezilarli ekanligi tajribaviy ma’lumotlar bilan ko‘rsatilgan: tadqiqotda g‘umbakdan 18 % xitin va undan 16 % gacha xitozan olingan. Shu tadqiqotda g‘umbak xitozanining deatsetillanish darajasi 67 % bo‘lgan [5].

Bu natija muhim ilmiy xulosaga olib keladi: pilla g‘umbagidan olinadigan xitozan to‘qimachilik uchun faqat nazariy xomashyo emas, balki fizik-kimyoviy jihatdan tavsiflangan real biopolimer manbai hisoblanadi.

Biroq mavjud xitozanni bevosita to‘qimachilik tolasi sifatida ishlatishdan oldin uning:

deatsetillanish darajasi;

molekulyar massasi;

kul miqdori;

namligi;

eritma qovushqoqligi;

kislotalarda eruvchanligi

aniqlanishi shart.

Chunki aynan ushbu ko‘rsatkichlar tola hosil bo‘lishining texnologik imkoniyatini belgilaydi. Xitozan termoplastik polimer emas. Shu sababli uni polipropilen yoki poliamid singari eritib, oddiy ekstruder orqali tola olish mumkin emas. Amaliyotda xitozan avval kislotali suvli muhitda eritiladi va hosil bo‘lgan polimer eritmasi spinneret orqali koagulyatsion vannaga chiqariladi.

Bu jarayon ho‘l yigirish deb ataladi. Ilmiy adabiyotlarda xitozanning 2 % sirka kislotali eritmasidan koagulyatsiya usuli bilan tola olish mumkinligi ko‘rsatilgan. Boshqa tadqiqotlarda esa koagulyatsiya muhitining tarkibi, eritma harorati va cho‘zish darajasi o‘zgartirilishi orqali tolaning mexanik xususiyatlarini boshqarish

mumkinligi aniqlangan. Masalan, xitozan eritmasining haroratini 22 °C dan 60 °C gacha oshirish va qattiq moda miqdorini eritma qovushqoqligini saqlab qoladigan tarzda moslashtirish natijasida uzilish mustahkamligi taxminan 10 cN/tex va uzilishdagi cho‘zilish 7,5 % atrofida bo‘lgan tolalar olingan. Bu ma’lumot shuni ko‘rsatadiki, xitozan tolasining mexanik xususiyati faqat polimerning kimyoviy tabiatiga emas, balki yigirish sharoitlariga ham bog‘liq [6].

Ho‘l yigirishda spinneretdan chiqayotgan xitozan eritmasi koagulyatsion vannaga tushganda erituvchi va koagulyant o‘rtasida massa almashinuvi yuz beradi. Polimer zanjirlarining harakatchanligi kamayib, ular bir-biriga yaqinlashadi va uzluksiz tolali faza hosil qiladi.

Shuning uchun koagulyatsiya vannasi shunchaki “qotiruvchi suyuqlik” emas. U tolaning:

kesim shakli;

g‘ovakligi;

zichligi;

sirt silliqligi;

ichki orientatsiyasi;

mexanik mustahkamligi

kabi ko‘rsatkichlarini shakllantiruvchi texnologik muhitdir.

Tadqiqotlarda ishqoriy muhit, etanol–ishqor aralashmasi va boshqa koagulyatsion tizimlardan foydalanish orqali xitozan monofilamentlarining mexanik xususiyatlarini o‘zgartirish mumkinligi ko‘rsatilgan. Ayrim sharoitlarda xitozan monofilamentlari uchun 147,9 MPa gacha uzilishdagi mustahkamlik va 4,45 GPa gacha Young moduli qayd etilgan [7].

Demak, gazlama olishdan oldingi asosiy texnologik vazifa “xitozandan tola olish” emas, balki gazlama uchun yetarli mexanik ko‘rsatkichga ega bo‘lgan tola strukturasini shakllantirishdir.

Sof xitozan tolasining to‘qimachilik sanoatidagi asosiy muammolaridan biri uning mexanik va texnologik xususiyatlaridir. Adabiyotlarda xitozan tolalarining elektrostatikligi, mexanik xususiyatlarining cheklanganligi va narxining nisbatan yuqoriligi sababli ularni boshqa tolalar bilan birgalikda qo‘llash maqsadga muvofiqligi ko‘rsatilgan.

Shu sababli ushbu tadqiqotda xitozanni 100 % tarkibda ishlatishdan ko‘ra funksional komponent sifatida aralash ipga kiritish ilmiy jihatdan asoslangan yechim sifatida taklif qilinadi.

Bunda xitozan tolasi ipning butun hajmida yoki sirtga yaqin qatlamida joylashtirilishi mumkin.

Masalan: paxta + xitozan; viskoza + xitozan; Tencel + xitozan; paxta + viskoza + xitozan.

Bu natija juda muhim: gazlamaning funksional xususiyatini faqat xitozan miqdori emas, balki xitozanning boshqa tolalar bilan strukturaviy kombinatsiyasi ham belgilaydi.

Reabilitatsion kiyim oddiy kiyimdan farqli ravishda insonning harakat faoliyati, teri mikroiqlimi va tanaga ta’sir etuvchi mexanik yuklamalarni hisobga olishi kerak.

So‘nggi tadqiqotlarda elastik tekstil materiallarining passiv ekzosuitlar va reabilitatsion kiyimlarda mushak-skelet yuklamasini boshqarish imkoniyatlari keng o‘rganilmoqda. Bunday kiyimlarda materialning elastikligi, oldindan taranglanishi, teri bilan ishqalanishi, issiqlik komforti va kiyimni kiyib-yechish qulayligi asosiy konstruktiv omillar sifatida ko‘rsatilgan [3].

Demak, reabilitatsion kiyim uchun xitozanli gazlama tanlashda uning antibakterial xususiyati yetarli mezon emas.

Bu yerda xitozanli qatlamning asosiy vazifasi mexanik tayanch berish emas, balki **teri bilan kontaktdagi funksional mikro-muhitni boshqarish** sifatida belgilanadi.

Shu sababli xitozanli gazlamani kiyimning quyidagi zonalarida joylashtirish maqsadga muvofiq:

qo‘ltiq osti;

tirsak ichki qismi;

bel;

son;

tizza ichki qismi;

boldir;

terlash ko‘p bo‘ladigan ichki qatlamlar.

Bunday zonalash gazlamaning biologik funksiyasidan maqsadli foydalanish va xitozan sarfini kamaytirish imkonini beradi.

Xitozanning reabilitatsion kiyimdagi qo‘llanishini uchta o‘zaro bog‘liq mexanizm orqali tushuntirish mumkin.

Birinchi mexanizm — mikrobiologik nazorat

Xitozan molekulasidagi protonlangan amino guruhlar mikroorganizmlar hujayra devori yoki membranasi bilan elektrostatik o‘zaro ta’sirlashishi mumkin. Bu membrana o‘tkazuvchanligining buzilishi va hujayra hayotiy faoliyatining pasayishiga olib keluvchi mexanizmlardan biri sifatida qaraladi. Xitozanning antibakterial ta’siri uning molekulyar massasi, deatsetillanish darajasi va muhit pH qiymatiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan. [7]

Shu sababli xitozanli gazlamaning antibakterial samaradorligini “xitozan bor yoki yo‘q” mezoni bilan emas, balki D_d–pH–molekulyar massa–namlik tizimi bilan baholash lozim.

Ikkinchi mexanizm — namlik bilan o‘zaro ta’sir

Xitozan tarkibidagi gidroksil va amino guruhlari suv molekulalari bilan vodorod bog‘lari hosil qilishi mumkin. Bu xususiyat xitozanli tekstil qatlamining namlikni boshqarish jarayoniga ta’sir qiladi.

Ammo namlikni ko‘p yutish har doim ham komfortni oshirmaydi. Agar material namlikni ushlab qolsa, teri yaqinida nisbiy namlik oshishi mumkin. Shuning uchun gigroskopiklikni oshirish emas, namlikni yutish–uzatish muvozanatini optimallashtirish ilmiy jihatdan to‘g‘ri maqsaDdir.

Uchinchi mexanizm — mexanik moslashuv

Reabilitatsion kiyim tananing harakatiga moslashishi kerak. Shu sababli xitozanli gazlamaning funksional zonalari elastik materiallar bilan kombinatsiyalanishi mumkin.

Bu yerda ikki xil vazifa ajratiladi:

xitozanli gazlama — biologik/gigiyenik funksiya;

elastik konstruktiv element — mexanik/reabilitatsion funksiya.

Shunday qilib, bitta materialga barcha funksiyalarni yuklash o‘rniga, kiyim konstruksiyasida funksiyalarni materiallar bo‘yicha taqsimlash mumkin[9].

Bosqich	**Aniqlanadigan ko‘rsatkich**	**Ilmiy vazifa**
1	Xitin chiqishi, %	Xomashyo samaradorligini aniqlash
2	Xitozan chiqishi, %	Deatsetillash samaradorligini aniqlash
3	D_d, %	Strukturaviy parametrni aniqlash
4	Molekulyar massa	Eritma va tola hosil bo‘lishini baholash
5	Qovushqoqlik	Yigirishga yaroqlilikni aniqlash
6	Tola diametri	Morfologiyani baholash
7	Uzilish kuchi	Mexanik xususiyat
8	Uzilishdagi cho‘zilish	Elastiklikni baholash
9	Havo o‘tkazuvchanlik	Gigiyenik komfort

10	Bug‘ o‘tkazuvchanlik	Termofiziologik komfort
11	Gigroskopiklik	Namlik bilan o‘zaro ta’sir
12	Antibakterial faollik	Biologik funksionallik
13	Yuvishdan keyingi faollik	Funksional barqarorlik
14	Teri bilan kontakt sinovi	Reabilitatsion kiyim uchun moslik

Bunday kompleks baholashsiz “xitozan asosidagi gazlama reabilitatsiya uchun foydali” degan xulosani ilmiy jihatdan to‘liq asoslab bo‘lmaydi.

Mazkur tadqiqotda ilmiy yangilikni faqat “pilla g‘umbagidan xitozan olindi” shaklida ifodalash yetarli emas, chunki bunday jarayon ilgari ham o‘rganilgan. Haqiqiy yangilik xitozanning o‘zidan emas, uning strukturaviy parametrlarini to‘qimachilik texnologiyasi va kiyim funksiyasi bilan bog‘lashdan kelib chiqishi kerak.

Shu asosda tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagicha shakllantirilishi mumkin:

1. Pilla g‘umbagidan olingan xitozanning deatsetillanish darajasi va eritma reologik xususiyatlari bilan uning ho‘l yigirishdagi tolaga aylanish qobiliyati o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash.

2. Xitozan tolasi va sellyuloza tolalari kombinatsiyasining ipning mexanik xossalari hamda gazlamaning antibakterial faolligiga ta’sirini aniqlash.

3. Xitozanli funksional gazlamaning biologik faolligi bilan uning havo, bug‘ va namlik o‘tkazuvchanligi o‘rtasidagi optimal nisbatni belgilash.

4. Xitozanli gazlamani reabilitatsion kiyimda butun yuzaga emas, balki teri mikroiqlimi va ishqalanish yuklamasi yuqori bo‘lgan funksional zonalarga joylashtirishning konstruktiv prinsipini ishlab chiqish.

5. “Xomashyo–polimer–tola–ip–gazlama–kiyim” tizimida xitozanning strukturaviy parametrlarini yakuniy kiyimning funksional ko‘rsatkichlari bilan bog‘lovchi texnologik model yaratish.

Xitozan asosidagi tekstil materiallari bo‘yicha mavjud ilmiy ishlar materialning antibakterial xususiyatini ishonchli tarzda ko‘rsatadi, biroq to‘qimachilik mahsulotini ishlab chiqishda biologik faollikni mexanik va gigiyenik ko‘rsatkichlardan ajratib ko‘rib bo‘lmaydi. Xitozanning tekstilda qo‘llanishi bo‘yicha sharhlarda uning asosiy cheklovlari sifatida neytral pH dagi past eruvchanligi va tekstil yuzasidagi funksional qatlamning uzoq muddatli chidamliligi ko‘rsatilgan [8].

Shu nuqtadan qaralganda, sof xitozanli gazlama yaratishga urinishdan ko‘ra xitozanning funksional komponent sifatidagi rolini optimal darajada saqlab qoluvchi kompozit tekstil yaratish texnologik jihatdan istiqbolli.

Bundan tashqari, xitozanli tekstilni reabilitatsion kiyimga kiritishning o‘zi kiyimni “davolovchi” mahsulotga aylantirmaydi. Reabilitatsion kiyimning samarasi konstruksiya, elastiklik, bosim taqsimoti, harakat ergonomikasi va foydalanuvchining fiziologik holati bilan birgalikda baholanishi kerak. Reabilitatsion tekstillarga oid tadqiqotlarda ham kiyimning yumshoqligi, yengilligi, moslashuvchanligi, yuviluvchanligi va klinik funksionalligi birgalikda ko‘rib chiqilishi zarurligi ta’kidlangan.

Ayniqsa, bosimli reabilitatsion kiyimlar bo‘yicha 2026-yildagi sharhlar ayrim nevrologik holatlarda proprioseptiv va sensorimotor funksiyaga ijobiy ta’sir ehtimolini ko‘rsatgan bo‘lsa-da, klinik dalillar hali bir xil emasligi va standartlashtirilgan protokollar zarurligini qayd etadi.

Shuning uchun mazkur ishda xitozanli materialga biologik-gigiyenik funksional qatlam, elastik yoki konstruktiv elementlarga esa mexanik-reabilitatsion funksiya yuklanishi ilmiy jihatdan asosliroq yondashuv hisoblanadi.

Pilla g‘umbagi tarkibidagi xitinni yuqori qo‘shimcha qiymatga ega bo‘lgan xitozanli tekstil materialiga aylantirish ipakchilik chiqindilaridan funksional foydalanishning istiqbolli yo‘nalishidir. Mavjud tadqiqotlar pilla g‘umbagidan xitin va xitozan olish texnologik jihatdan mumkinligini, olingan xitozan esa biologik va

strukturaviy xususiyatlari bo‘yicha funksional material sifatida qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatadi [2].

Biroq ilmiy muammo xitozanning mavjudligida emas, uning molekulyar strukturasi va tekstil texnologiyasi o‘rtasidagi muvofiqlikni ta’minlashda namoyon bo‘ladi.

Deatsetillanish darajasi, molekulyar massa va eritma qovushqoqligi xitozanning tolaga aylanish jarayonini belgilovchi o‘zaro bog‘liq parametrlar sifatida qaralishi kerak. Ho‘l yigirishda eritma konsentratsiyasi, harorat, koagulyatsiya muhiti va cho‘zish nisbati tola strukturasini va mexanik xususiyatlarini boshqaruvchi asosiy texnologik omillar hisoblanadi [10].

Xitozan tolasining mexanik va texnologik cheklovlarini hisobga olgan holda uni paxta, viskoza yoki boshqa regeneratsiyalangan sellyuloza tolalari bilan kompozitsiya qilish ilmiy jihatdan maqsadga muvofiq. Bunday yondashuv xitozanning antibakterial va biologik funksiyasini saqlagan holda gazlamaning mexanik va gigiyenik xususiyatlarini muvozanatlashtirish imkonini beradi.

Reabilitatsion maxsus kiyim uchun esa xitozanli gazlamani butun konstruksiyada bir xil ishlatishdan ko‘ra, teri bilan uzoq muddat kontaktda bo‘ladigan va namlik to‘planishi ehtimoli yuqori bo‘lgan funksional zonalarda qo‘llash taklif etiladi. Bunda xitozanli qatlam biologik-gigiyenik funksiyani, elastik va konstruktiv elementlar esa mexanik-reabilitatsion funksiyani bajaradi.

Mazkur yondashuv pilla g‘umbagini oddiy ikkilamchi xomashyodan biologik funksional to‘qimachilik materialining manbai darajasiga olib chiqadi va yengil sanoat, biopolimer texnologiyasi hamda reabilitatsion kiyim dizayni o‘rtasida yangi ilmiy yo‘nalish shakllantirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Battampara P., Sathish T.N., ReDdy R., et al. Properties of chitin and chitosan extracted from silkworm pupae and egg shells. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020;161:1296–1304.

2. https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskaya-liniya-polucheniya-prirodnyh-polisaharidov-hitina-i-hitozana-bombyx-mori/viewer
3. Li J., Tian X., Hua T., et al. Chitosan Natural Polymer Material for Improving Antibacterial Properties of Textiles. *ACS Applied Bio Materials*. 2021;4(5):4014–4038.
4. Shahid-ul-Islam, Butola B.S. Recent advances in chitosan polysaccharide and its derivatives in antimicrobial modification of textile materials. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019;121:905–912.
5. Sayidova M.X. Teri kasalliklariga moyil insonlar uchun maxsus antialergen tolali gazlama ishlab chiqish. https://wglobalconference.com/ojs/index.php/turkey/issue/view/22-09-2026
6. East G.C., Qin Y. Wet spinning of chitosan and the acetylation of chitosan fibers. *Journal of Applied Polymer Science*. 1993;50:1773–1779.
7. Yudenko A.N., Maevskaia E.N., Dresvyanina E.N., Yudin V.E. The Mechanical Properties of Chitosan Fibers Obtained in Different Spinning Conditions by Coagulation Method. *Technical Physics*. 2018;63(9):1323–1327.
8. New Solvent and Coagulating Agent for Development of Chitosan Fibers by Wet Spinning. *Polymers*. 2021;13:2121.
9. Sayidova M.X. Antialergen tolalar ishlab chiqishning nazariy asoslari. Vol. 4 No. 1 (2026): International Summit on Inclusive and Sustainable Education
10. McLaren R., Joseph F., Baguley C., Taylor D. A review of e-textiles in neurological rehabilitation: How close are we? *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2016;13:59.