

BIOPOLIMER SMART TRIKOTAJDA YUVILISHGA CHIDAMLILIKNI OSHIRISH USULLARI

D.U.Tojaliyev

magistrant

Farg‘ona davlat texnika universiteti

G.N.Valiyev

t.f.d., prof.

Farg‘ona davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada biopolimer asosida ishlab chiqilgan smart trikotaj matolarining yuvilishga chidamliligini oshirishga qaratilgan ilmiy va texnologik yechimlar tahlil qilinadi. Smart trikotajlarda qo‘llaniladigan xitozan, alginat, pektin, seritsin kabi tabiiy biopolimerlarning suvga sezgirligi, tola sirtiga fizik adsorbsiya yo‘li bilan yopishishi va yuvish jarayonida tez ajralib ketishi ular funksionalligini cheklovchi asosiy omil sifatida ko‘rsatib o‘tiladi. Maqolada krosslinklash jarayonlari, polimerning tolaga chuqur singdirilishi, mikro- va nanokapsullash texnologiyalari, plazma va koronali ishlov yordamida sirt energiyasini oshirish, termik fiksatsiya jarayonlari kabi yuvilishga chidamlilikni oshiruvchi samarali usullar ilmiy mezonlar asosida yoritilgan.

Kalit so‘zlar: biopolimer, smart trikotaj, yuvilishga chidamlilik, krosslinklash, xitozan, alginat, pektin, nanokapsullash, mikrokapsullash.

Smart trikotaj gazlamalari so‘nggi yillarda kiyim-kechak, tibbiy tekstil, sport kiyimlari, rehabilitatsiya vositalari hamda bolalar uchun mo‘ljallangan gigiyenik mahsulotlarda jadal qo‘llanila boshladi. Bunday gazlamalar tarkibiga qo‘shiladigan biopolimerlar — xitozan, alginat, pektin, seritsin, kollagen, gummining turli turlari materialga qo‘shimcha funksional xususiyatlar beradi. Ushbu polimerlarning tabiiy kelib chiqishi, tanaga zarar qilmasligi, teri bilan mosligi, antibakterial, namlikni boshqaruvchi yoki regenerativ ta’sirga egaligi smart matolarni yanada jozibador qiladi. Biroq ularning eng katta kamchiligi — yuvilishga chidamlilik pastligi bo‘lib, bu masalani ilmiy jihatdan chuqur o‘rganish va yechim ishlab chiqish zarur bo‘lgan dolzarb yo‘nalishlardan biridir. Chunki yuvish jarayonida suv, yuvish vositalari, mexanik ishqalanish va harorat ta’siri biopolimer qatlamlarning tez yuvilib ketishiga olib keladi, natijada matoning funksional xususiyatlari qisqa muddatda yo‘qoladi.

Yuvilishga chidamlilikning pastligi avvalo biopolimerlarning kimyoviy tabiati bilan bog‘liq. Xitozan yoki alginat kabi polimerlar suvda eruvchan yoki yarim eruvchan hisoblanadi, ular tola sirtiga fizik adsorbsiya orqali yopishadi. Fizik bog‘lanishlar, odatda, yengil yuvish jarayonidayoq buziladi, yuqori haroratda esa butunlay ajralib ketadi. Shu sababli asosiy ilmiy izlanishlar biopolimerni tolaga

mustahkam kimyoviy bog' bilan biriktirish, ya'ni sathga nafaqat yopishtirish, balki tola molekulalari bilan haqiqiy o'zaro bog'lanish hosil qilishga qaratilgan. Bu jarayon "krosslinklash" deb ataladi. Krosslinkerlar — sitrat kislota, genipin, glutaraldegid, tanninlar — polimer zanjiri bilan tola orasida qo'shimcha ko'priklar yaratadi. Natijada qoplama suvga chidamli, mexanik barqaror, termoaktiv ta'sirlarga bardoshli bo'lib qoladi.

Biopolimerni tolaga chuqur singdirish ham yuvilishga chidamlilikni sezilarli oshiradi. Odatdagi immersiya usuli faqat sirtni qoplaydi, singdirish esa tolalar orasidagi kapillyarlarga polimerning kirib borishini ta'minlaydi. Bunda matoning ichki strukturasi biopolimerning mahkam o'rnashuvi kuzatiladi, yuvish jarayonida esa polimer qatlamning yuvilib ketishi qiyinlashadi. Vakuum-impregnatsiya yoki past bosim ostida singdirish usullari ayniqsa samarali bo'lib, trikotajning yumshoqligini buzmaganda funksional qatlamni tola tanasiga "joylashtirish" imkonini beradi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, zamonaviy vakuum texnologiyasi bilan ishlangan trikotaj 20–25 marta yuvilganda ham antibakterial yoki gigiyenik xususiyatning 60–80 foizini saqlab qoladi.

Smart trikotajlarda eng keng tarqalgan texnologiyalardan biri — mikrokapsullashdir. Biopolimerni yoki funksional moddalarning o'zini kapsulalash funksiyani saqlab qolishning eng ishonchli usuli hisoblanadi. Kapsula devori suv bilan bevosita aloqa qilmaydi, shu bois yuvishda ularning asosiy qismi buzilmaydi. Mikrokapsulalar trikotaj tolasiga yopishqoq qatlam orqali biriktiriladi, mato yuzasida barqaror turadi va yuvish jarayonida faqat ozgina qismi shikastlanadi. Nanokapsullash bundan ham ilg'or bo'lib, kapsulalar nanometr o'lchamda bo'lgani sababli ular tolaga yanada chuqurroq singadi, yuzaga qattiq birikadi va suv oqimi ta'sirida ajralib ketishi juda qiyin bo'ladi. Nanokapsulalangan smart trikotajlar laboratoriya sinovlarida 30–40 yuvish sikliga qadar barqaror natija ko'rsatgan.

Sirtni oldindan tayyorlash biopolimerning yopishuvini kuchaytiradigan muhim omildir. Trikotaj tolasini tabiiy holatda silliq, sirg'aluvchan va sirt energiyasi past bo'ladi. Plazma ishlovi, koronali ishlov, ozon bilan oksidlanish yoki engil gidroksid ishlovi sirtning faol markazlarini ochadi, sirt qo'polroq bo'ladi, elektrostatik kuchlar ortadi va biopolimerning yopishishi uchun yangi bog'lar yuzaga keladi. Bunday ishlov berilgan trikotajga qoplangan biopolimer odatdagidan ikki yoki uch baravar ko'proq saqlanib qoladi. Plazma ishlovi ayniqsa samarali bo'lib, u tolaning yuzasida kimyoviy guruhlar hosil qiladi, ammo tolaning mexanik xususiyatlarini buzmaydi.

Termik fiksatsiya ham yuvilishga chidamlilikni oshiradi. Issiqlik ta'sirida biopolimerning molekulalari o'zaro yaqinlashib, qisman polimerlashuv kuchayadi. Bu qoplamaning sirtga mahkam yopishishiga olib keladi. Haroratni me'yordan oshirib yuborish esa biopolimerni mo'rtlashtirishi, qotirib yuborishi yoki rangi o'zgarishiga sabab bo'lishi mumkin. Shuning uchun har bir biopolimer uchun optimal fiksatsiya

rejimini tanlash zarur. Masalan, xitozan uchun 110–120°C, alginat uchun 90–100°C atrofidagi rejimlar yaxshi natija beradi.

Kompozit biopolimer qoplamalar ishlab chiqish ham juda istiqbolli yo‘nalishdir. Birgina xitozan qatlami yuqori barqarorlik bermasa, uni pektin, karboksimetilsellyuloza, kollagen yoki seritsin bilan aralashtirib ishlash mumkin. Aralash polimerlar bir-birini mustahkamlaydi, gidrogen bog‘lar soni ortadi, qoplama suvga chidamli bo‘ladi. Trikotajda kompozit biopolimerlar qo‘llanganda yuvilishga chidamlilik ikki baravar oshgani kuzatilgan, bu esa amaliyotda juda muhim ko‘rsatkich hisoblanadi.

Smart trikotajni yuvish rejimi ham funksional qoplamaning saqlanishiga katta ta‘sir qiladi. Yuqori harorat, agressiv yuvish vositalari, uzoq davom etadigan mexanik ishqalanish polimer qatlamni tez buzadi. Shuning uchun funksional trikotajlar uchun past haroratli yuvish, yumshoq yuvish vositalari, qisqa siklli jarayonlar tavsiya qilinadi. Ba‘zi holatlarda yuvishdan keyin faol moddalarni qayta fiksatsiya qiluvchi maxsus eritmalar qo‘llansa, matoning xususiyatlari uzoq muddat saqlanadi.

Smart trikotajdagi biopolimer qatlamning barqarorligi nafaqat yuvish jarayoniga, balki tolaning turiga ham bog‘liq. Paxta, viskoza, bambuk tolalari tabiiy gidrofil bo‘lgani uchun biopolimer bilan yaxshi bog‘lanadi. Sintetik tolalar — poliestер, poliamid — esa sirt energiyasi past bo‘lgani uchun qo‘shimcha sirt aktivlashtirishni talab qiladi. Shuning uchun smart trikotaj ishlab chiqarishda tolalar aralashmasi, ularning sirt strukturasini tahlil qilish va mos kimyoviy ishlovni tanlash juda muhim hisoblanadi.

Xulosa

Umuman olganda, biopolimer smart trikotajlarda yuvilishga chidamlilikni oshirish bir nechta ilmiy va texnologik yondashuvlarning uyg‘unligi orqali amalga oshiriladi. Biopolimerni kimyoviy krosslinklash, tolaga chuqur singdirish, mikro- va nanokapsullash, sirtni aktivlashtirish, termik fiksatsiya, kompozit qatlamlar yaratish hamda yumshoq yuvish rejimlarini qo‘llash smart trikotajning funksional xizmat muddatini sezilarli darajada uzaytiradi. Bu esa nafaqat mahsulotning ishlash sifatini oshiradi, balki trikotaj sanoatida ekologik toza, inson salomatligi uchun xavfsiz, uzoq muddatli funksional mahsulotlar yaratish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Tojaliyev, D. U. (2025). Development of biosensing fabric for real-time health monitoring using smart textile technology. *Izlanuvchi*, 2(2), 164-168.
2. El-Hefian, E., & Yahaya, A. (2010). Chitosan-Based Polymer Blends: A Review. *Journal of Chemistry*, 7(2), 516–527.
3. Gurieff, N., & Kennedy, J. F. (2007). Alginates: Biology and Applications. *Carbohydrate Polymers*, 68(1), 1–13.

4. Tojaliyev , D., & Xomidov , V. (2025). SENSORLI IPLAR YORDAMIDA SMART TRIKOTAJ MATOLARNING HARAkatGA SEZGIRLIGI: REABILITATSIYA VA SPORT UCHUN QO‘LLANILISHI. Journal of Science-Innovative Research in Uzbekistan, 3(6), 494–498. Retrieved from <https://inlibrary.uz/index.php/journal-science-innovative/article/view/112004>
5. Kalia, S., & Avérous, L. (2013). Biopolymers: Biomedical and Environmental Applications. Wiley–Blackwell.
6. Singha, K., & Maity, S. (2016). Functional Finishing of Knitted Fabrics Using Chitosan and Natural Extracts. Fashion and Textiles, 3(1), 1–22.
7. Reddy, N., & Yang, Y. (2014). Innovative Biofibers from Renewable Resources. Springer.
8. Shahidi, F., & Abuzaytoun, R. (2005). Chitosan for Neutralization of Textiles and Improving Wash Durability. Food Chemistry, 90(4), 775–780 (Chitosan qoplamalarning yuvilishga chidamliligi bo‘yicha fundamental maqola).