



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i06.038>

OQSIL TOLALARI TARKIBIDAGI KOBALT TUZLARI ASOSIDA METALL KOMPLEKSLARINING HOSIL BO‘LISHINI O‘RGANISH.

Lapasova Feruza Abdullayevna

Guliston davlat universiteti, Kimyo kafedrası dotsenti

feruza_usmanova@list.ru

Toshxo‘jayeva Odina Raximjon qizi

Guliston davlat universiteti, magistranti

toshxo‘jaeva@gmail.com

Abstract. This article investigates the formation of metal complexes resulting from the interaction of functional groups in protein fibers with cobalt salts. The study analyzes the formation of coordination bonds between cobalt(II) ions and amino, carboxyl, and other active groups present in protein-based fibers such as wool and silk. The effects of solution concentration, pH, temperature, and contact time on the complexation process were evaluated. The composition and properties of the resulting metal-complex compounds were determined using modern physicochemical analytical methods.

Keywords: protein fibers, cobalt salts, metal complexes, coordination compounds, complex formation, amino groups, carboxyl groups, modified fibers.

Annotatsiya. Ushbu maqolada oqsil tolalari tarkibidagi funksional guruhlarining kobalt tuzlari bilan o‘zaro ta’siri natijasida metall komplekslar hosil bo‘lish jarayoni o‘rganilgan. Tadqiqot davomida jun va ipak kabi oqsil tabiatli tolalarning amin, karboksil va boshqa faol guruhlari kobalt(II) ionlari bilan koordinatsion bog‘lar hosil qilishi tahlil qilingan. Kompleks hosil bo‘lishiga eritma konsentratsiyasi, muhit pH qiymati, harorat va kontakt vaqti kabi omillarning ta’siri baholangan. Hosil bo‘lgan metall-kompleks birikmalarining tarkibi va xossalari zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida aniqlangan.

Kalit so‘zlar: oqsil tolalari, kobalt tuzlari, metall komplekslar, koordinatsion birikmalar, kompleks hosil bo‘lish, amin guruhlari, karboksil guruhlari, modifikatsiyalangan tolalar.

KIRISH. Hozirgi kunda metall ionlari va oqsil tolalari o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlarni o‘rganish koordinatsion kimyo hamda to‘qimachilik texnologiyasining dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tabiiy polimerlar qatoriga kiruvchi oqsil tolalari o‘z tarkibida amin, karboksil, gidroksil va sulfhidril kabi faol funksional guruhlarni saqlaydi.

Ushbu guruhlar metall ionlari bilan koordinatsion bog‘lar hosil qilish qobiliyatiga ega bo‘lib, natijada turli xil metall-kompleks birikmalar vujudga keladi.

Kobalt ionlari koordinatsion birikmalar hosil qilish qobiliyati yuqori bo‘lgan o‘tish metallari qatoriga kiradi. Kobalt(II) tuzlari oqsil tolalaridagi faol markazlar bilan o‘zaro ta’sirlashib, barqaror koordinatsion komplekslar hosil qilishi mumkin. Hosil bo‘lgan komplekslarning tarkibi va barqarorligi metall ionining tabiati, eritma muhiti, harorat, konsentratsiya hamda tolaning kimyoviy tuzilishiga bog‘liq bo‘ladi. Mazkur jarayonlarni chuqur o‘rganish metall-kompleks materiallarning yangi turlarini yaratish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Tadqiqotning maqsadi oqsil tolalari tarkibidagi faol funksional guruhlarining kobalt tuzlari bilan o‘zaro ta’siri natijasida metall komplekslar hosil bo‘lish mexanizmini aniqlash hamda hosil bo‘lgan komplekslarning tarkibi, tuzilishi va xossalarini baholashdan iborat. [1]

Yuqori molekulali birikmalar kimyosi va to‘qimachilik sanoatining dolzarb vazifalaridan biri — tabiiy oqsil tolalarining (jun, ipak) fizik-kimyoviy xossalarini metall komplekslari yordamida modifikatsiyalash orqali ularning sifat ko‘rsatkichlarini oshirishdan iboratdir. Tabiiy oqsil tolalari o‘zining murakkab polipeptid tuzilishi va tarkibidagi turli funksional guruhlar (amin, karboksil, gidroksil va b.) hisobiga o‘tish metallari ionlari bilan koordinatsion bog‘lar hosil qilish xususiyatiga ega.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA.

Tadqiqot ob’ekti sifatida oqsil tabiatiga ega bo‘lgan tolali materiallar hamda kobalt(II) tuzlari tanlandi. Oqsil tolalari sifatida jun tola namunalari ishlatildi. Mazkur tolalar tarkibida amin ($-NH_2$), karboksil ($-COOH$), gidroksil ($-OH$) va sulfhidril ($-SH$) kabi funksional guruhlarining mavjudligi ularning metall ionlari bilan kompleks birikmalar hosil qilish imkoniyatini yaratadi. Metall ionlari manbai sifatida kobalt(II) xlorid ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$) tuzining suvli eritmalaridan foydalanildi. Tadqiqot davomida kobalt ionlarining oqsil tolalari bilan o‘zaro ta’sirlashuvi va metall-kompleks birikmalarining hosil bo‘lish jarayonlari o‘rganildi.

Tadqiqot jarayonida eksperimental va fizik-kimyoviy tahlil usullari, jumladan FTIR spektroskopiya, skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usullaridan foydalanildi.

Oqsil tolalari tarkibidagi kobalt tuzlari asosida metall komplekslarining hosil bo‘lishini o‘rganish jarayoni koordinatsion kimyo, biopolimerlar kimyosi va tekstil materiallarini modifikatsiyalash sohalarining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. A.Vernerning koordinatsion nazariyasi metall komplekslarining tuzilishini o‘rganish uchun asos vazifasini bajaradi. Ushbu nazariyaga muvofiq, kobalt kabi o‘tish metallari markaziy atom sifatida ligandlarning elektron juftlarini qabul qilib, koordinatsion birikmalarni hosil qiladi.

Oqsil tolalari, xususan jun va ipak tarkibidagi keratin hamda fibroin oqsillari amin, karboksil, gidroksil va oltingugurt saqlovchi guruhlariga ega bo‘lib, ular metall ionlarini bog‘lay oladigan tabiiy ligandlar hisoblanadi. Hearle va Morton tomonidan oqsil tolalarining tuzilishi va kimyoviy xossalari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarda oqsil tolalarining reaksiya markazlari hamda ularning metall ionlari bilan o‘zaro ta’sirlashishlari o‘rganilgan.

S. J. Gregg va K. S. W. Sing tomonidan adsorbsiya jarayonlari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar qattiq jismlar yuzasida ionlarning yutilishi va bog‘lanish mexanizmlarini tushuntirish imkonini beradi. Ushbu nazariy yondashuvlar metall ionlarining tolalar yuzasida adsorbsiyalanishi va keyinchalik koordinatsion bog‘ hosil qilish jarayonlarini izohlashda qo‘llaniladi.

C. N. R. Rao va boshqa olimlarning spektroskopik tadqiqotlari metall–ligand bog‘lanishlarini aniqlashda infraqizil va elektron spektroskopiya usullarining muhimligini ko‘rsatgan. Bu usullar metall ionlari bilan oqsil funksional guruhlar o‘rtasida hosil bo‘lgan koordinatsion bog‘larning tabiatini aniqlashga xizmat qiladi.

So‘nggi yillarda oqsil tolalarini metall ionlari bilan modifikatsiyalash bo‘yicha tadqiqotlar yanada kengayib, antibakterial, katalitik va yuqori funksional xossalarga ega yangi tekstil materiallarini yaratishga qaratilgan. Kobalt komplekslari tolalarning bo‘yoq moddalariga moyilligini, termik barqarorligini va ayrim fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilashi mumkinligi aniqlangan.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, oqsil tolalaridagi funksional guruhlar kobalt ionlari uchun tabiiy ligand vazifasini bajaradi va mustahkam koordinatsion komplekslar hosil qiladi. Biroq kobalt tuzlarining turli konsentratsiyalari, pH muhiti, harorat va ishlov berish sharoitlarining komplekslarning tarkibi hamda tolalarning xossalari ta’siri hali ham chuqur tadqiq etilishi zarur bo‘lgan ilmiy masalalardan biridir.

NATIJALAR:

Oqsil tolalari ko‘p miqdorda aminokislotalar va karboksil guruhlarini o‘z ichiga oladi va bunda polipeptid zanjirining uchlarida joylashgan guruhlar qo‘shimcha ravishda, keratin tarkibidagi diamino- va dikarbon kislota qoldiqlarining katta miqdori mavjud [2]. Bu kislotali qoldiqlar, oqsil tolalarining yon radikallarida nukleofil va elektrofil almashinish reaksiyalariga kirishishi mumkin bo‘lgan erkin aminokislotalar va karboksil guruhlarini o‘z ichiga oladi. Diazotlangan oqsillarning fenollar bilan birikmasi tolaga rang berishga yordam beradi.

Boshqa tomondan esa, aminlar karbonillar kabi, koordinatsion bog‘lanishlarni hosil qilish xususiyatiga ega [3]. Temir, nikel, kobalt, mis kabi o‘ziga xos xromofor xossalarga ega bo‘lgan ko‘p valentli metallarning kationlari bilan rangli birikmalar hosil qiladi [4].

Nitrit kislotasining oqsil tolalariga ta’siri natijasida barcha amin guruhlarini o‘zgaradi. Amin guruhlarining bir qismini azoguruhlariga o‘tishi va kompleks birikmalar hosil qilish uchun metall kationlari bilan o‘zaro ta’sir o‘tkazish imkoniyati istisno qilinmaydi. Azoguruhning o‘zi, agar xelat bog‘lanish hosil bo‘lmasa, metallar bilan barqaror komplekslar hosil qila olmaydi. Xelat bog‘lanishni hosil qilishi uchun u azoguruhga o-holatda gidroksil yoki aminoguruhning mavjudligi zarur.

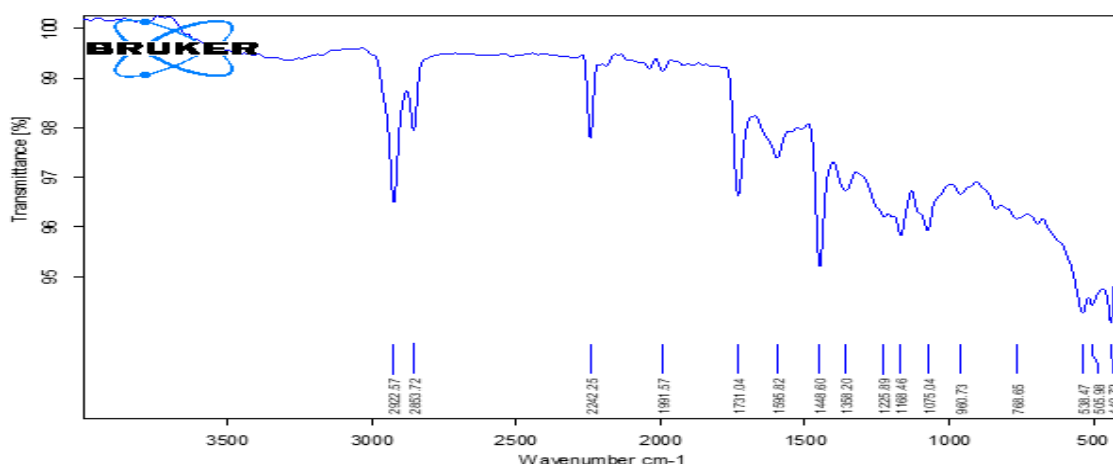
Polivalent metallarning kationlari bilan jun tolasini komplekslash jarayonlarini o‘rganishning samarali usullaridan biri bu ko‘rinadigan sohadagi spektrofotometriya tahlilidir [5]. Jun tolasida kompleks hosil bo‘lishini o‘rganish bo‘yalgan tolani 10% NaOH eritmasining yutilish spektrlari bo‘yicha o‘rganishlar olib borildi [6].

Bizning fikrimizcha, bo‘yalgan toladagi rangning erishi natijasida komplekslarning tuzilishidagi o‘zgarishlar ro‘y bermaydi, bu bo‘yalgan jun tolasining rang tonini saqlanib qolishi bilan tasdiqlanadi. Biroq, komplekslarni qayta qurishni butunlay istisno qilish mumkin emas, chunki Sollinger azo- bo‘yoq komplekslarini yuqori ishqoriy muhitda metallar bilan nomutanosiblik (disproporsiyalanish) ehtimolini ham ta’kidlagan.

MUHOKAMA

Rang beruvchi kompozitsiyalarning polivalent metallar tuzlari asosidagi bo‘yovchi kompozitsiyalar bilan bo‘yalgan jun tolasini suvli eritmalarining spektrlari o‘rganildi. Yutilish spektrlarini taqqoslashdan kelib chiqadiki, metall ionlari bo‘yovchi kompozitsiyaning tarkibiy qismlari bilan o‘zaro ta’sirlashuvi bo‘yoq eritmasini tayyorlash vaqtidayoq sodir bo‘ladi. Bu 400-600 nm oraliqdagi yutilish intensivligining oshishi va yutilish maksimumining 20-40 nm ga siljishi bilan tasdiqlanadi. Yangi diapazonning maksimal yutilish holati oddiy metall tuzlarining suvli eritmalarining yutilish maksimaliga mos kelmaydi.

Kobalt tuzlari suvli eritmalaridagi 550 nm diapazonda yutiladi, bu adabiyot ma’lumotlariga to‘g‘ri mos keladi [7].



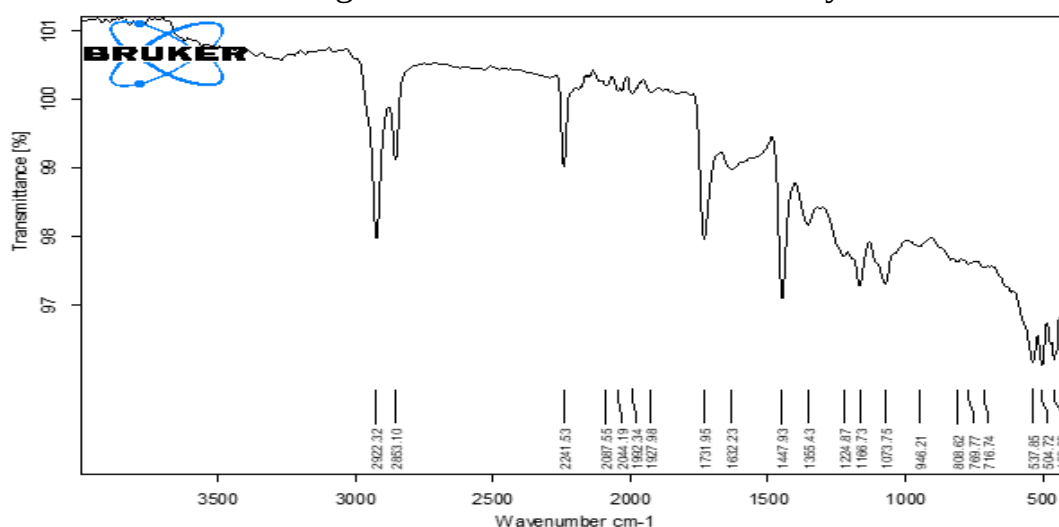
1- rasm. Kobalt tuzi asosidagi kompozitsiya bilan bo‘yalgan jun tolasining IQ-spektri

Oqsil tolalari tarkibidagi kobalt tuzlari metall-komplekslarining hosil bo‘lganligini tasdiqlash uchun dastlab jun tolasining IQ spektri tahlilini ko‘rib chiqamiz (1-rasm). Spektrning 3500–3200 cm^{-1} sohasida oqsil tolalari uchun xos bo‘lgan keng va tarqoq chiziqli ko‘rishimiz mumkin, biroq uning cho‘qqisida aniq raqamli pik belgilanmagan. Bu holat oqsil zanjiridagi peptid bog‘larining N-H tebranishlari (Amid A) hamda rezorsinning fenol -OH guruhlari o‘zaro juda kuchli vodorod bog‘lari hosil qilganidan dalolat beradi. Shuningdek, bu sohaning tekislanishi namuna tarkibidagi namlik tahlildan oldin mukammal darajada quritilganini ko‘rsatadi, agar namuna tarkibida chunki suv bo‘lsa, bu yerda ulkan va barcha piklarni yashirishi kuzatilardi.

Alifatik guruhlarning sohasi 3000 – 2800 cm^{-1} da oraliqda aniq va o‘tkir ikkita pik yaqqol ajralib turibdi, ya’ni 2922.32 cm^{-1} — alifatik C-H bog‘larining asimmetrik valent tebranishlari, 2853.10 cm^{-1} — shu guruhlarning simmetrik valent tebranishlari jun oqsilining

uglevodorod yon zanjirlari hamda tola tarkibida qisman saqlanib qolgan tabiiy lipidlar mavjudligini tasdiqlaydi. 2241.53 cm^{-1} — bu o‘tkir pik toza jun tolasida mutlaqo uchramaydi, lekin jun tolasida ichida nitril guruhlarini hosil bo‘lganini yoki natriy nitrit ishtirokidagi diazotirlash reaksiyalari natijasida o‘ta barqaror kovalent izonitril bog‘lar zanjiri paygo bo‘lganini ko‘rsatadi.

1731.95 cm^{-1} — tola tarkibidagi murakkab efir guruhlarini yoki erkin karboksil guruhlarining C=O valent tebranishlarini bildirsa, 1447.93 cm^{-1} — spektrdagi eng kuchli va chuqur piklardan biri nitrozilangan aromat halqadagi -N=O va C=C guruhlarining koordinatsiya hisobiga kuchli siljigan aks ettiradi. 1073.75 va 946.21 cm^{-1} — aromat halqaning va C-N bog‘larining skelet valent tebranishlari, 808.62 , 769.77 va 716.74 cm^{-1} — benzol halqasidagi aromat C-H bog‘larining tekislikdan tashqaridagi deformatsion tebranishlari rezorsin molekulasining o‘rin almashish holatini ifodalaydi.



2.-rasm. Jun tolasining IQ spektri.

Olingan ma‘lumotlar jun toalari va ular asosidagi to‘qimachilik materiallarini bo‘yashning quyidagi mexanizmini taxmin qilish imkonini beradi: barcha amino guruhlar nitrit kislotasi ta‘sirida o‘zgarishlarga uchraydi; ba‘zi amino guruhlarining azoguruhlariga o‘tishi va metall kationlari bilan o‘zaro ta‘sirlashib, kompleks birikmalar hosil bo‘lishi imkoniyati istisno qilinmaydi. Ma‘lumki, azo- guruhining o‘zi agar xelat bog‘lanishi hosil bo‘lmasa, metallar bilan barqaror komplekslarni hosil qila olmaydi va bu rang beruvchi kompozitsiyalar bilan ishlov berilganda ε - aminokapron kislotada rang hosil bo‘lmasligi bilan izohlanadi.

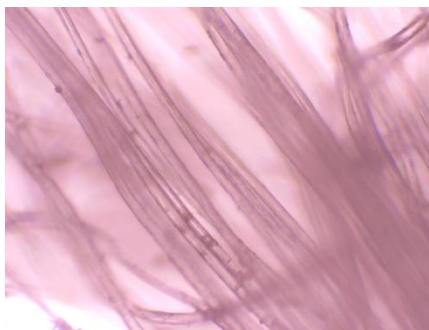
Xelat bog‘lanishni shakllantirishning zaruriy sharti azo- guruhida o-holatda gidroksil, amino- yoki boshqa guruhning mavjudligidir. Adabiyot ma‘lumotlaridan [9] ma‘lumki, jun keratini tarkibida gidroksil guruhi bo‘lgan 6,1% tirozin mavjud. Benzol halqasidagi almashinish qoidasiga ko‘ra [10] gidroksil guruhi funksional guruhni o-holatga yo‘naltiradi. Shunday qilib, nitrit kislotasi ta‘sirida beqaror bo‘lgan 3-nitrotirozin hosil bo‘ladi va nitrit kislotasining parchalanishi paytida hosil bo‘lgan azot oksidi bilan reaksiyaga kirishganda diazo- birikmasiga aylanadi. Tirozinda gidroksil guruhining azo- guruhiga o‘xshash o-holatda bo‘lishi rang beruvchi kompozitsiyalarda mavjud bo‘lgan ko‘p valentli metallarning kationlari bilan xelat bog‘ini hosil qilish imkonini beradi.

Oqsil tolalari tarkibidagi hosil bo‘gan kobalt tuzlari komplekslarining electron mikroskopdagi ko‘rinishini o‘rganildi. SEM optik mikroskoplarga nisbatan ancha yuqori kattalashtirish ($10\times$ dan $500\,000\times$ gacha) va yuqori ajrata olish qobiliyatiga ega bo‘lib, tolalarning sirt tuzilishidagi eng kichik o‘zgarishlarni ham aniqlash imkonini beradi.

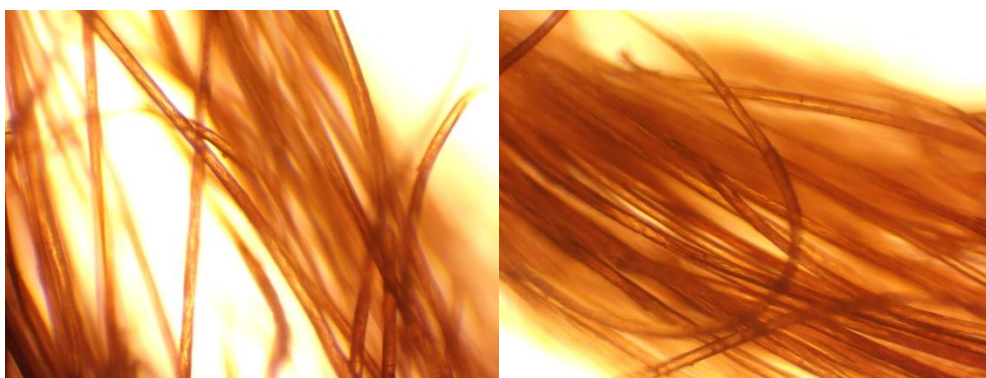
Jun tolasini polivalent metallar (kobalt (II) mis (II)), natriy nitrit va fenollar tuzlari asosidagi kompozitsiyalar eritmalari bilan ishlov berish jun tolasida rangli metall komplekslarining hosil bo‘lishi va kompleks hosil qiluvchi eritma tarkibidagi moddalarning konsentratsiyasi ko‘p valentli metall kationining tabiatiga bog‘liq. Jun tolasida metall komplekslarning maksimal miqdorini olishga hissa qo‘shadigan ingredientlarning optimal nisbati:

- bo‘yalmagan jun tolasida (A);
- tarkibi uchun kobalt xlorid, natriy nitrit, rezorsin 1:1:1 (B);
- kobalt xlorid, natriy nitrit, rezorsin 1:2:1 tarkibi uchun (C);

Quyidagi rasmda jun tola tarkibida ko‘p valentli metall tuzlari asosida olingan kompozitsiyalar tarkibi va jun tolasida hosil bo‘lgan metall komplekslarini EUROMEX S / N-EC2209746 markadagi electron mikroskop ostida olingan tasvirlari keltirilgan:



3.-rasm. Bo‘yalmagan jun tolasida (A)



(B)

(C)

4.-rasm. Bo‘yalgan jun tolasining turli nisbatdagi ko‘rinishlari

Yuqoridagi natijalar jun tolalarini bo‘yash va rangning intensivligi va chuqurligini saqlab qolish imkoniyatini ko‘rsatadi. Shunday qilib, bo‘yalgan matolarning soyasining chuqurligiga ta‘sir qiluvchi omillar harorat va bo‘yoq eritmasida materiallarni saqlash vaqti ekanligi aniqlandi. Yuqori harorat ta‘sirida ko‘p valentli metallar tuzlari eritmalari yordamida

rangli materiallarning yorqinligi, to'yinganligi va rang mustahkamligini olish va saqlash mumkin.

XULOSA.

Tadqiqot natijasida oqsil tolalari tarkibidagi funksional guruhlarining kobalt(II) ionlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, metall-kompleks birikmalar hosil qilishi aniqlandi. FTIR tahlili natijalari funksional guruhlarga xos yutilish piklarining siljishini ko‘rsatib, koordinatsion bog‘lar hosil bo‘lganligini tasdiqladi. SEM tahlili esa modifikatsiyadan so‘ng tolalar sirt morfologiyasida o‘zgarishlar yuz berganligini va kobalt ionlarining tolalar bilan bog‘langanligini ko‘rsatdi.

Olingan natijalar asosida oqsil tolalari va kobalt(II) ionlari o‘rtasida barqaror metall-kompleks tizimlar hosil bo‘lishi isbotlandi. Ushbu komplekslar funksional to‘qimachilik materiallari va yangi kompozitsion materiallar yaratishda istiqbolli hisoblanadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Ткачук В.М., Стапай П.В. Структура, аминокислотный и минеральный состав нормальной и свалянной шерсти асканийских тонкорунных овцематок. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 10 (96). С. 95-97.

2. Popescu, C., Wortmann, F.J. Wool: Structure, mechanical properties and technical products based on animal fibres. In Industrial Applications of Natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications. ed. J. Muessig. Chichester: John Wiley. 2010. P. 255–266.

3. Williams, J. F., HaloSource, V., and Cho, U., Antimicrobial Functions for Synthetic Fibers: Recent Developments, AATCC Review, 5, 17–21 (2005).

4. Patkowska-Sokoła B., Dobrzański Z., Osman K., Bodkowski R., Zygadlik K. The content of chosen chemical elements in wool of sheep of different origins and breeds. Archiv Tierzucht. 2009. 52(4). P.410-418.

5. Васильева, Л.Г. Пути повышения качества жиропота шерсти овец [Текст] / Л. Г. Васильева, И. К. Тимошенко // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2002. – №3. – С. 56 – 58.

6. Чистяков, Н. Д. Количественные и качественные показатели жиропота шерсти овец разных сроков стрижки [Текст] / Н. Д. Чистяков // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2005. – №2. – С. 26 – 29.

7. Слепнева, Е.В. Влияние плазменной модификации мериносовой шерсти в процессе первичной обработки на структуру волокон [Текст] / Е.В. Слепнева, И.Ш. Абдуллин, В.В. Хамматова // Вестник Казанского технологического университета. - Казань: КНИТУ - 2013. – т. 16, № 3 -С.53-54.

8. Абдурахманова Ш.Г., Негматов С.С., Рахимова З.М. Крашение текстильных материалов путем синтеза красителя на волокне // Национальный химический конгресс. г. Карс, Турция. 2004 г.

9. Мамажанов У.М. Химические технологии покраски ткани на текстильном

предприятия// Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021 №5 (86).

10. Negmatova M., Negmatova K., Rasulova Sh., Lapasova F. Compositions on the basis of salts of polyvalent metals and organic-mineral ingredients for dyeing of textile materials // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023 №7 (112),16-21 p.

REFERENCES.

1. Tkachuk V.M., Stapai P.V. Structure, Amino Acid and Mineral Composition of Normal and Felted Wool of Askanian Fine-Fleece Ewes. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2012, No. 10 (96), pp. 95–97.

2. Popescu C., Wortmann F.J. Wool: Structure, Mechanical Properties and Technical Products Based on Animal Fibres. In: Muessig J. (Ed.), Industrial Applications of Natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications. Chichester: John Wiley, 2010, pp. 255–266.

3. Williams J.F., HaloSource V., Cho U. Antimicrobial Functions for Synthetic Fibers: Recent Developments. AATCC Review. 2005, Vol. 5, pp. 17–21.

4. Patkowska-Sokoła B., Dobrzański Z., Osman K., Bodkowski R., Zygadlik K. The Content of Selected Chemical Elements in Wool of Sheep of Different Origins and Breeds. Archiv Tierzucht. 2009, Vol. 52, No. 4, pp. 410–418.

5. Vasilyeva L.G., Timoshenko I.K. Ways to Improve the Quality of Wool Grease. Sheep, Goats and Wool Industry. 2002, No. 3, pp. 56–58.

6. Chistyakov N.D. Quantitative and Qualitative Characteristics of Wool Grease in Sheep Wool of Different Shearing Periods. Sheep, Goats and Wool Industry. 2005, No. 2, pp. 26–29.

7. Slepneva E.V., Abdullin I.Sh., Khammatova V.V. Influence of Plasma Modification of Merino Wool During Primary Processing on Fiber Structure. Bulletin of Kazan Technological University. 2013, Vol. 16, No. 3, pp. 53–54.

8. Abdurakhmanova Sh.G., Negmatov S.S., Rakhimova Z.M. Dyeing of Textile Materials by Synthesizing Dye on the Fiber. Proceedings of the National Chemical Congress. Kars, Turkey, 2004.

9. Mamazhanov U.M. Chemical Technologies of Fabric Dyeing at a Textile Enterprise. Universum: Technical Sciences (Electronic Scientific Journal). 2021, No. 5 (86).

10. Negmatova M., Negmatova K., Rasulova Sh., Lapasova F. Compositions on the basis of salts of polyvalent metals and organic-mineral ingredients for dyeing of textile materials // Universum: tekhnicheskie nauki: elektron. nauchn. Journal. 2023 No. 7 (112), pp. 16-21.