

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.08.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

RAXMONOVA SAIDAXON RAXIMJON QIZI

**TABIYY BO‘YOVCHI MODDALAR BILAN SELLYULOZA TARKIBLI
MATERIALLARNI BO‘YASHNING SAMARALI TEXNOLOGIYASINI
ISHLAB CHIQISH**

**05.06.02 – To‘qimachilik materiallari texnologiyasi va
xomashyoga dastlabki ishlov berish**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии
(PhD) по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of
philosophy (PhD) on technical sciences**

Raxmonova Saidaxon Raximjon qizi

Tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan sellyuloza tarkibli materiallarni bo‘yashning
samarali texnologiyasini ishlab chiqish.....

3

Рахмонова Сайдахон Рахимжон қизи

Разработка эффективной технологии крашения целлюлозосодержащих
материалов природными красителями

23

Saidakhon Rakhmonova, daughter of Rakhimjon

Development of a sustainable dyeing method for cellulose-containing textiles
using natural dyes.....

45

E’lon qilingan ishlar ro‘yxhati

Список опубликованных работ

List of published works.....

49

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.08.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

RAXMONOVA SAIDAXON RAXIMJON QIZI

**TABIYY BO‘YOVCHI MODDALAR BILAN SELLYULOZA TARKIBLI
MATERIALLARNI BO‘YASHNING SAMARALI TEXNOLOGIYASINI
ISHLAB CHIQISH**

**05.06.02 – To‘qimachilik materiallari texnologiyasi va
xomashyoga dastlabki ishlov berish**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.2.PhD/T4708 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.titli.uz) va «Ziyonet» Axborot-ta'lif portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Amirova Nodira Salikovna
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Matismailov Saypilla Lalashbayevich
texnika fanlari doktori, professor

Abdumavlyanova Ma'mura Kasimovna
kimyo fanlari nomzodi, professor

Yetakchi tashkilot:

O'zbekiston Tabiiy tolalar ilmiy- tadqiqot instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc 03/30.12.2019.T.08.01 – raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil «20» yanvar soat 14⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil:100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon ko'chasi, 5-uy. Tel.:(+99871) 253-06-06, 253-08-08, faks: (+99871) 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz, Toshkent

Dissertatsiya bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 265 raqam bilan ro'yhatga olingan). Manzil:100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon ko'chasi, 5-uy. Tel.:(+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «06» yanvar kuni tarqatildi.
(2026 yil «06» yanvar № 265 raqamli reestr bayonnomasi).


X.H. Kamilova

Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor


A.Z. Mamatov

Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d., professor


Sh.Sh. Xakimov

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi
Ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor



KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbliji va zarurati. Jahonda to‘qimachilik sanoatining pardozlash jarayonlarida qo‘llaniladigan asosiy kimyoviy moddalar bo‘yovchi moddalar hisoblanadi. Bozor iqtisodiyotining rivojlanishi sharoitida raqobatbardosh, tashqi bozor talablariga to‘liq javob bera oladigan to‘qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish hozirgi davrning asosiy talablaridan biridir. Dunyo bo‘yicha ishlab chiqariladigan bo‘yovchi moddalarning 15–20% to‘qimachilik sanoatida qo‘llaniladi, shundan 1–2% ni tabiiy bo‘yovchi moddalar tashkil etadi. Hindiston, Xitoy, Indoneziya, shuningdek tropik mintaqqa va Afrika mamlakatlari tabiiy bo‘yovchi moddalarni yetkazib beruvchi hamda ulardan yuqori sifatli mahsulotlar ishlab chiqaruvchi asosiy eksportchi davlatlar hisoblanadi. Bugungi kunda mahalliy flora¹ asosidagi ikkilamchi resurslardan olingan tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan bo‘yalgan, eksport o‘rnini bosuvchi to‘qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish bilan bog‘liq muammolarni hal etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda to‘qimachilik sanoati xomashyolaridan samarali foydalanish, resurslarni tejash va atrof-muhitni muhofaza qilish maqsadida tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan to‘qimachilik materiallarini bo‘yash hamda raqobatbardosh mahsulotlar ishlab chiqarishga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda tabiiy bo‘yovchi moddalar olish va ular bilan turli tolali materialarni bo‘yash texnologiyalarini takomillashtirish hamda amaliyatga joriy etish bo‘yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanadi. Shu bilan birga, an’anaviy retsepturalarni takomillashtirish, mahalliy flora o‘simliklarining ikkilamchi resurslaridan tabiiy bo‘yovchi moddalar olishning zamonaviy, ilmiy asoslangan texnologiyalarini yaratish, ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishni ta’minlaydigan yangi innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqish hamda ularning ilmiy asoslarini shakllantirishga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Respublikada keng turdag'i sifatli tekstil mahsulotlari ishlab chiqarishni tashkil etish, uning ishlab chiqarilishini mahalliylashtirishni chuqurlashtirish, shuningdek, mahalliy ishlab chiqaruvchilarining eksport salohiyatini oshirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta‘minlash va yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirishga qaratilgan sanoat siyosatini davom ettirib, sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini 1,4 baravarga oshirish maqsad qilinib, bunda to‘qimachilik sanoati mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 2 baravarga ko‘paytirish.." vazifasi belgilab berilgan². Ushbu vazifani amalga oshirish, jumladan xomashyoni mahalliylashtirish, ekologik toza texnologiyalarni joriy yetish, mahaliy xomashyolardan foydalanilgan holda raqobatbardosh va sifatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni kengaytirish va tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan bo‘yash texnologiyalarini yaratish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

¹ Mohd Jameel, Khalid Umar, Tabassum Parveen... Extraction of Natural Products from Agro-industrial Wastes: A Green and Sustainable Approach. 197. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823349-8.00018-6> // Copyright_c 2023 Elsevier Inc. All rights reserved.

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida"gi PF-60 sonli Farmoni

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 30-sentabrdagi PF 556 son “To‘qimachilik va tikuvchilik va trikotaj korxonalarida yuqori qo‘srimcha qiymatga ega tayyor mahsulotlarni chuqur qayta ishlash va ishlab chiqarishni yanada kengaytirish, shuningdek, eksportni moliyaviy qo‘llab-quvvatlash choralarini to‘g‘risida”gi, 2023-yil 2-sentabrdagi PF-155-son “To‘qimachilik sanoatini moliyaviy qo‘llab-quvvatlashga doir qo‘srimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” gi Farmonlari, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2024-yil 1-may 71-son “To‘qimachilik, kiyim-kechak va trikotaj sanoatini yangi rivojlanish bosqichiga olib chiqish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga bog‘liqligi. Dissertatsiya ishi bo‘yicha tadqiqotlar fan va texnologiyalar rivojlanishining II «Energetika, energiya va resurstejamkor» ustuvor yo‘nalishiga mos keladi.

Muammoni o‘rganilganlik darjasи. Jahonda tabiiy bo‘yovchi modda bo‘yashning yangi zamonaviy resurstejamkor texnologiya va texnikalar ishlab chiqish va sellyuloza tarkibli materyallarni bo‘yash jarayonlarini takomillashtirish bo‘yicha jahonning bir qator ilmiy tadqiqot instituti, Kaliforniya Universitetidagi biologik injenering kafedrasi dotsenti T.E.Burova, German Krichevskiy, Yu.A.Kalinnikov, I.Yu.Vashurina, S.N.Butova, L.A.Ivanova, M.Z.Sultanova, H.A.Abdrahmanov, N.Akzhanov, A.S.Saduakas, A.B.Nurysh, M.X Domingo, J.M.Blankera, I.U. Garsiya, K.Kirtiradj, R.Gaykvad, L.Xakim, J.Agarval, K.Kumar, S.Chjan, kabi olimlar shug‘ullangan.

Respublikamizda ham tabiiy bo‘yovchi moddalarni olish va to‘qimachilik materyallarini bo‘yash sanoatini rivojlantirish uchun ko‘plab olimlar ish olib borishgan va hozirda xam bu ishlar davom etmoqda. Tabiiy bo‘yovchi moddalarni olish to‘qimachilik sanoatida qo‘llash bo‘yicha ko‘pgina ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu yo‘nalishda M.Z.Abdukarimova, I.A.Nabiyeva, N.S.Amirova, F.R.Tashmuxamedov, va boshqalar tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilgan. Ular tomonidan mahalliy floraning tabiiy bo‘yochi moddalarini va mahalliy floraga asoslangan ikkilamchi resurslarni olish va ulardan foydalanishning eski an’anaviy retseptlarini yanada qulayroq usul bilan takomillashtirish imkoniyatlari yetarlicha o‘tkazilmaganligini ko‘rsatdi.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalarini bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya ishi Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti ilmiy kengashi Majlisining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalariga muvofiq amalga oshirildi, 2023-yil 28-dekabrdagi 5-sonli bayonnomaga.

Tadqiqotning maqsadi mahalliy flora o‘simgiklarining ikkilamchi resurslaridan olingan tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan sellyuloza tarkibli materijallarni bo‘yashning samarali texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

mahalliy flora o'simliklari va ikkilamchi resurslardan ko'p miqdorda bo'yovchi modda olinishini ta'minlash maqsadida turli jadallashtiruvchilar qo'llagan holda tabiiy bo'yovchi moddani ekstraktsiyalash jarayonini takomillashtirish;

tajribani matematik rejalarashtirish usuli yordamida sellyuloza tolali materiallarni tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yashning muqobil, ilmiy asoslangan texnologiyasini ishlab chiqish;

paxta tarkibli trikotaj va maishiy qog'oz (salfetka) turlarini mahalliy flora o'simliklari va ikkilamchi resurslar asosidagi tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yashning resurstejamkor ilmiy-asoslangan texnologiyasini takomillashtirish;

zamonaviy tahlil usullari yordamida tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yalish jarayonida tolalardagi strukturaviy va molekulalararo o'zgarishlarni o'rganish;

dissertatsiya ishining ilmiy tadqiqotlar natijalarini sinovdan o'tkazish va ishlab chiqarishga joriy etish;

Tadqiqotning obyekti sifatida sellyuloza tarkibli materiallar, husuan, paxta ipli trikotaji, maishiy qog'oz (salfetka), o'simlik xom ashyosi sifatida anor po'stlog'i, yong'oq yashil po'stlog'i va safora dukkagi olingan.

Tadqiqotning predmeti – mahalliy flora o'simliklarining ikkilamchi resurslaridan tabiiy bo'yovchi modda ekstraktsiyalash jarayoni, ular bilan sellyuloza tolali materiallarni bo'yashning texnologik parametrleri, bo'yash vannasining komponentlarini tolali substrat bilan o'zaro ta'sir mexanizmi, bo'yalgan namunalarning sifat ko'rsatkichlari hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot davomida quyidagi zamonaviy fizikkimyoviy tahlil usullari qo'llanilgan: spektrokolorimetriya, IQ-Fure spektroskopiya, rentgenstrukturali, element tahlil, matematik tahlil, hisoblash matematikasining kichik kvadrat usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

anor po'stlog'i, yong'oq-yashil po'stlog'i, safora dukkalaridan tabiiy bo'yovchi moddalarni xromofor guruhlarini saqlagan holda mass-spektroskopik usul asosida ekstraksiya qilishning samarali usuli ishlab chiqilgan;

paxta tarkibli trikotaj va maishiy qog'ozini (salfetka) mahalliy flora o'simliklarining ikkilamchi resurslaridan olingan tabiiy bo'yovchi moddalar bilan ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy samaradorlikni ta'minlovchi bo'yashning texnologik rejimlari ishlab chiqilgan;

nazariy va tajribaviy tadqiqotlar asosida tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yash va xurushlashda rang intensivligi va mustahkamligini ta'minlaydigan tola va bo'yovchi moddalarning funksional va xromofor guruhlararo kimyoviy bog'liqlik mexanizmi aniqlandi;

namunalarni rang intensivligi va mustahkamligiga ta'sir etuvchi bo'yash va turli tabiatli xurushlovchilar bilan bo'yashning ratsional texnologiyasini ishlab chiqish hamda bo'yalgan namunalarning yuqori darajasi va sifat ko'rsatkichlarini ta'minlovchi bo'yashning ratsional texnologik omillari tajribani matematik rejalarashtirish usullari asosida aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

mahalliy flora o'simliklarining ikkilamchi resurslaridan tabiiy bo'yovchi modda chiqishini anor po'stlog'idan 35-87,5% ga, yong'oq meva po'stidan 100-166% ga va safora dukkaklaridan 42-61% ga oshirishni ta'minlaydigan ekstraksiya tarkiblari va usullari ishlab chiqilgan;

tabiiy bo'yovchi moddani tranportabelligi, uzoq muddat saqlanishini hamda barcha bo'yaladigan partiyalarda materiallarning rang tuslarining takrorlanishini ta'minlovchi kukun va pasta shaklida olish texnologiyasi taklif qilingan;

transportabelligini, uzoq muddat saqlanishini va barcha bo'yaladigan partiyalarda materiallarning rang tuslarining takrorlanishini ta'minlaydi kukun va pasta shaklidagi tabiiy bo'yovchi ni olish texnologiyasi taklif etilgan;

paxta tarkibli trikotajini tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yashning ratsional, ekologik va iqtisodiy samarali bo'yash texnologiyasi ishlab chiqilgan;

maishiy qog'oz (salfetka) assortimentlarini tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yashning resurstejamkor, ekologik va iqtisodiy samarali bo'yash texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi birinchi navbatda nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalarining mosligi, aprobatsiya va qo'llash natijalarining ijobiliyigi, shuningdek, natijalarni qiyosiy baholash mezonlariga ko'ra ularning adekvatligiga, o'tkazilgan tadqiqotlarning ijobiylari va qiyosiy tahlildagi ustunligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati mahalliy flora o'simliklarining ikkilamchi resurslaridan tabiiy bo'yovchi moddalarni ularning xromofor guruhlarini saqlagan holda ekstraksiya qilishning samarali usuli yaratilganligi bilan, paxta tarkibli trikotaj va maishiy qog'ozlarni (salfetka) tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yashning ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy samaradorlikni ta'minlovchi texnologik rejimlarini ishlab chiqish, nazariy va tajribaviy izlanishlar asosida tola va bo'yovchi moddalarning funksional va xromofor guruhlariaro kimyoviy bog'liqlik mexanizmlarini aniqlash orqali tabiiy bo'yovchilar bilan bo'yash va bo'yashning intensivligi va mustahkamligini ta'minlash, tajribani matematik rejalashtirish asosida namunalarni rang intensivligi va mustahkamligiga ta'sir etuvchi bo'yash va turli tabiatli xurushlovchilar bilan bo'yashning ratsional texnologiyasini ishlab chiqish hamda bo'yangan namunalarning yuqori darajasi va sifat ko'rsatkichlarini ta'minlovchi bo'yashning ratsional texnologik omillarini aniqlash bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati esa o'simlik xomashyosidan tabiiy bo'yovchi moddalarni olish jarayonini takomillashtirishga asoslangan ekologik, ijtimoiy va iqtisodiy muammolarni hal qilish bilan bog'liq. Bunda ularning yuqori unumdarligini, shuningdek, paxta tarkibli trikotajni va maishiy qog'oz (salfetka) turlarini bo'yash texnologiyasini yaratadi, to'qimachilik va qog'oz mahsulotlari turlarini kengaytirishni ta'minlaydi, ekologik toza, aholi orasida, xorijda va turizm sohasida talab yuqori bo'lgan yuqori sifatli, eksklyuziv mahsulotlar, shuningdek, qo'shimcha ish o'rirlari yaratish orqali ijtimoiy samaradorlikni yaratish, ularning

ishlab chiqarish sharoitlarini yaxshilash, atrof-muhit va oqova suvlarga salbiy ta'sirini kamaytirish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Strukturaviy va molekulalararo o'zgarishlarni hisobga olgan holda o'simliklar va sellyuloza tolalarini bo'yash tabiatini o'rghanish natijalari asosida sellyuloza tolali materiallarni tabiiy bo'yochi moddalar bilan bo'yashning samarali texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy tadqiqot natijalar asosida:

anor po'stlog'i, yong'oq-yashil po'stlog'i va safora dukkagi asosida olingan tabiiy bo'yovchi moddalarni olish texnologiyasi "UNITEK" MCHJ, "Aya Global Tex" MCHJ va "Internationl paper" MCHJ korxonalarida joriy yetilgan. ("O'ztoqimachiliksanoat" uyushmasining 16 yanvar 2024 yil №03/25-100 sonli ma'lumotnomasi). Natijada, maishiy (salfetka) qog'oz turlarini sariqdan yashil ranggacha bo'lgan turli xil ranglarda bo'yash sintetik bo'yochi moddalar o'rniga tabiiy bo'yochi moddalardan foydalangan holda unumdonlikni oshirishga, bu yesa ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga, kog'oz ishlab chiqarishda 23,4% foyda olishga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya ishining asosiy natijalari 2 ta Xalqaro va 5 ta Respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 12 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta maqola, 3 tasi xorijiy 2 tasi respublika jurnallarida nashr qilingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi "Kirish", 4 ta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi kompyuterda terilgan 115 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, shuningdek, obyekti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning muhim yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati yoritilgan, tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy qilish, nashr qilingan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Selluloza tolali materiallarni mahalliy flora asosidagi tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yash jarayonining zamonaviy texnologiyasi**" deb nomlangan bиринчи bobida paxta tolasi va u asosida trikotaj ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy izlanishlar sharhi keltirilgan. Shuningdek, mahalliy floradagi bo'yoqbop o'simliklari bo'yicha statistik tahlilar, ulardan turli shakldagi tabiiy bo'yovchi moddalarni olish, ularni ekologik me'yorlarni inobatga olgan holda to'qimachilik, qog'oz va boshqa mahsulotlarni bo'yashda qo'llash imkoniyatlari keltirilgan. Dissertatsiyaning "**Tadqiqot obyektlarini tanlash va asoslash, ularning fizik-kimyoviy, koloristik va mexanik xususiyatlarini aniqlash usullari**" nomli ikkinchi bobida tadqiqot ob'ektlarining tasnifi, o'simlikdan bo'yovchi moddani

ekstraktsiyalash vannasining tarkibi va usullari, ular bilan paxta ipli trikotajni bo‘yash va xurushlash, maishiy qog‘ozni bo‘yash, tajriba natijalarini tahlil uslublari keltirilgan.

Dissertatsiyaning “**Mahalliy flora asosidagi tabiiy bo‘yochi moddalar bilan sellyuloza tolali materiallarni ekstraksiya qilish va bo‘yash jarayonini o‘rganish**” deb nomlangan uchinchi bobida mahalliy flora o‘simliklaridan tabiiy bo‘yovchi moddalarini ko‘p miqdorda olinishini ta’minlovchi turli jadallashtiruvchilar qo‘llagan holda ekstraktsiyalash jarayonlarini, ular bilan sellyuloza tolali materiallar, ma’ishiy qog‘ozni bo‘yashning ilmiy-asoslangan muqobil texnologiyasini takomillashtirish imkoniyatlari, tajribalarni matematik modellashtirish, fizik-kimyoviy tahlillar va ularning muhokamalari keltirilgan.

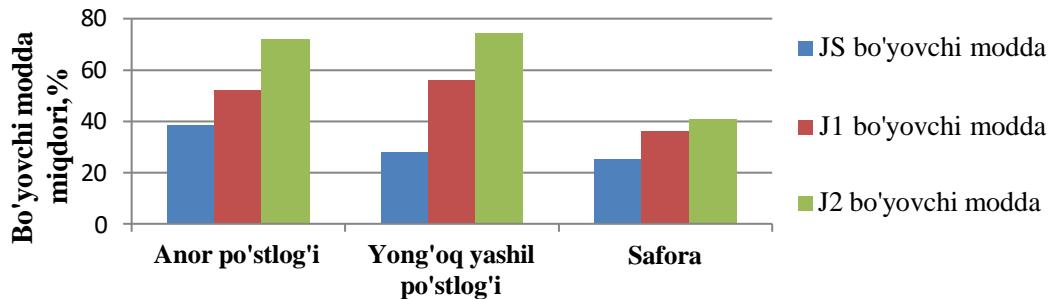
Dissertatsiyaning “**Sellyuloza tolali materiallarni yoki ulardan tayyorlanadigan buyumlarni mahalliy flora asosidagi tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan bo‘yashning amaliy va iqtisodiy samaradorlik jihatlari**” deb nomlangan to‘rtinchi bobida mahalliy flora asosida tabiiy bo‘yovchi moddalarini ko‘p miqdorda ekstraktsiyalash, ular bilan sellyuloza tolali materiallarni bo‘yashning ilmiy asoslangan, muqobil texnologiyalaridan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi hisoblab chiqilgan va takomillashtirilgan texnologiyalarning ekologik xavfsizligi asoslab berilgan.

Tadqiqotlarning **birinchi bosqichida** o‘simlikdan ekstraktsiyaluvchi bo‘yovchi moddaning miqdorini oshirishga ta’sir etuvchi jadallashtiruvchi tuzlarning ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot uchun mamlakatimizda ko‘p miqdorda tarqalgan, shuningday oziq-ovqat sanoatini chiqindisi bo‘lgan mahalliy floraning bo‘yoqbop o‘simliklari sifatida anor po‘stlog‘i, yong‘oqning yashil po‘stlog‘i va safora dukkaklari tanlangan.

Anor po‘stlog‘i, yong‘oqning yashil po‘stlog‘i va safora dukkaklarining tarkibida katemxinlar, fitonsidlar, katemxin tabiatli birikmalar va tanin kabi bo‘yoqbop moddalarning borligi ular asosidagi bo‘yovchi modda molekulalarini sellyulozaning funksional guruhlari bilan mustahkam kovalent, shuningday vodorod va boshqa kimyoviy bog‘lar orqali bog‘lanishi haqida tahmin qilinadi.

O‘simlik xomashyosidan tabiiy bo‘yovchi moddani ekstraktsiyalash jarayonini jadallashtirishning maqsadi - bo‘yovchi moddasini o‘simlik xomashyosidan olnishi hajmini ko‘paytirishdir, o‘z holida bu iqtisodiy samaraga erishish, hamda ishlab chiqariladigan ekologik to‘qimachilik mahsulotlarini hajmini aniqlash va rejalashtirish imkonini beradi.

Ekstraksiya jadallashtiruvchilar (J) sifatida 5 g/l konsentratsiyali NaCl (J1) va Na_2CO_3 - (J2) tuzlari tanlandi. Bo‘yovchi modda suvda qaynatish orqali ekstraktsiyalangan, so‘ng parlantirish yordamida qovushqoqlikning aniq nazorat nuqtasiga mos holda pasta holatgachon quyultirilgan. Uning kukun shaklida olish uchun bo‘yovchi modda leofil usulda quritilgan. Avval o‘simlik xomashyosidan bo‘yovchi modda olish miqdoriga ekstraksiyaning turli xossalari jadallashtiruvchilarining ta’siri o‘rganilgan. Barcha o‘simliklarda J2 qo‘llanilganda J1 va JS larga nisbatan ko‘proq miqdorda bo‘yovchi modda olish kuzatilgan.



1-rasm. O'simlik 1 kg xomashyosidan ekstraksiyalangan bo'yovchi modda miqdori

Olingen natijalarga ko'ra, barcha o'simliklardan ekstraksiyalashda turli jadallashtiruvchilar qo'llanilganda ularning tabiatiga ko'ra ko'p xajimda bo'yovchi modda olinish oshirdi, bu esa o'z holida resurstejamkor texnologiya tadqiq qilishga imkon beradi. Rasmida keltirilgan natijaga ko'ra yong'oq va anor po'stlog'inining soforaga nisbatan bo'yoqbopligi yuqoridir. Shu bilan bir qatorda o'simlikdan olinadigan bo'yovchi modda miqdoriga ta'sir etuvchi ekstraksiya sharoiti va jadallashtiruvchilar tabiatini ham inobatga olish kerak.

O'simlikdan olinadigan bo'yovchi modda miqdoriga J2 ko'proq ta'sir etishini inobatga olgan holda barcha o'simliklardan olingen bo'yovchi moddalarning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlariga uning ta'siri o'r ganildi.

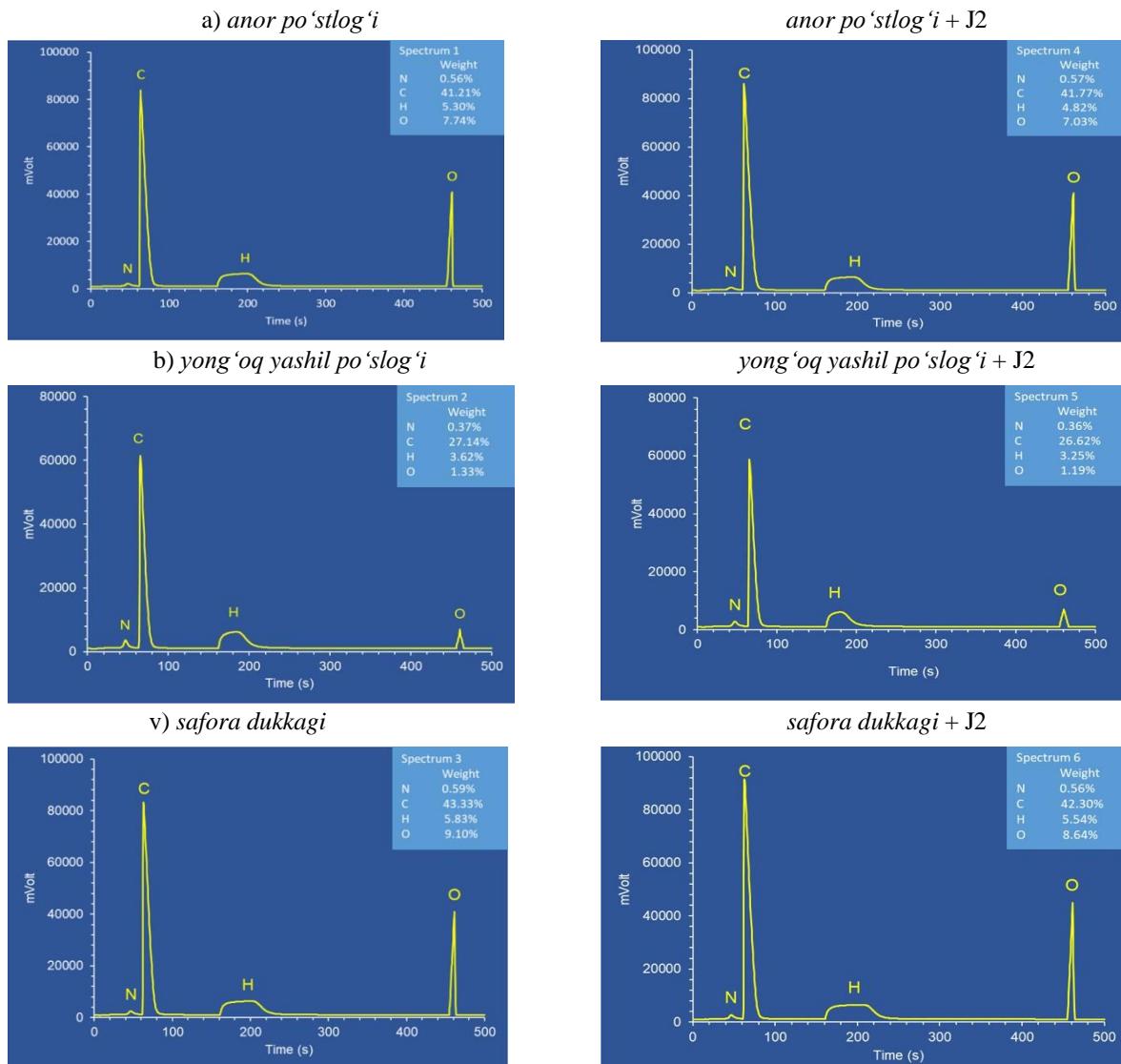
1-jadval
Ekstraksiya jadallashtiruvchi - J2 ning tabiiy bo'yovchi moddalarning fizik-kimyoviy xususiyatlariga ta'siri

J2 kontsentratsiyasi, g/l	rN - muhit	Qoldiq vannaning bo'yochi modda miqdori, C (g/kg)	Bo'yovchi modda zichligi, g/dm ³	Bo'yovchi modda massasi, gr
Anor po'stlog'i				
0,5	5,0	2,06	0,9009	15
1	5,7	4,13	1,0188	16
2	5,9	6,02	1,0681	16
3	6,5	9,18	1,1555	18
4	8,0	9,25	1,1798	18
5	8,3	9,98	1,4317	18

Jadvalda keltirilgan ko'rsatkichlar shuni tasdiqlaydiki, ekstraksiya jadallashtiruvchisining konsentratsiyasi ortishi bo'yovchi modda muhitining rN qiymatini oshiradi, bu esa bo'yalgan mato namunalarining rang intensivligi darajasining ortishiga olib keladi. Buning sababi - bo'yovchi modda molekulalari bilan tola funksional guruhlari o'rtasida kimyoviy jihatdan mustahkam bog'lanishlar sonining ko'payishidir. Shuningdek, J-2 konsentratsiyasi ortishi bilan bo'yovchi moddaning pastasimon shakldagi zichligi ham ortadi, bu esa kukun holatidagi bo'yovchi modda massasining ko'payishiga mos keladi. Shunga o'xshash natijalar yong'oq yashil po'stlog'i va safora dukkaklaridan olingen bo'yovchi moddalarda ham

kuzatıldı.

Keyingi bosqichda tabiiy bo‘yovchi moddalarni suvli eritma, pastasimon holat va kukun shaklida olish imkoniyatlari aniqlangan. Suvli eritma bo‘yovchi modda eritmalarining konsentratsiyasi aniqligini ta‘minlasa-da, saqlash muddati jihatidan boshqa shakllarga nisbatan qisqaroqdir. Bo‘yovchi moddaning kukun holati saqlash uchun eng qulay shakl hisoblanadi, biroq to‘qimachilik materiallarini bo‘yashda rangning notejis chiqish ehtimoli yuqori bo‘ladi. Buni bartaraf etish uchun qo‘srimcha kimyoviy jarayonlar talab etiladi, bu esa mahsulotning ekologik darajasini kamaytiradi va tannarxini oshiradi. Shuning uchun bo‘yovchi moddani sifatli bo‘yash hamda uzoq muddat saqlash nuqtai nazaridan, leofil (muzlatib quritish) usuli bilan olingan pastasimon shakl eng maqbul hisoblanadi. Leofil quritishidan keyin bo‘yovchi modda kukunining organik bo‘yovchi modda strukturasining buzilishi (ko‘mirlanishi)ni oldini olish maqsadida, element tahlili yordamida ularning element tarkibi, miqdori va xususiyatlari aniqlangan, shuningdek, leofil va konvektiv quritish usullari bilan olingan tabiiy bo‘yovchi moddalarning tarkibi, saqlanish darajasi hamda bo‘yovchi bop moddalari miqdori solishtirilgan.



2-rasm. Tabiiy bo‘yovchi moddalarning element tahlili

Keltirilgan tahlil natijalari (2-rasm) asosida o'simlik tarkibida N,C,H,O elementlari, ya'ni organik bo'yoqbop moddalari — yuglon, flavonoid, katexin, kvertsitin, kemferol, tanin mavjudligi aniqlangan. Bu esa leofil usulda olingan tabiiy bo'yoqli modda kukunida bo'yoqbop moddalarning saqlanib qolganligini isbotlaydi (2-jadval).

2-jadval

Tabiiy bo'yoqli moddalarning element tahlili

Ele- mentlar	anor po'st log'i	anor po'stlog'i + J2		yong' oq yashil po'st log'i	yong'oq yashil po'stlog'i + J2		safora dukkagi	safora dukkagi + J2	
		LQ*	QS*		LQ*	QS*		LQ*	QS*
N	0,56	0,57	0,49	0,32	0,36	0,32	0,59	0,56	0,51
C	41,21	41,76	37,25	27,01	26,62	23,98	43,33	42,29	39,75
H	5,3	4,82	4,04	3,62	3,24	3,02	5,83	5,54	4,96
O	7,74	7,03	5,9	1,33	1,19	0,87	9,10	8,64	7,01

* LQ — leofil quritish, QS* — konvektiv quritish

Keltirilgan natijalar shuni ko'rsatadi, leofil quritish usuli bilan olingan barcha bo'yoqli o'simliklarda bo'yoqli moddalar miqdori konvektiv usulda olinganlarga nisbatan yuqori. Bu esa, o'z navbatida, bo'yoqli modda tarkibidagi barcha organik birikmalarning aynan leofil quritish jarayonida to'liq saqlanib qolishini tasdiqlaydi.

Tadqiqotning **ikkinchisi** bosqichida paxta tolasidan tayyorlangan trikotaj matolarni tabiiy bo'yoqli moddalar bilan bo'yashning ilmiy asoslangan texnologiyasini ishlab chiqish imkoniyati o'rganildi. Ushbu texnologiya trikotaj matoning turli partiyalarida bir xil rang tusini takrorligigni ta'minlashi kerak, bu esa tabiiy bo'yoqli moddalar bilan to'qimachilik mahsulotlarini bo'yash jarayonining muhim kamchiliklaridan biridir. Tabiiy bo'yoqli moddalar bilan bo'yash jarayoni uch xil usulda amalga oshirildi:

- 1-usul - bo'yash – xurushlash;
- 2-usul - bir vannali birlashtirilgan bo'yash va xurushlash;
- 3-usul - xurushlash – bo'yash.

Uchta bo'yash usuli jadallashtiruvchisiz (JS), jadallashtiruvchi NaCl (J-1), jadallashtiruvchi Na₂CO₃ (J-2) asosida olingan tabiiy bo'yoqli moddalar bilan turli xil xurushlovchi tuzlar (KAl(SO₄)₂, CuSO₄, K₂Cr₂O₇) ishtirotida paxta tolali trikotajlarni boyash jarayoni amalga oshirildi.

Paxta ipli trikotajni anor po'stlog'i asosidagi bo'yoqli modda bilan bo'yash jarayonini o'rganish natijasiga ko'ra J2 li bo'yoqli modda bilan 1 usulda bo'yalganida yuqoir koloristik natijaga erishilgan. Bo'yalgan namunalarning ho'l ishlovlarga va ishqalanishga rang mustahkamligi yuqori 4 va 5 ballarni namoyon qilgan. Bo'yoqli modda molekulasi va tolaning funksional guruhlari orasida koordinatsion va molekulalararo bog'lar hosil bo'lishi tahmin qilingan.

Bu usulning afzalligi bo'yoqli modda molekulalari tola substratining funksional guruxlarida fiksatsiyalangan holda o'ziga xos himoya qatlagini hosil qilib,

sellyuloza tolasini xurushlovchi tuzlarning destruksion ta'sirlaridan himoya qilishidadir. Boshqa usulda bo'yagan namunalarga nisbatan rang intensivligining pastroqligi ushbu usulning kamchiligidir.

So'ng maqbul bo'yash usuli, jadallashtiruvchilar va xurushlovchi tuzlarni to'g'ri tanlash maqsadida ularning rang intensivligiga ta'siri aniqlangan. Natijaga ko'ra J2 li bo'yovchi moddalar bilan barcha xurushlovchi tuzlar ishtirokida bo'yagan namunalarda yuqori rang intensivligi kuzatilgan.

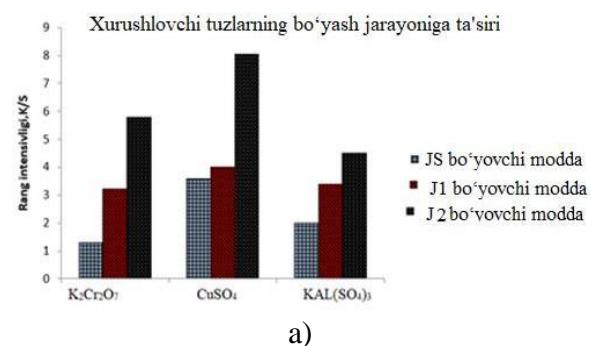
Ishning davomida yong'oqning yashil po'stlog'i asosida olingan tabiiy bo'yovchi modda bilan ratsional bo'yash texnologiyasini aniqlash uchun analogik izlanish olib borilgan. Oigan natijalarga ko'ra barcha ekstraksiya usulida olingan bo'yovchi moddalar va xurushli tuzlar ishtirokida bo'yash jarayonining 2 usulida (birlashtirilgan bo'yash va xurushlash) yuqori koloristik natijalar olingan. Ushbu usulning afzalligi ikkita jarayonni bilashtirish hisobiga talab etilgan kolリスト ko'rsatkichlari saqlangan holda iqtisodiy smaraga erishishdir. Usulning kamchiligi birinchi bo'yash usuliga nisbatan rang intensivligi nisbatan pastroqligi. Bu esa bo'yovchi modda molekulasi bo'yash eritmasi ichida xurushli tuz bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida tola g'ovagiga diffuziyasini qiyinlashtiruvchi yirik aglomeratlar hosil qilishi bilan izohlanadi. Natijada tola bilan koordinatsion bog'langan molekulalar soni kamayib ketadi. Talab darajasidagi koloristik ko'rsatkichlarga asosan tola yuzasiga fiksatsiyalangan bo'yovchi modda molekulalari hisobiga erishiladi. Rangning ishqalanishga chidamliligi pastroqligi esa bo'yovchi modda molekulalari tola bilan Vann der-Vaals va vodorod bog'lar orqali bog'lanish bilan bir qatorda eritmaga ham o'ta boshlashi rang intensivligi tushishiga olib keladi. shuningday bo'yovchi modda va xurushli tuzlar orasidagi lak hosil bo'lish reaksiyasi ham bo'yash jarayoni nazoratini murakkablashtirib yuboradi.

Olingan natijalarga ko'ra ekstraksiya usulida olingan bo'yovchi moddalar va xurushli tuzlar ishtirokida bo'yash jarayonlarini taqqoslaganda aynan J2 igtirokida olingan tabiiy bo'yovchi modda bilan yukori rang intensivligi kuzatilgan.

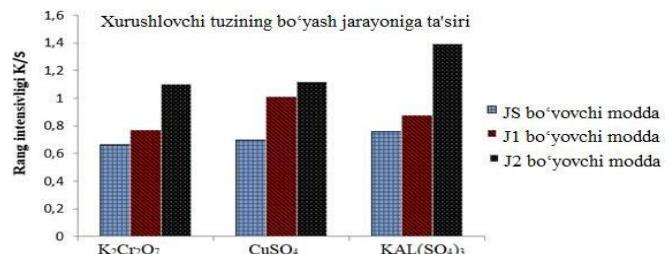
Yuqoridagi izlanishlarga mos xolda sofora asosida olingan tabiiy bo'yovchi modda bilan bo'yash jarayoni o'rganilganda quyidagi natijalar olingan: jadallashtiruvchisiz olingan tabiiy bo'yovchi modda bilan paxta ipli trikotaj 3 usulida (xurushlash-bo'yash), KAl(SO₄)₂ bilan xurushlanganida yuqori rang intensivlik ko'rsatkichlariga erishilgan.

Trikotaj namunasi avval xurushlanib so'ng bo'yaladigan ushbu usulda xurushlovchi tuz avval tolaning faol markazlariga, keyingi bo'yash jarayonida bo'yovchi modda molekulasi tola bilan koordinatsion bog' hosil qilishi hisobiga bog'lanadi, bunda "tolu-xurush-bo'yovchi modda" kompleksini hosil bo'ladi. Shuning uchun substratda yuqori intensivlik va mustahkamlikga ega bo'lgan rangi hosil bo'ladi. Ishlab chiqarish texnologiyasi nazariyasiga zid holda bo'lsada ushbu usul ham ijobjiy deb tavsiya etiladi, va bu xurushlovchi tuzlarning konsentratsiyasi an'anaviydagiga nisbatan 10-15% ga kamaytirilganligi substrat destruksiyasiga ta'sir etmasligi bilan asoslanadi. Ushbu xulosalar bo'yagan namunalarning fizik-mexanik tekshiruvlarning ijobjiy natijasi, namuna tolalarining shikastlanmaganligi bilan tasdiqlanadi.

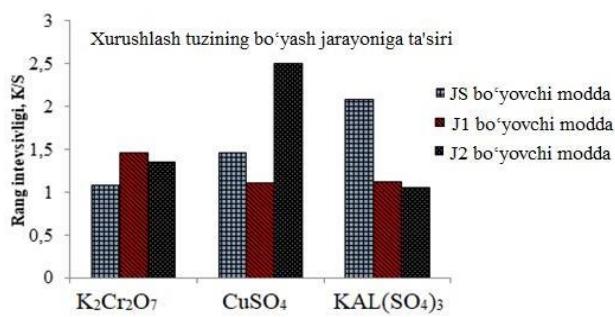
J1 va J2 ishtirokida ekstraksiyalangan tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yash jarayoni natijasiga ko'ra 2 usuli bilan bo'yalganda va mutanosib ravishda $K_2Cr_2O_7$ xurushlovchi tuzlar qo'llanilganida yuqori rang intensivlik ko'rsatkichlariga erishilgan. Bo'yagan namunalarning ranglari ho'l ishlovlar va ishqalanishga chidamliligi yuqori 5 ball natija ko'rsatganligi esa bo'yovchi modda va tola orasida molekulalararo, bo'yovchi modda va xurushlovchi tuzlar orasida esa koordinatsion bog'lar hosil bo'lganligidan dalolat beradi.



a)



b)



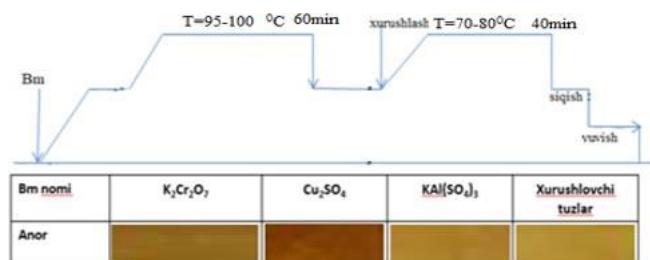
v)

Natijalar 3-rasmida diagramma ko'rinishida keltirilgan.

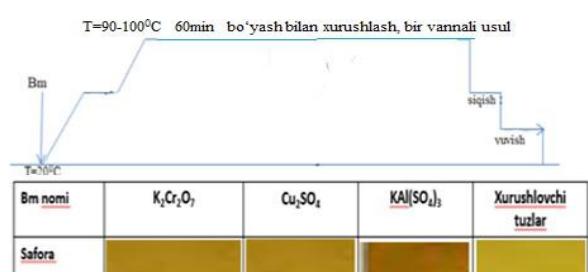
Anor po'stlog'idan J2 ta'sirida olingan bo'yovchi modda bilan paxra tolali trikotaj matosini bo'yash jarayonida barcha xurushlovchi tuzlarini taqqoslash natijasida rang intensivligining eng yuqori qiymatlari $CuSO_4$ qo'llanilganda kuzatildi.

Yong'oq-yashil po'stlog'idan J2 ta'sirida olingan bo'yovchi modda bilan paxra tolali trikotaj matosini bo'yash jarayonida barcha xurushlovchi tuzlarini taqqoslash natijasida rang intensivligining eng yuqori qiymatlari $CuSO_4$ qo'llanilganda kuzatildi. Safora dukkagidan J2 ta'sirida olingan bo'yovchi modda bilan paxra tolali trikotaj matosini bo'yash jarayonida ham barcha xurushlovchi tuzlarini taqqoslash natijasida rang intensivligining eng yuqori qiymatlari $CuSO_4$ qo'llanilganda kuzatildi.

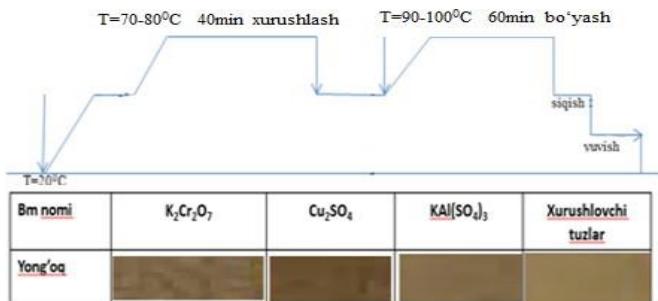
Olingan natijalarga asoslanib, 4-rasmida paxta tolali trikotaj matosini tabiiy bo'yovchi moddalar bilan uch xil usulda bo'yash texnologiyasi taklif etildi.



a)



b)



v)

Anor po'stlog'iga asoslangan barcha turdag'i ekstraksiya qilingan tabiiy bo'yovchi moddalar uchun ikki vannali bo'yash usuli qat'iy tavsiya etiladi. Unda dastlab bo'yash jarayoni olib borilib, keyin CuSO_4 yordamida xurushlash amalga oshirildi (3-jadval).

Yong'oq-yashil po'stloqlariga asoslangan barcha turdag'i bo'yochi moddalar uchun esa birlashtirilgan bo'yash va xurushlash usuli ma'qul, biroq J-2 yordamida ekstraksiya qilingan bo'yovchi moddalar uchun CuSO_4 , qolgan variantlar uchun esa $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ xurushlash tuzi tavsiya qilindi.

3-jadval

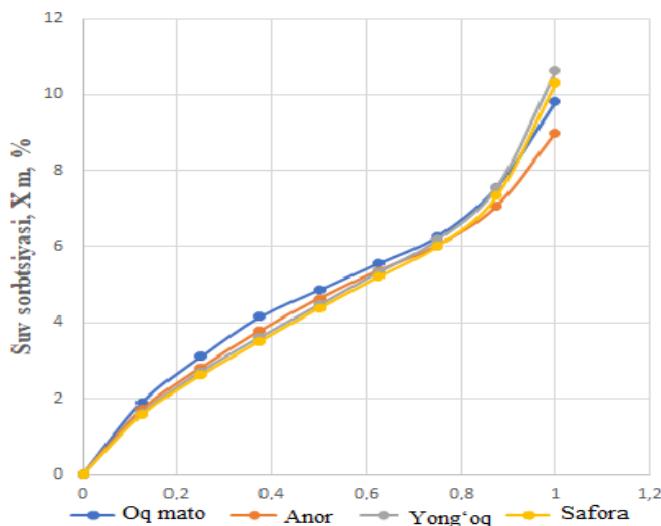
Tabiiy bo'yovchi moddalar xusuyatiga qarab bo'yash usullari

Bo'yovchi modda	Bo'yash usuli	Hurushlash tuzi
Anor po'stlog'i		
JS	1 usul: bo'yash - xurushlash	CuSO_4
J-1	1 usul: bo'yash - xurushlash	CuSO_4
J -2	1 usul: bo'yash - xurushlash	CuSO_4
Yong'oq-yashil po'stlog'i		
JS	2 usul: Birlashtirilgan bo'yash va xurushlash	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
J -1	2 usul: Birlashtirilgan bo'yash va xurushlash	CuSO_4
J -2	2 usul: Birlashtirilgan bo'yash va xurushlash	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
Safora dukkagi		
JS	3 usul: Xurushlash - bo'yash	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
J -1	2 usul: Birlashtirilgan bo'yash va xurushlash	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
J -2	2 usul: Birlashtirilgan bo'yash va xurushlash	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$

Safora dukkagidan olingan tabiiy bo'yochi moddalar esa turli ekstraksiya intensifikatorlarining bo'yash usuli tanloviga sezilarli ta'siri kuzatildi. Buning sababi sifatida safora dukkagi tarkibidagi flavonoidlar (kversitin, kempferol, rutin, genistein) bo'yovchi modda va tolalar orasida hosil bo'ladigan molekulalararo va kimyoviy bog'lanishlar soniga ta'sir etishi mumkinligi bilan izohlanadi. Shunday qilib, ishlab chiqarish texnologiyalari uchun: to'q rang tuslarini olishda 1-usul (avval bo'yash, so'ng xurushlash) va 3-usul (avval xurushlash, keyin bo'yash) tavsiya etiladi; och va o'rta rang tuslari uchun esa iqtisodiy jihatdan samarali bo'lgan birlashtirilgan bo'yash va xurushlash usuli ma'qul hisoblanadi. O'tkazilgan fizik-mexanik sinovlar natijasida paxta tolali trikotajni tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yash uning mustahkamlik xususiyatlariga ijobjiy ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Dastlabki uzilish mustahkamligi bilan solishtirganda, paxta tolali trikotajning anor po'stlog'i asosida olingen bo'yovchi modda bilan bo'yalgan namunalarida mustahkamlik o'rtacha 5,03 va 6,93%, yong'oq yashil po'stlog'iga asoslangan bo'yovchi modda bilan bo'yalgan namunalarida 5,96 va 8,51%, saforaga asoslangan bo'yochi modda bilan bo'yalgan namunalarida esa 22,03 va 6,17 foizga (mos ravishda arqoq va asos yo'nalishlarida) oshishi kuzatildi (5-rasm). Ko'rinish turibdiki, molekulalararo va koordinatsion bog'lanishlar sonining ortishi paxta tolali trikotajning mustahkamlik ko'rsatkichlarining yaxshilanishiga yordam berdi.

Keyingi bosqichda, paxta tolali trikotajni anor po'stlog'i, yong'oq-yashil po'stlog'i va safora dukkagi asosidagi bo'yovchi moddalar bilan bo'yash jarayonida tola tuzilishida sodir bo'ladigan o'zgarishlarni o'rganish maqsadida, Mak-Ben-Bakr vakuum qurilmasida turli adsorbentlarda gaz va suyuqlik bug'larining adsorbsiya izotermalari aniqlab chiqildi (5-rasm).



5-rasm. Tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yalgan paxta tolali trikotaj matosining sorbsiya xossalari

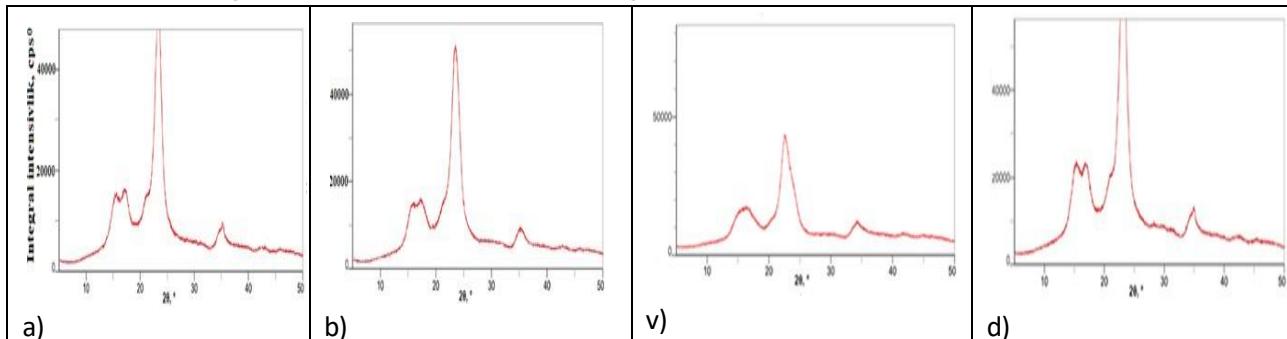
Dastlabki bo'yalmagan oq namunaga nisbatan, anor, yong'oq va safora asosidagi bo'yovchi moddalar bilan bo'yalgan namunaning monoqatlam hajmi mutannosib ravishda 7,6; 11,8; 14,7 % ga, solishtirma yuza 7,7; 11,9; 14,9 % ga, g'ovaklarning yig'indi hajmi 5,85; 2,14; 4,72% ga kamayganligi, kapillyarlar radiusi esa anor asosidagi bo'yovchi modda holatida 0,88 % ga kamayib, yong'oq va safora holatida esa 22,1 va 23,3 % ga ortgani, to'yinish hajmi ham anor bo'yovchi modda holatida 8,5 % ga kamayib, yong'oq va safora holatida esa 8,1 va 104,9% ga ortgani, mezag'ovaklar ham anor holatida 6,7% ga kamayib, yong'oq va safora holatida esa 16,7% ga ortgani kuzatildi (4-jadval).

4-jadval

Tabiiy bo'yovchi modda bilan bo'yalgan paxta tolali trikotajning yuzaviy va xajmiy xususiyatlari

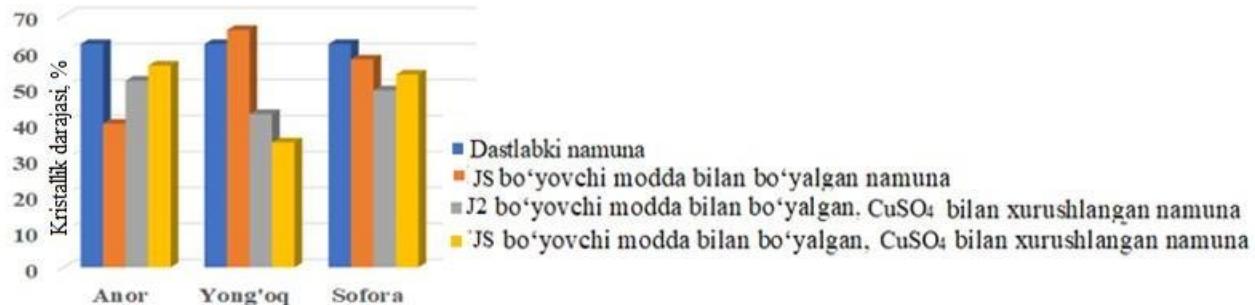
Sifat ko'rsatkichlari	Tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yalgan namunalar			
	Dastlabki	Anor	Yong'oq	Safora
Monoqatlam hajmi, X_m , g/g	2,38	2,20	2,10	2,03
Solishtirma yuza, S_{ud} , m ² /g	154,87	142,91	136,44	132,15
G'ovaklarning yig'indi hajmi, W_0 , sm ³ /g	0,120	0,113	0,117	0,114
Kapillyarlar radiusi, Ch_k , Å	22,8	22,6	28,0	28,1
To'yinish hajmi, Vs	0,1767	0,1616	0,1909	0,1854
Mezag'ovaklar, Wme	0,06	0,05	0,07	0,07

Ushbu o'zgarishlar dastlabki bo'yalmagan namunaga nisbatan anor, yong'oq va safora asosidagi bo'yovchi moddalar bilan bo'yalgan namunalarda kristallik darajasi mutanosib ravishda 9,65; 44 va 13,7% ga kamayganligi bilan tasdiqlangan. Ko'rinish turibdiki, tolalar tuzilishining hajmiy xususiyatlaridagi o'zgarishlar ularning kristallitlarining hosil bo'lishi va tuzilishiga ta'sir ko'rsatadi (6-rasm).



6-rasm. Tabiiy bo'yovchi modda bilan bo'yalgan paxta tolali trikotajning rentgenografik tahlili (anor po'stlog'i). a) Oq mato; b) JS bo'yovchi modda bilan bo'yalgan mato; v) J-2 bo'yovchi modda bilan CuSO₄ tuzi ishtirokida bo'yalgan mato; d) JS bo'yovchi modda bilan CuSO₄ tuzi ishtirokida bo'yalgan mato.

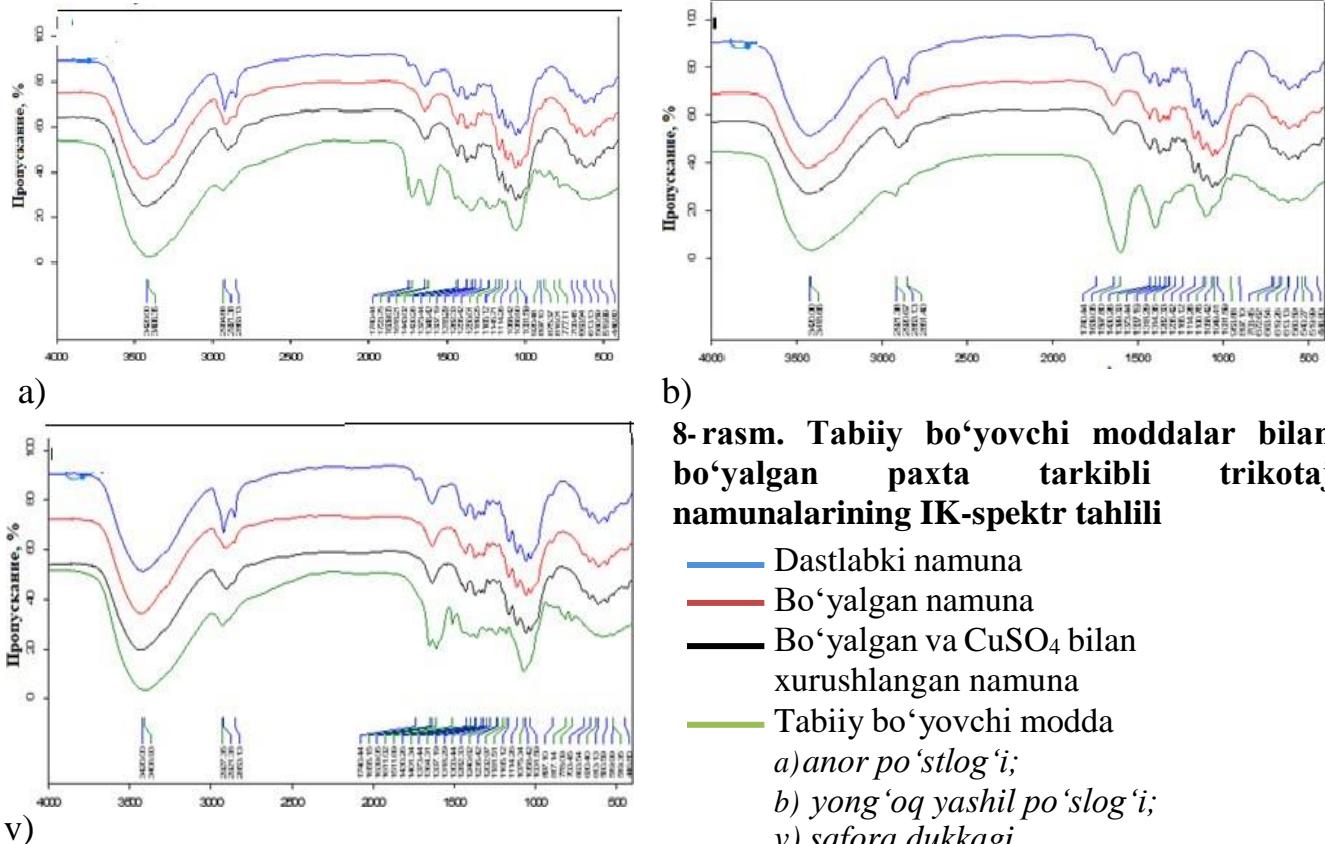
Kristallik darajasining kamayishi bo'yash jarayonida bo'yochi modda moddalari tolalarining g'ovaklariga chuqurroq singib, fiksatsiya darajasining ortishiga sharoit yaratadi(7-rasm).



7-rasm. Bo'yalgan matolarning umumiy rentgenostrukturaviy tahlili

Rentgenodifraktogramma egri chiziqlari taqqoslanishi natijasida dastlabki bo'yalmagan namunalar hamda anor po'stlog'idan olingan bo'yovchi modda

intensivlashtiruvchilar (J-2) qo'llangan va ularsiz (JS) olingan tabiiy bo'yovchi modda bilan bo'yagan paxta tolali trikotaj namunalarini o'rganish shuni ko'rsatdiki, JS bo'yovchi modda bilan bo'yagan namunada tolalarning kristall panjarasi saqlanib qoladi, biroq kristallik darajasi 22,2 % ga kamayadi (7-rasm). Shuningdek, 2Θ burchak oralig'ida $15,34-15,71^\circ$ va $17,28-17,48^\circ$ da sezilarli bo'lmagan o'zgarishlar kuzatildi.



b)

8-rasm. Tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yagan paxta tarkibli trikotaj namunalarining IK-spektr tahlili

- Dastlabki namuna
- Bo'yagan namuna
- Bo'yagan va CuSO_4 bilan xurushlangan namuna
- Tabiiy bo'yovchi modda
- a) anor po'stlog'i;
- b) yong'oq yashil po'slog'i;
- v) safora dukkagi

Egri chiziqning $3700-3100 \text{ cm}^{-1}$ yutilish chiziqlari vodorod bog'larini ifodalab, bo'yalmagan matoda bu $3423,00 \text{ cm}^{-1}$ da o'z aksini topgan. JS ekstraksiya qilingan bo'yovchi modda bo'lган namunada vodorod bog'lanishlarning maksimumlari quyi to'lqin tomon siljigan ($3406,36 \text{ cm}^{-1}$). O'simlikdan bo'yovchi modda ajratib olish sharoitida intensifikatorlarni kiritish selluloza asosli substrat makromalekula (4 vodorod bog'lanishlariga nisbatan kuchsiz ta'sir ko'rsatgan, bu namunada vodorod bog'lanish maksimumlari deyarli o'zgarmagan ($3420,0 \text{ cm}^{-1}$)). JS ekstraksiya qilingan bo'yovchi modda bilan bo'yash eritmasi bilan muhitning kislotaliligi sababli namunalarda 920 cm^{-1} yutilish chizig'ini, ya'ni selluloza struktura halqasini asimetrik tebranishini ifodalovchi cho'qqi bo'lmagan mato namunasi yutilish chizig'idan kuchsiz yutilish chizig'i tomon $875,10 \text{ cm}^{-1}$ dan $855,60 \text{ cm}^{-1}$ ga siljiganligini ko'rsatdi (8-rasm).

To'qimachilik materiallarini tabiiy bo'yochi moddalar bilan bo'yashda xurushlash jarayoni majburiy bosqich hisoblanadi. Bu jarayonda tolalardagi gidroksil guruhlari va metall tuzi kationi o'rtasida koordinatsion bog'lanishlar yuzaga keladi, natijada olingan ranglarning ho'l ishlovlarga va ishqalanishga chidamliligi ortadi. Turli polivalent metall tuzlarining toksikligi va tabiatini hisobga olib, ularni to'g'ri tanlash hamda optimal konsentratsiyasini belgilash nihoyatda muhimdir. Turli polivalent

metall tuzlarining toksikligi va tabiatini inobatga olgan holda, ularni to‘g‘ri tanlash, shuningdek, optimal konsentratsiyasini belgilash nihoyatda muhim ahamiyatga ega. Eng sodda matematik modellaridan biri bu — noma‘lum koefitsiyentlarga nisbatan chiziqli bo‘lgan polinom bo‘lib, u eksperiment natijalarini qayta ishlashni soddalashtiradi.

Bo‘yash jarayonida omillar sifatida ishlatilgan xurushlovchit turlari, harorat va bo‘yash davomiyligi tanlanib, regressiya tenglamasi hosil qilindi.

$$y_1 = 2,725 - 0,25x_1 + 0,425x_2 - 0,2x_3 - 0,3x_2x_3 - 0,425x_1x_2x_3$$

Olingan regressiya tenglamasi kiruvchi omillar — x_1 (xurushlash turi) va x_2 (jarayon harorati) — ning miqdoriy hamda sifat jihatidan ta’sirini tavsiflaydi. Belgilangan diapazondagi omillar orasida eng sezilarli ijobiy ta’sirni x_2 omili — ya’ni harorat ko‘rsatadi. Omillar yuqori darajasiga mos keluvchi ishlov berish rejimi ratsional deb topildi: xurushlash — CuSO₄; harorat — 90°C; davomiyligi — 75 daq. Regressiya tenglamasi asosida olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, bo‘yagan mato rangining jadalligini aniqlovchi barcha kiritilgan omillar statistik jihatdan ahamiyatlidir. Shu bilan birga, rang jadalligi asosan haroratning ortishi bilan kuchayishi, xurushlash konsentratsiyasining kamayishi va bo‘yash jarayonining davomiyligi qisqarishi sharoitida kuzatiladi.

Tadqiqotning **uchinchisi** bosqichida ekologik talablarga javob beradigan, tabiiy bo‘yovchi moddalardan foydalangan holda resursni tejovchi maishiy qog‘oz turlariqog‘ozi assortimentini ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi. Bu nafaqat ekologik xavfsizlikni ta’minlaydi, balki iqtisodiy samaradorlikka erishish imkonini ham berdi.

5-jadvalda

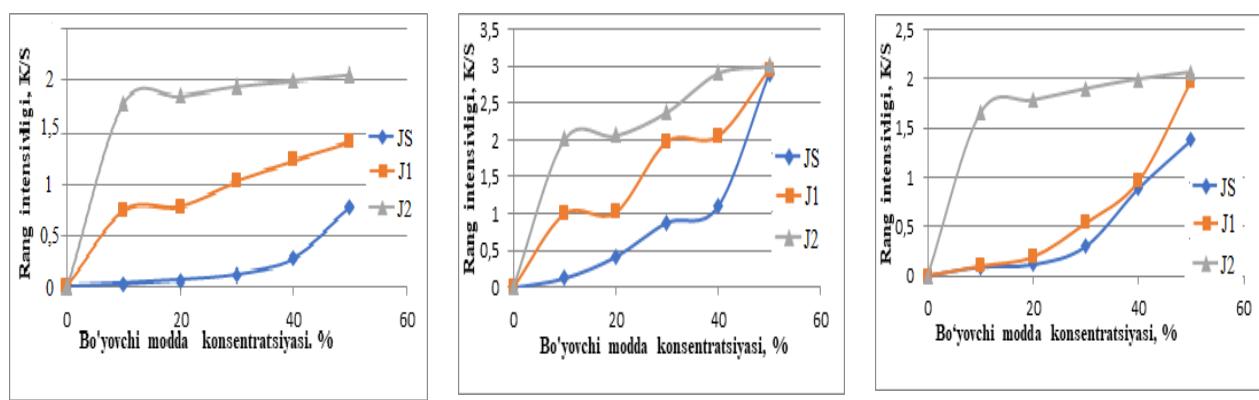
Maishiy qog‘oz namunalarining fotokolorimetrik va sifat ko‘rsatkichlari

Misollar	Rang jadalligi, K/S	Rang tusi	Rang-ning yorqinligi	Rangning bir xilligi	Bo‘yovchi moddaning qovushqoqligi zichligi, ρ	Qog‘oz massasining kul miqdori, %
Anor JS	0,24	Och xantal rang	7,532	1,25	1,3717	0,49
Anor J1	3,11	Xantal rang	3,309	1,61		0,49
Anor J2	7,41	To‘q xantal rang	6,122	1,14		0,49
Yong‘oq JS	0,42	Och kulrang-jigarrang	1,061	1,75	1,3672	0,71
Yong‘oq J1	1,02	Kulrang-jigarrang	0,450	1,44		0,71
Yong‘oq J2	2,06	Mat (xira) kulrang-jigarrang	2,130	1,16		0,71
Safora JS	0,11	Och sariq	1,475	1,84	1,3327	0,50
Safora J1	0,19	Qaymoqsimon sariq	0,732	1,26		0,50
Safora J2	1,78	Krem-bryule	0,424	1,14		0,50

Keltirilgan natijalarga ko‘ra (5-jadval), bo‘yochi modda eritmasidagi konsentratsiya oshirilishi bilan rang jadalligi darajasi ham ortishi kuzatildi. Aslida,

namunada rangning yorqinroq bo‘lishi talab qilinganda, eritmadiagi bo‘yochi modda konsentratsiyasini kerakli jadallik darajasigacha oshirish mumkin. Biroq texnologiyaning iqtisodiy samaradorligi nuqtayi nazaridan 20 foizli konsentratsiyadagi bo‘yochi modda eritmasidan olingen ranglar qog‘oz mahsulotlarining zamonaviy tendensiyalariga mos keluvchi tabiiy xira rang tuslarini to‘liq ta’minlaydi.

Keltirilgan natijalarga ko‘ra, taklif etilgan pastasimon shakldagi tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan bo‘yash jarayonida olingen maishiy qog‘oz namunalarining rang xususiyatlari amaldagi foydalanish talablari hamda GOST 52354–2005 standartlariga to‘liq javob beradi. Bo‘yovchi modda konsentratsiyasining taklif etilgan nazorat nuqtalaridagi zichlik darajasiga muvofiqligi zarur rang ohanglarini va ularning barcha partiyalarda takrorlanishini ta’minlaydi.



a)

b)

v)

9-rasm. Bo‘yovchi modda konsentratsiyasining rang intensivligiga ta’siri

a) anor po ‘stlog ‘i ; b) yong ‘oq yashil po ‘slog ‘i; v) safora dukkagi

Shunday qilib, turli xil bo‘yochi modda beruvchi o‘simliklardan bo‘yochi modda eritmalarini olishning taklif etilayotgan usuli qog‘oz mahsulotlari assortimentini turli ranglarga bo‘yashda yuqori samarali, iqtisodiy va ekologik toza texnologiyani qo‘llash imkoniyatini yaratadi. Bu usulda ishlatiladigan rang ohanglari o‘simlik tabiatiga bog‘liq holda hosil qilinadi va xurushalovchi tuzlardan foydalanilmasligi ishlab chiqarish oqava suvlarini tozalash muammosiga ijobjiy ta’sir ko‘rsatadi.

Bo‘yash jarayoni namunalar sifat ko‘rsatkichlari va mustahkamlik xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatmagan bo‘lib, bu holat mazkur turdag‘i maishiy qog‘oz turlariqog‘izi uchun belgilangan GOST 13525.19-91 (ISO 287-85) talablariga to‘liq javob berdi. Yuqorida qayd etilgan tabiiy bo‘yovchi moddalarning maishiy qog‘oz turlarini ishlab chiqarishida qo‘llanilishi mahsulotlarning raqobatbardoshligi va eksport salohiyatini oshiradi, shuningdek, kichik va xususiy korxonalar uchun iqtisodiy jihatdan sezilarli tejamkorlikni ta’minlaydi.

O‘tkazilgan tajriba natijalari va ilmiy tadqiqotlar asosida tabiiy bo‘yovchi moddalarni ekstraksiyalash texnologiyasi takomillashtirildi hamda sellyuloza tarkibli materiallarni ular yordamida bo‘yashning ilmiy asoslangan texnologiyalari ishlab chiqildi. Taklif etilgan va takomillashtirilgan texnologiyalarni qo‘llash natijasida paxta tolali trikotaj mahsulotlari va maishiy qog‘ozlarni bo‘yashda umumiy iqtisodiy samaradorlik mos ravishda 34 % va 47 % ni tashkil etdi (bir tonna trikotaj va qog‘oz mahsuloti uchun).

XULOSA

“Tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan sellyuloza tarkibli materiallarni bo‘yashning samarali texnologiyasini ishlab chiqish” mavzusi bo‘yicha amalga oshirilgan tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar shakllantirilgan:

1. Anor po‘stlog‘i, yong‘oq-yashil po‘stlog‘i hamda sofora dukkagidan turli jadallashtiruvchilar ishtirokida tabiiy bo‘yovchi moddalarni ekstraksiya qilish jarayoni takomillashtirildi. Bu esa o‘simplik xomashyosidan olinadigan bo‘yovchi modda miqdorini 100–166 % gacha oshirish imkonini berdi, natijada bo‘yalgan materiallar hajmi 2–2,7 baravar ortib, sezilarli iqtisodiy samaradorlikka erishildi.

2. Tajriba natijalarini matematik modellashtirish va rejalashtirish usuli yordamida mahalliy flora asosidagi o‘simpliklardan olingan tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan paxta tarkibli trikotajni bo‘yashning optimal texnologiyasi ishlab chiqildi.

3. Tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan bo‘yash jarayonida tola tarkibidagi tuzilma va o‘zaro molekulyar o‘zgarishlarni o‘rganish asosida paxta tarkibidan tayyorlangan trikotajni tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan bo‘yashning ilmiy asoslangan texnologiyasi ishlab chiqildi.

4. Tadqiqot natijasida ishlab chiqilgan optimal, ilmiy asoslangan texnologiyani ishlab chiqarish sharoitida mahalliy flora va oziq-ovqat sanoati ikkilamchi resurslaridan olingan tabiiy bo‘yovchi moddalarni (J2 ishtirokida) metall tuzlari ($K_2Cr_2O_7$, $CuSO_4$, $KAl(SO_4)_2$) bilan past konsentratsiyalarda ishlatish orqali paxta tarkibidan tayyorlangan trikotajni bo‘yashda qo‘llab, bo‘yashning 1-usuli (avval bo‘yash, so‘ng protavlash) va 3-usuli (avval protavlash, so‘ng bo‘yash) orqali to‘q rang tuslarini olish imkonini berdi.

5. Taklif etilgan jadallashtirilgan ekstraksiya usuli asosida mahalliy flora va oziq-ovqat sanoati ikkilamchi resurslaridan olingan tabiiy bo‘yovchi moddalardan foydalanib, maishiy qog‘oz turlari assortimenti uchun mo‘ljallangan qog‘oz massasini bo‘yash orqali tayyor qog‘oz mahsulotlarida to‘yingan och sariq tuslarini olish imkoniyati ko‘rsatildi. Ushbu tadqiqot natijalari ekologik toza, yuqori sifatli qog‘oz mahsulotlari assortimentini kengaytirish imkonini beradi.

6. Ilmiy tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy etish natijasida erishilgan iqtisodiy samaradorlik hisoblab chiqildi. Bunda bir tonna tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan bo‘yalgan paxta tarkibidan tayyorlangan trikotaj uchun iqtisodiy samara 8 058 225 so‘m, maishiy qog‘oz mahsulotlari uchun esa 3 927 792 so‘mni tashkil qildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.08.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

РАХМОНОВА САИДАХОН РАХИМЖОН КИЗИ

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КРАШЕНИЯ
ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИРОДНЫМИ
КРАСИТЕЛЯМИ**

**05.06.02 – Технология текстильных материалов и первичная обработка
сырья**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2024.2.PhD/T4708.

Диссертационная работа выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-сайте Ученого совета при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности (www.ttyesi.uz) и на Информационно-образовательном портале “Ziyonet” (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Амирова Нодира Саликовна
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Матисмаилов Сайпилла Лалашбаевич
доктор технических наук, профессор

Абдумавлянова Маъмурда Касимовна
кандидат химических наук, профессор

Ведущая организация:

**Узбекский научно - исследовательский
институт натуральных волокон**

Защита диссертации состоится «20» января 2026 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc03/30.12.2019.T.08.01. при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности (Адрес: 100100, г. Ташкент, Яккасарайский район, улица Шохжахон, дом 5. Административное здание Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, 2 этаж, 222-я аудитория, тел.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08, факс: (+99871) 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (зарегистрирована под № 265). Адрес: 100100, г. Ташкент, Яккасарайский район, улица Шохжахон, дом 5. Тел.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан «06» января 2026 года.
(реестр Протокола рассылки № 265 от «06» января 2026 года).



X.X. Камилова

Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

А.З. Маматов

Ученый секретарь научного совета по

присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Ш.Ш. Хакимов

Председатель научного семинара при научном совете
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор



ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире текстильной промышленности одним из основных химических реагентов, применяемые отделочных процессах, являются красители. Производство конкурентоспособных текстильных продукции, полностью отвечающих требованиям внешнего рынка в условиях развития рыночной экономики является одним из значимых требований развития отрасли. В мировом масштабе их всех производимых красителей только 15-20 % используется в текстильной промышленности, из них 1-2 % составляют природные красители. Юго-восточные страны, как Индия, Китай, Индонезия, тропическая Африка, являются основными экспортёрами природных красителей, а также производителями высококачественной текстильной продукции с их использованием¹. В настоящее время решение задач, связанных с производством экспортно-ориентированной и импортозамещающей текстильной продукции, окрашенной природными красителями, получаемые из вторичных ресурсов местной флоры приобретает особую значимость.

Во всём мире в целях эффективного использования сырьевых ресурсов текстильной промышленности, ресурсосбережения и охраны окружающей среды проводятся научно-исследовательские работы, направленные на окрашивание текстильных материалов природными красителями и производство конкурентоспособной продукции. В данном направлении исследования, связанные с получением природных красителей, а также совершенствованием и внедрением технологий окрашивания различных волокнистых материалов с их использованием имеют приоритетное значение. Наряду с этим особое внимание уделяется модернизации традиционных рецептур, разработке современных, научно обоснованных технологий получения природных красителей из вторичных ресурсов местной флоры, а также созданию новых инновационных технологий, обеспечивающих производство экологически чистой текстильной продукции, разработке их научно обоснованных технологий.

В целях достижения экономической эффективности, ресурсосбережения, а также защиты окружающей среды ведутся активные научные работы по усовершенствованию традиционных рецептур и разработке современной, научно обоснованной технологии экстракции природного красителя из вторичных ресурсов растений местной флоры, а также крашения ими различных волокнистых материалов, обеспечивающего повторимость получаемых цветовых тонов, устойчивость к различным качественным и эксплуатационным требованиям и главное — их экологичность.

Для развития национальной экономики республики, направленной на увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте, проводятся широкомасштабные мероприятия по увеличению объёма производства промышленной продукции, способствующие развитию туристической индустрии страны. Ключевым фактором развития промышленности республики служат локализация сырьевых ресурсов, внедрение инновационных,

¹Указ Президента Республики Узбекистан УП-158 от 11 сентября 2023 года о стратегии «Узбекистан – 2030».

ресурсосберегающих и экологичных технологий, расширение объёма производства готовой высококачественной продукции и разработка новых эксклюзивных ассортиментов текстиля, особенно национального направления, таких как икат, адрес, хан-атлас, бекасам и т.д., обеспечивающие интерес и рост сферы туризма страны. В Стратегии развития Республики Узбекистан на 2022–2026 г. поставлена такая важная задача, как “увеличение объёма производства промышленной продукции, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики и увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте”. Особенno важно при этом решение проблем, связанных с экологизацией и защитой окружающей среды страны, обеспечивающих экономический и социальный эффект.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан от 02 сентября 2023 г. № УП-155 "О дополнительных мерах по финансовой поддержке текстильной промышленности", от 01 мая 2024 г. № УП-71 "О мерах по выведению на новый этап развития текстильной и швейно-трикотажной промышленности", от 16 января 2025 г. № УП-6 "О дополнительных мерах по развитию цепочки переработки в текстильной и швейно-трикотажной промышленности", в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 30 сентября 2022 г. № 556 "О мерах по дальнейшему расширению глубокой переработки и производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на текстильных и швейно-трикотажных предприятиях, а также финансовой поддержке экспорта", а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республикой. Исследование по диссертационной работе выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан II. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Многими зарубежными и отечественными учёными был исследован и предложен ряд новых, эффективных методик и технологий по экстракции природных красителей и крашения ими различных волокнистых материалов. В их числе такие ученые, как М.З.Абдукаrimова, И.А.Набиева, Н.С.Амирова, П.А.Олимбайзода, Ф.Р.Ташмухамедов, Мануэль Хосе Доминго, Жоан Манель Бланкера, Иоланда Гарсия, Кирирадж К. Гайквад и Локман Хаким, Агарвал, Кришан Кумар, доктор Цзисюнь Чжань, доцент кафедры биологической инженерии в Университете штата Калифорния, Т.Е. Бурова, Герман Кричевский, Ю.А. Калинников, И.Ю. Вашурина, С.Н. Бутова, Л.А. Иванова, М.З. Султанова, Х.А. Абдрахманов, Н. Акзханов, А.С. Садуакас, А.Б. Нуриш и др.

Согласно результатам глубокого анализа научных трудов по тематике за последние годы, были предложены различные способы получения природных красителей из различного органического сырья посредством современных и высокотехнологичных методик и технологий. Однако возможности

усовершенствования старинных традиционных рецептов получения и применения природных красителей из вторичных ресурсов растений местной флоры изучены в недостаточной степени.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ заседания Научного совета Ташкентского института текстильной и легкой промышленности Протокол № 5 от 28 декабря 2023 г.

Целью исследования является разработка эффективной технологии крашения целлюлозосодержащих материалов природными красителями из вторичных ресурсов растений местной флоры.

Задачи исследования:

усовершенствовать процесс экстракции природных красителей из вторичных ресурсов растений местной флоры с применением различных интенсификаторов, обеспечивающих больший выход красителя из растения;

усовершенствовать ресурсосберегающую научно обоснованную технологию крашения природными красителями из вторичных ресурсов растений местной флоры трикотажа хлопчатобумажного состава и бытовой бумаги (салфеточной);

изучить структурные и межмолекулярные изменения в волокне во время процесса крашения их природными красителями современными способами анализа;

разработать научно обоснованную технологию крашения целлюлозноволокнистых материалов природными красителями методом математического планирования эксперимента;

апробировать и внедрить в производство результаты разработок научных исследований диссертационной работы.

Объектом исследования являются целлюлозосодержащие материалы – трикотаж хлопчатобумажного состава, бытовая бумага (салфетки) и растительное сырьё – гранатовая кожура, околоплодники грецкого ореха и бобы софоры.

Предмет исследования – технологические параметры процесса экстракции природного красителя из вторичных ресурсов растений местной флоры и крашения ими целлюлозноволокнистых материалов, механизм взаимодействия компонентов красильной ванны с волокнистым субстратом, качественные показатели окрашенных образцов.

Методы исследования. В ходе исследования использованы следующие современные физико-химические методы анализа: спектроколориметрия, ИК-Фурье-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, элементный анализ, математические методы анализа, а также другие стандартные методы.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

разработан эффективный способ экстракции природных красителей из гранатовой кожуры, околоплодников грецкого ореха, бобов софоры на основе масс-спектроскопического метода с сохранением их хромофорных групп;

предложены технологические режимы крашения трикотажа хлопчатобумажного состава и бытовой (салфеточной) бумаги природными красителями, полученными из вторичных ресурсов растений местной флоры, обеспечивающие экологическую, экономическую и социальную эффективность;

на основе теоретических и экспериментальных исследований установлен механизм химической взаимосвязи между функциональными и хромофорными группами волокна и красителей, обеспечивающий интенсивность и прочность окраски;

на основе математического планирования эксперимента разработана технология крашения с протравами различной природы, влияющими на интенсивность и прочность окраски образцов, определены рациональные технологические факторы для обеспечения высокого уровня интенсивности окраски.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработанные состав и способ экстракции из вторичных ресурсов растений местной флоры обеспечивают увеличение выхода природного красителя на 35–87,5% из гранатовой кожуры, 100–166% - из околоплодников грецкого ореха и 42–61% - из бобов сафоры;

предложенная технология получения природного красителя в форме порошка и пасты обеспечивает их транспортабельность, долгосрочность хранения и повторяемость цветовых оттенков материалов во всех окрашиваемых партиях;

разработана рациональная, экологически и экономически эффективная технология крашения трикотажа хлопчатобумажного состава природными красителями, обеспечивающая расширение ассортиментов текстильной продукции экологичными, качественными, эксклюзивными ассортиментами, имеющими высокий спрос у населения, за рубежом и в туристической индустрии;

разработана ресурсосберегающая, экологически и экономически эффективная технология крашения ассортимента бытовой (салфеточной) бумаги природными красителями, способствующая повышению социальной эффективности за счёт создания дополнительных рабочих мест, улучшения условий труда и снижения негативного воздействия на окружающую среду и сточные воды.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается соответствием теоретических экспериментальных исследований путем сопоставления их результатов, положительными оценками апробации и применения, а также их адекватностью по критериям оценки, сравнением положительных результатов исследования с полученными ранее показателями в данной области науки.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обусловлена созданием эффективного метода экстракции природных красителей из вторичных ресурсов местной флоры с сохранением их хромофорных групп, разработкой технологических режимов окрашивания хлопчатобумажных трикотажных изделий и бытовой (салфеточной) бумаги натуральными красителями, обеспечивающих экологическую, экономическую и социальную эффективность, определением механизмов химической связи между функциональными группами волокон и хромофорными группами красителей на основе теоретических и экспериментальных исследований, разработкой рациональной технологии окрашивания образцов различными натуральными красителями и проправами, влияющими на интенсивность и стойкость цвета, а также выявлением рациональных технологических факторов окрашивания, обеспечивающих высокие уровни и качественные показатели окрашенных образцов.

Практическая значимость результатов исследования обусловлена решением экологических, социальных и экономических проблем на основе совершенствования процесса экстракции природных красителей из растительного сырья, обуславливающего больший их выход и технологию крашения ими трикотажа хлопчатобумажного состава и бытовой (салфеточной) бумаги, обеспечивающую расширение ассортиментов текстильной и бумажной продукции экологичными, качественными, эксклюзивными ассортиментами, имеющими высокий спрос у населения, за рубежом и в туристической индустрии, а также способствующими повышению социальной эффективности за счёт создания дополнительных рабочих мест, улучшения их производственных условий и снижения негативной нагрузки на окружающую среду и сточные воды.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов научного исследования по разработке эффективной технологии крашения целлюлозно волокнистых материалов природными красителями, подтвержденных результатами исследования природы красильных растений, а также структурных и межмолекулярных изменений целлюлозного волокна:

внедрён в практику технологический режим крашения целлюлозосодержащих текстильных материалов природными красителями на основе кожуры граната, кожуры грецкого ореха и бобов софоры на предприятиях ООО "UNITEХ," ООО "Aya Global Tex" (Справка Ассоциации "Узтекстильпром" от 16 января 2024 г. №03/25-100). В результате внедрения достигнуто повышение производительности за счёт применения природных красителей вместо активных при крашении трикотажа хлопчатобумажного состава, вследствие чего появляется возможность их экспорта. Ожидаемый экономический эффект - 3 289 880 сум. на 1000 кг готового изделия при разбивке по ассортиментам и по классам красителей;

внедрён в практику на предприятии ООО "International Paper" разработанный технологический режим производства цветной санитарно-

гигиенической бумаги, окрашенной природными красителями на основе околовплодников грецкого ореха. В результате окрашивания гигиенической бумаги в различные тона — от жёлтого до зелёного — появляется возможность повышения производительности за счёт применения природных красителей вместо синтетических, а также увеличения прибыли на 23,4 %.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы обсуждены на 2 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации всего опубликовано 12 научных работ, из них 7 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации. подана заявка патента на изобретение

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет из 115 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность темы диссертации, формулируются цель и задачи, а также объект и предмет исследования, раскрывается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, приводятся информация о внедрении результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации – “**Современное состояние процесса крашения целлюлозных волокнистых материалов природными красителями на основе местной флоры**” – представлены обзор научных исследований по производству хлопкового волокна и трикотажа, изготовленного из него, а также результаты статистического анализа по красильным растениям местной флоры, возможности получения из них природных красителей различной формы. Рассмотрены применения их при окрашивании текстильных, бумажных и других продукции с учетом экологических норм.

Во второй главе диссертации – “**Объекты и способы экстракции природных красителей, крашения ими целлюлозных волокнистых материалов и анализ результатов**” – приведены характеристика объектов исследования, методы и составы ванн для экстрагирования красителя из вторичных ресурсов растений местной флоры, режимы крашения и протравливания хлопчатобумажного трикотажа, крашения бытовой бумаги, методы анализа экспериментальных результатов.

В третьей главе диссертации – “**Совершенствование процессов экстракции природного красителя из растений местной флоры и крашения ими целлюлозных волокнистых материалов**” рассмотрены возможности совершенствования процессов экстракции природного красителя из вторичных ресурсов растений местной флоры с применением различных интенсификаторов, обеспечивающих больший ее выход и крашения ими целлюлозно волокнистых материалов, бытовой бумаги и учитывающих природу красильного растения. Представлены математическое моделирование экспериментов, физико-химические анализы и их обсуждение.

На первом этапе исследования изучено влияние природы интенсификаторов экстракции на возможность увеличения количества экстрагируемого красителя из растения. Для исследования были выбраны такие красильные растения местной флоры, как гранатовая кожура, околоплодники грецкого ореха и бобы софоры, широко произрастающие в стране, а также являющиеся отходами пищевой промышленности.

Наличие в составе биологически активных веществ (БАВ) кожуры граната, зеленой кожуры грецкого ореха и бобов софоры таких красящих веществ, как катехины, фитонциды, соединения катехиновой природы и танин, предполагает, что молекулы красящего вещества на их основе связаны с функциональными группами целлюлозы прочными ковалентными, а также водородными и другими химическими связями.

Целью интенсификации процесса экстракции природного красителя из растительного сырья является повышение объема выхода красителя из растительного сырья, что в свою очередь позволяет достичь экономического эффекта, а также определить и спланировать объем производимой экологической текстильной продукции.

В качестве интенсификаторов экстракции (ИЭ) были выбраны следующие соли: NaCl (ИЭ1) и Na₂CO₃ (ИЭ2) с концентрацией 5 г/л. Экстрагирование красителя проводилось в водном отваре до состояния, соответствующего точной точке контроля вязкости. Для получения его в виде порошка красящее вещество высушивается лиофильным способом.

Изначально исследовалось влияние природы интенсификаторов экстракции на выход красителя из растительного сырья. Со всеми растениями применение ИЭ2 способствовало большему выходу красителя из растения, чем ИЭ1 и без ИЭ.

Полученные результаты дают основания для следующего вывода: применение интенсификаторов для экстракции красителей в зависимости от их природы увеличило выход красящих веществ из растительного сырья, что способствует разработке ресурсосберегающей технологии.

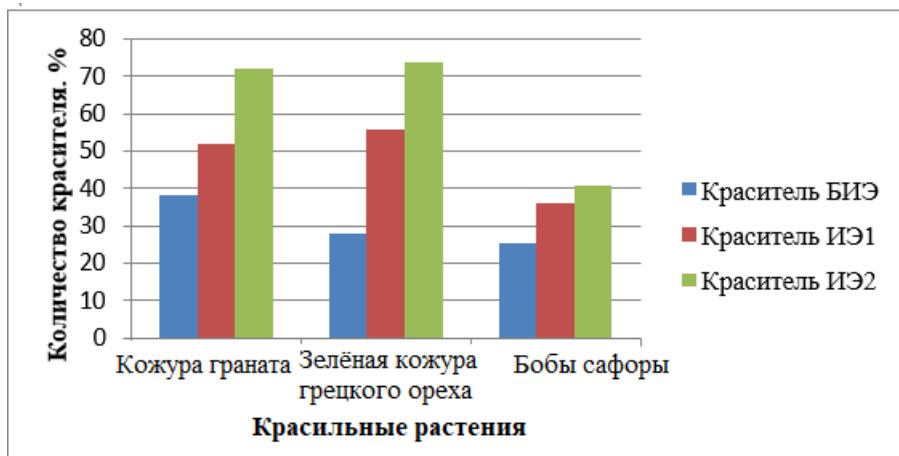


Рис.1. Количество экстрагированного красителя из 1 кг растительного сырья.

По результатам, представленным на рис. 1, видно, что околоплодники грецкого ореха и гранатовая кожура являются более красильными растениями, чем софора. В то же время следует учитывать условия экстракции и природу интенсификаторов экстракции, оказывающих значительное влияние на выход красителя.

С учетом более сильного влияния интенсификатора экстракции ИЭ2 на выход красителя из растения в дальнейшем было изучено влияние его концентрации на различные физико-химические показатели (рН среды, плотность, массу выхода субстрата) получаемого природного красителя из всех изучаемых растений.

Таблица 1
Влияние интенсификатора экстракции ИЭ2 на физико-химические показатели природных красителей

Концентрация ИЭ2, г/л	pH среда	Количество красителя остаточной ванны C , г/кг	Плотность красителя в пасте, г/дм ³	Масса красителя в порошке, г
Гранатовая кожура				
0,5	5,0	2,06	0,9009	15
1	5,7	4,13	1,0188	16
2	5,9	6,02	1,0681	16
3	6,5	9,18	1,1555	18
4	8,0	9,25	1,1798	18
5	8,3	9,98	1,4317	18

Показатели, приведённые в табл 1, подтверждают, что повышение концентрации интенсификатора экстракции повышает pH среду красителя, что способствует увеличению степени интенсивности окраски образцов ткани вследствие роста числа прочных химически фиксированных связей между молекулами красителя и функциональными группами волокна. С повышением концентрации ИЭ2 также увеличивается плотность красителя в пастообразной форме, что соответствует увеличению массы красителя в порошке. Аналогичные

результаты наблюдаются и с красильными растениями околоплодников грецкого ореха и бобов софоры.

На данном этапе исследования определены возможности получения природных красителей в форме водного раствора, в пастообразном состоянии и в виде порошка. Водный раствор, хотя и обеспечивает точность концентраций красильных растворов, по сроку хранения уступает всем другим формам. Краситель в форме порошка наиболее удобен при хранении, но при крашении текстильного материала высока вероятность неравномерной окраски, для устранения которой требуются дополнительные химические вмешательства, снижая экологическую ценность текстильной продукции и повышает её себестоимость. Таким образом, большее предпочтение в плане качественного крашения и хранения красителя отдаётся пастообразной форме, получаемой методом лиофильной сушки.

В целях предотвращения разрушения (обугливания) органической структуры красящего порошка после лиофильной сушки методом элементного анализа были определены его элементный состав, количество и свойства, а также проведено сравнение состава, степени сохранности и количества красителей, полученных методами лиофилизации и конвективной сушки.

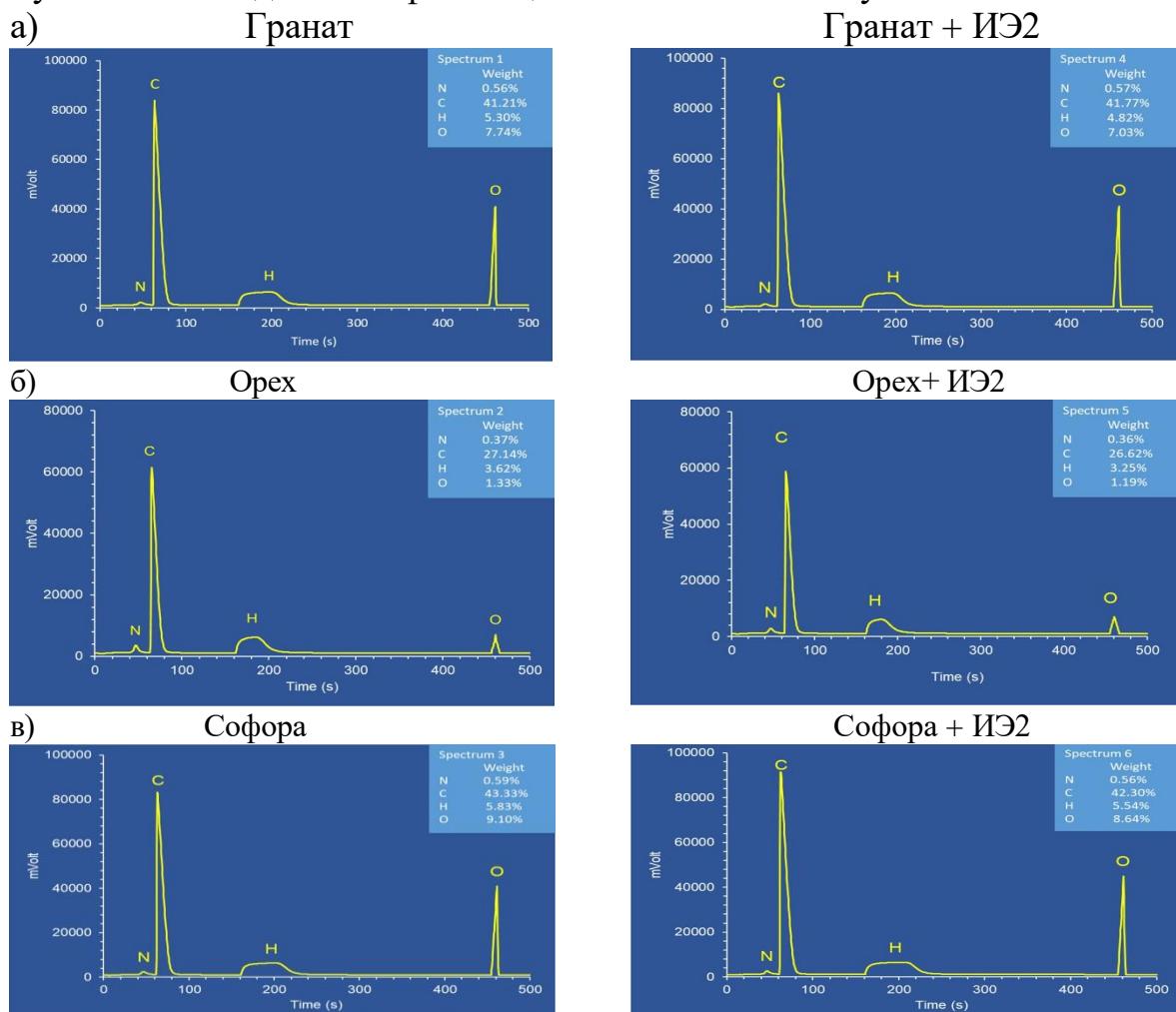


Рис. 2. Элементный анализ природных красителей
а- гранатовая кожура, б- околоплодник грецкого ореха, в- софора

По результатам анализа, представленного на рис. 2, было определено, что в составе растения содержатся N, C, H, O, т.е. такие органические красильные вещества, как юглон, флавоноид, катехин, кверцетин, кемферол, танин, что доказывает сохранность красильных веществ порошка природного красителя, полученного лиофильным способом. Результаты приведены в табл. 2 и на рис.2.

Таблица 2

Элементный анализ природного красителя

Элементы	Граната та. кожу ра	Гранат+ИЭ2		Окол. гр.орех	Орех + ИЭ2		Бобы софоры	Софора + ИЭ2	
		ЛС*	КС*		ЛС	КС		ЛС	КС
N	0,56	0,57	0,49	0,32	0,36	0,32	0,59	0,56	0,51
C	41,21	41,76	37,25	27,01	26,62	23,98	43,33	42,29	39,75
H	5,3	4,82	4,04	3,62	3,24	3,02	5,83	5,54	4,96
O	7,74	7,03	5,9	1,33	1,19	0,87	9,10	8,64	7,01

* ЛС - лиофильная сушка, КС - конвективная сушка

Представленные результаты показывают, что количество красящих веществ во всех красильных растениях, полученных методом лиофильной сушки, выше, чем в растениях, полученных конвективным методом.

На втором этапе исследования изучалась возможность разработки научно обоснованной технологии крашения трикотажных полотен из хлопкового волокна натуральными красителями. Эта технология должна обеспечивать повторяемость цветового тона в разных партиях трикотажного полотна, что является одной из существенных проблем процесса крашения текстиля натуральными красителями.

Крашение природными красителями сопровождается процессом протравливания солями металлов для закрепления окраски и расширения гаммы цветов. В качестве протравных солей были выбраны: П-1 ($K_2Cr_2O_7$), П-2 ($CuSO_4$), П-3 ($KAl(SO_4)_2$), как наименее негативно влияющие на окружающую среду, а также широко применяемые в дезинфицирующих, фармацевтических и других отраслях.

Крашение природными красителями можно проводить следующими тремя способами:

1-й : крашение – протравливание;

2-й: однованное совмешённое крашение и протравливание;

3-й: протравливание – крашение.

Для окрашивания натуральными красителями хлопчатобумажного трикотажа использовались три метода: без интенсификатора (БИ), с интенсификатором $NaCl$ (БИ-1), с интенсификатором Na_2CO_3 (БИ-2) и с различными протравами ($KAl(SO_4)_2$, $CuSO_4$, $K_2Cr_2O_7$).

Результаты исследования процесса крашения трикотажа из хлопчатобумажной пряжи природным красителем из гранатовой кожуры показали, что из трёх способов крашения водным раствором природных красителей наилучшие колористические результаты получены при окрашивании

трикотажа красителем с ИЭ-2 первым способом крашения, где сначала проводился процесс крашения, а затем — протравливание. Прочность окраски к мокрым обработкам и трению исследуемых образцов, окрашенных природными красителями, показала оценку преимущественно в 4–5 баллов. Видимо, между хромофорной группой молекулы красителя и функциональными группами волокна образуются координационные и межмолекулярные связи.

Преимущество первого способа крашения объясняется тем, что молекулы красителя, фиксируясь на функциональных группах субстрата волокна, образуют своего рода защитный слой, который предохраняет целлюлозное волокно от деструкционного воздействия протравных солей. Недостатком этого способа являются низкие показатели интенсивности цвета относительно остальных способов крашения.

Далее определялось влияние природы красителей, экстрагированных различными интенсификаторами, и протравных солей на интенсивность цвета окрашенных образцов с целью предложения наилучшего способа крашения, подбора соответствующих интенсификаторов экстракции и протравных солей. По результатам, представленным на можно сделать вывод, что во всех вариантах крашения со всеми исследуемыми протравными солями наивысшие показатели интенсивности цвета наблюдаются с красителем, полученным в присутствии ИЭ-2.

Аналогичное исследование было проведено по определению рационального способа крашения природным красителем из околоплодников грецкого ореха. Согласно полученным результатам, наилучшие колористические показатели наблюдаются во всех способах крашения трикотажа при однованном совмещённом способе крашения и протравливания со всеми вариантами экстрагирования красителей (БИЭ, ИЭ-1 и ИЭ-2) и протравных солей. Преимуществом этого способа является экономическая эффективность за счёт совмещения двух процессов при сохранении требуемой степени колористических показателей. К недостаткам данного способа следует отнести низкие показатели интенсивности цвета относительно первого способа крашения. Это объясняется тем, что краситель начинает взаимодействовать с протравной солью уже в растворе, образуя крупные агломераты, затрудняющие диффузию в поры волокна. Вследствие этого снижается количество координационно соединённых молекул с волокном. Требуемые показатели интенсивности цвета достигаются преимущественно за счёт фиксирования молекул красителя на поверхностном слое волокна. Низкие показатели прочности к трению объясняются тем, что при однованном способе крашения молекулы красителя соединяются с волокном только ван-дер-ваальсовыми и водородными связями, и параллельно происходит переход молекул красителя в раствор, что приводит к снижению интенсивности цвета. Реакции локообразования между красителем и протравными солями также усложняют управление процессом крашения.

Согласно полученным результатам, при сравнении процессов окрашивания со всеми экстрагированными красителями и протравными солями

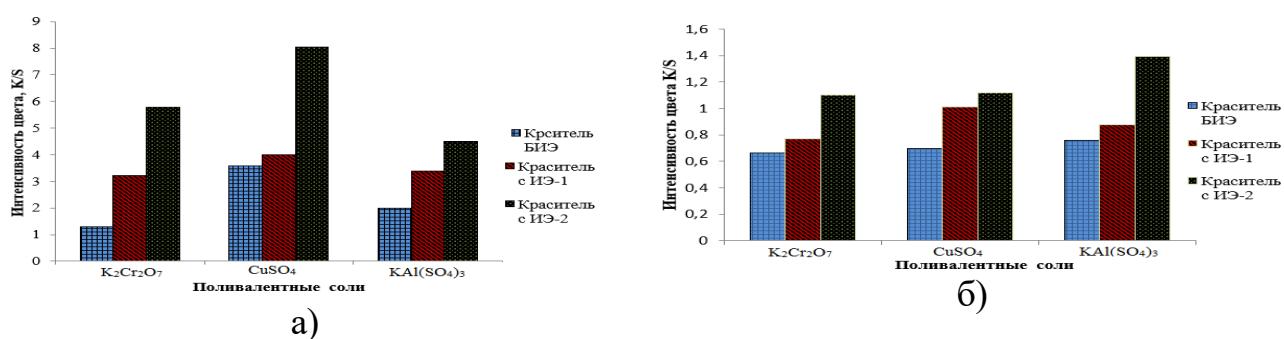
именно натуральный краситель, полученный с ИЭ-2, показал наибольшую интенсивность окраски.

Использованные природные красители на основе софоры показали следующие результаты. При крашении трикотажа из хлопчатобумажной пряжи красителем БИЭ высокие показатели интенсивности цвета получены при третьем способе крашения, где сначала образец протравляется $KAl(SO_4)_2$, а затем окрашивается.

При третьем способе крашения с предварительным протравливанием протравная соль сначала соединяется с активным центром волокна, а затем в процессе последующего крашения молекула красителя присоединяется к волокну за счёт образования координационных связей с протравной солью, т.е. комплекса «волокно-протрава-краситель». В связи с этим окраска на субстрате получается высокой прочности и интенсивности. Несмотря на противоречия в теории технологии производства, данный метод также рекомендуется как положительный. Это оправдано снижением концентрации протрав на 10-15% по сравнению с традиционным методом, что предотвращает деструкции субстрата. Данные выводы подтверждаются положительными результатами физико-механических испытаний окрашенных образцов и отсутствием повреждений волокон образцов.

В случае использования красителей, экстрагированных с помощью ИЭ-1 и ИЭ-2, высокие показатели интенсивности цвета получены при втором способе крашения с протравой $K_2Cr_2O_7$ и $KAl(SO_4)_2$ соответственно. Полученные преимущественно 5-балльные результаты прочностных показателей к мокрым обработкам и трению окрашенных образцов по всем способам крашения также свидетельствуют об образовании межмолекулярных связей между красителем и волокном и координационных связей между красителем и протравными солями. Полученные результаты в виде диаграмм представлены на рис. 3.

Сравнением всех протравных солей в процессе крашения хлопчатобумажного трикотажного полотна красителем, полученным экстрагированием с ИЭ-2 из кожуры граната установлено, что наибольшие значения интенсивности окраски отмечались при использовании в качестве протравы $CuSO_4$.



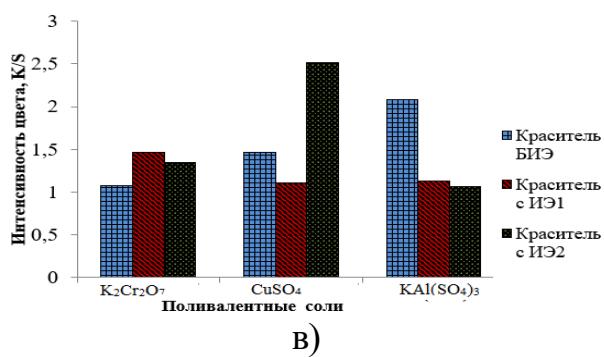


Рис. 3. Интенсивность цвета при крашении трикотажа из хлопчатобумажной пряжи природным красителем на основе:
гранатовой кожуры А
околоплодника грецкого ореха Б и
бобов софоры В

Сравнением всех вяжущих солей в процессе крашения хлопчатобумажной трикотажной ткани красителем, созданным под воздействием J2 из коры грецкого ореха-зеленого, выявлено, что наибольшие значения интенсивности окраски получены при использовании $CuSO_4$.

При сравнении всех протравных с солей в процессе окрашивания хлопчатобумажных трикотажных полотен красителем, установлено, что полученным путем экстрагирования с ИЭ-2 из бобов софоры, наибольшие значения интенсивности окраски наблюдались при использовании $CuSO_4$.

На рис.4 приведена на основании полученных результатов разработанная технология крашения хлопчатобумажного трикотажного полотна натуральными красителями посредством тремя различных способов.

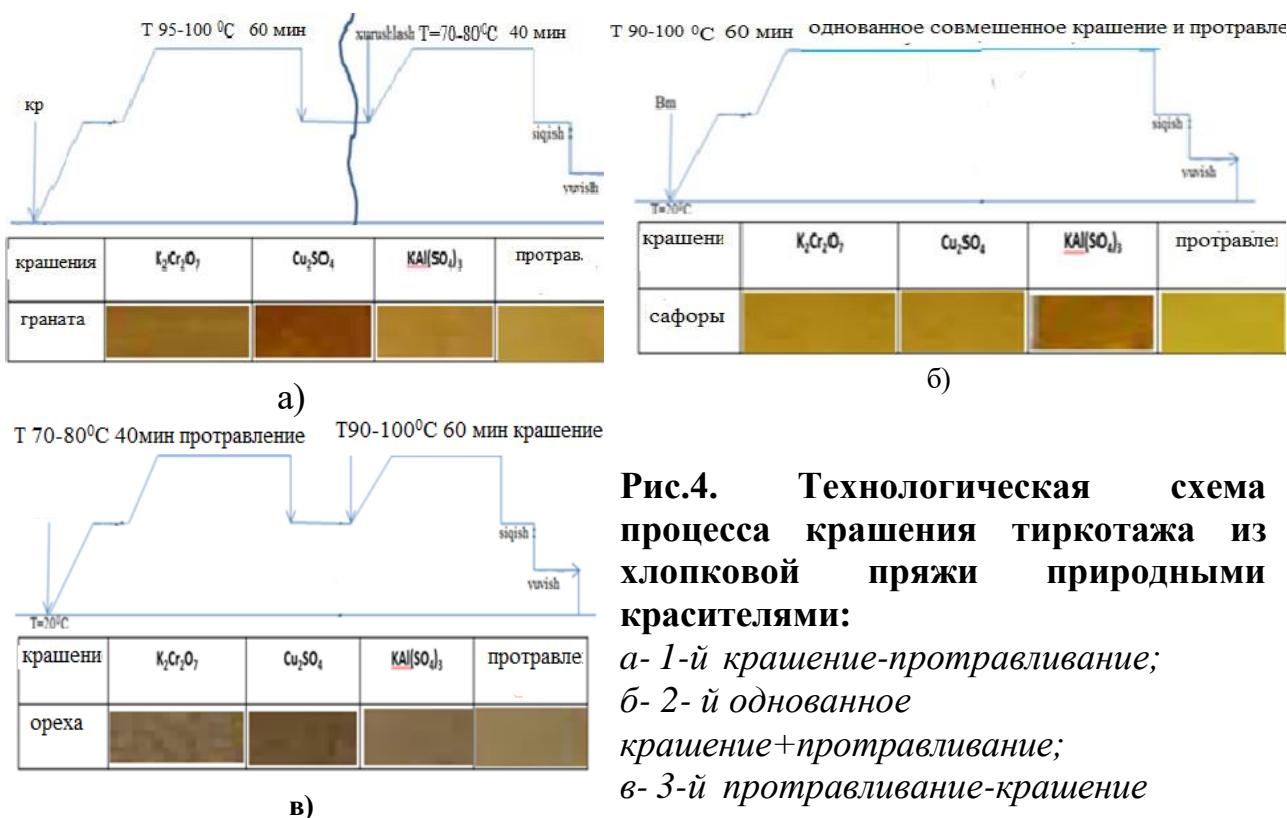


Рис.4. Технологическая схема процесса крашения трикотажа из хлопковой пряжи природными красителями:
а- 1-й крашение-протравливание;
б- 2- й однованное крашение+протравливание;
в- 3- й протравливание-крашение

Для всех типов экстрагированных натуральных красителей на основе кожуры граната однозначно рекомендуется двуххванный метод окрашивания. В

данном случае сначала проводилось окрашивание, а затем протравливание с помощью CuSO_4 (табл.3).

Для всех типов экстрагированных натуральных красителей на основе кожуры грецкого ореха предпочтительнее совмещенный метод окрашивания и протравливания, но для красителей, экстрагированных с помощью ИЭ-2, рекомендуется CuSO_4 , а для остальных вариантов — протравная соль $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$.

Таблица 3

Научно обоснованные способы крашения в зависимости от природы красильных растений

Краситель	Способ крашения	Протрава
Гранатовая кожура		
БИЭ	1-й способ: крашение – протравливание	CuSO_4
ИЭ-1	1-й способ: крашение – протравливание	CuSO_4
ИЭ-2	1-й способ: крашение – протравливание	CuSO_4
Ореховый околоплодник		
БИЭ	2-й способ: совмещенное крашение и протравливание	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
ИЭ-1	2-й способ: совмещенное крашение и протравливание	
ИЭ-2	2-й способ: совмещенное крашение и протравливание	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
Бобы софоры		
БИЭ	3-й способ: протравливание – крашение	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
ИЭ-1	2-й способ: совмещенное крашение и протравливание	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
ИЭ-2	2-й способ: совмещенное крашение и протравливание	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$

В случае красителей на основе софоры наблюдалось значительное влияние различных интенсификаторов экстракции на выбор способа окрашивания. Это объясняется тем, что флавоноиды (кверцитин, кемпферол, рутин, генистеин) в составе софорового красителя могут влиять на количество межмолекулярных и химических связей, образующихся между красителем и волокнами. Таким образом, для технологий производства при получении темных оттенков рекомендуются 1-й способ (сначала окрашивание, затем протравливание) и 3-й способ (сначала протравливание, затем окрашивание). Для светлых и средних оттенков экономически эффективным является совмещенный способ окрашивания и протравливания.

Проведенное физико-механическое испытание подтвердило положительное влияние на прочностные характеристики крашения трикотажа из хлопчатобумажной пряжи природными красителями.

По сравнению с исходной прочностью на разрыв в образцах хлопчатобумажного трикотажа, окрашенных красителем на основе кожуры граната, прочность увеличилась в среднем на 5,03 и 6,93%. В образцах, окрашенных красителем на основе околоплодников грецкого ореха, на 5,96 и 8,51%, а в образцах, окрашенных красителем на основе софоры, на 22,03 и 6,17% (в направлении утка и основы соответственно). Как видно, увеличение числа межмолекулярных и координационных связей способствовало улучшению прочностных показателей хлопчатобумажного трикотажа.

На следующем этапе, с целью изучения изменений, происходящих в структуре волокна в процессе крашения хлопчатобумажного трикотажа красителями на основе кожуры граната, околоплодников грецкого ореха и софоры, были определены изотермы адсорбции паров газа и жидкости на различных адсорбентах на вакуумной установке Мак-Бен-Бакра (рис. 5).

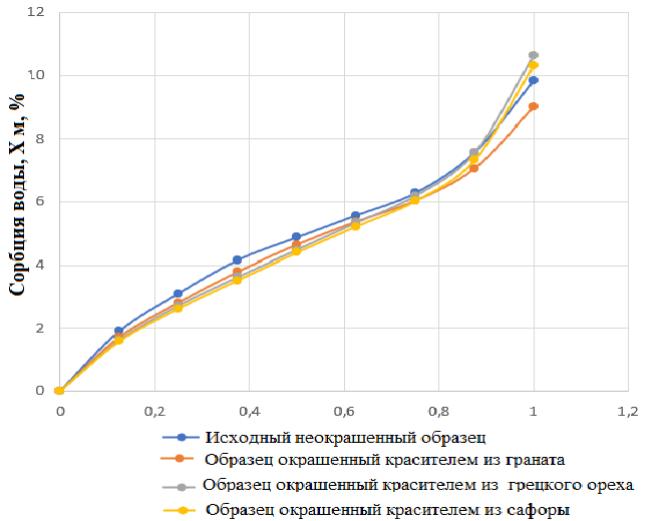


Рис.5. Сорбционные свойства трикотажа из хлопковой пряжи, окрашенной природными красителями.

По сравнению с исходным белым образцом объем монослоя образца, окрашенного красителями на основе граната, грецкого ореха и софоры, составил соответственно 7,6; 11,8; 14,7%, удельная поверхность-7,7; 11,9; 14,9%, суммарный объем пор-5,85; 2,14; 4,72%, а радиус капилляров уменьшился на 0,88% в случае красителя на основе граната и увеличился на 22,1 и 23,3% в случае грецкого ореха и софоры, объем насыщения также уменьшился на 8,5% в случае красителя на основе граната и увеличился на 8,1 и 104,9% в случае грецкого ореха и софоры, мезапоры также уменьшились на 6,7% в случае граната и увеличились на 16,7% в случае грецкого ореха и софоры (табл. 4).

Таблица 4
Поверхностные и объемные свойства трикотажа из хлопковой пряжи, окрашенной природным красителем

Качественные показатели	Образцы окрашенные природными красителями			
	исходный	гранат	орех	софора
Емкость монослоя X_m , г/г	2,38	2,20	2,10	2,03
Удельная поверхность $S_{уд}$, м ² /г	154,87	142,91	136,44	132,15
Суммарный объем пор W_0 , см ³ /г	0,1205792	0,11352	0,1179974	0,1148874
Радиус капилляров χ_k , Å ⁰	22,8	22,6	28,0	28,1
Объем насыщения V_s	0,176742	0,161694	0,19098	0,1854
Мезапоры W_{me}	0,06	0,05	0,07	0,07

Эти изменения подтверждаются тем фактом, что уровень кристалличности образцов, окрашенных красителями на основе граната, грецкого ореха и софоры, снизился на 9,65, 44 и 13,7% соответственно по сравнению с исходным неокрашенным образцом. Очевидно, что изменения объемных свойств

структуры волокна влияют на формирование и структуру его кристаллитов (рис. 6).

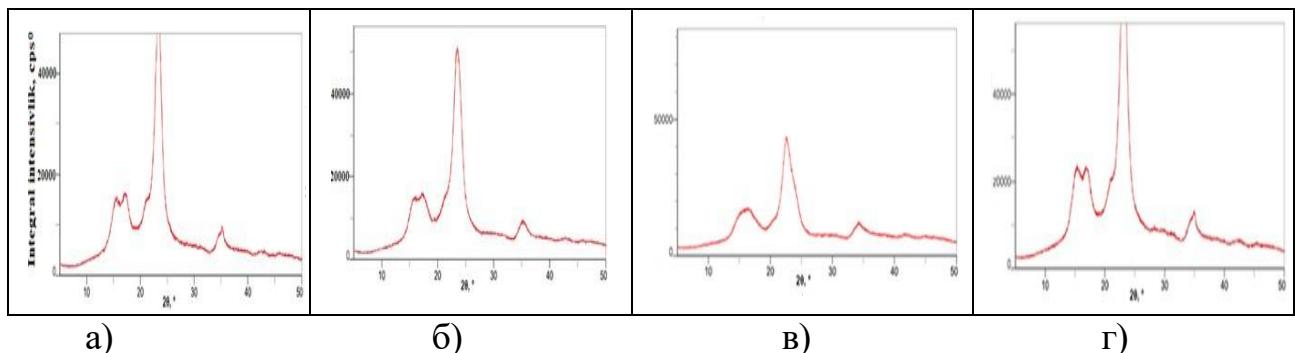


Рис.6. Сравнение степени кристалличности:

а-исходный белый образец; б- образец, окрашенный красителем БИЭ; в-образец, окрашенный красителем с ИЭ-2 с протравлением $CuSO_4$; г-образец, окрашенный красителем БИЭ с протравлением $CuSO_4$.

Снижение степени кристалличности позволяет красителям проникать глубже в поры волокон в процессе окрашивания, увеличивая степень фиксации (рис. 7).

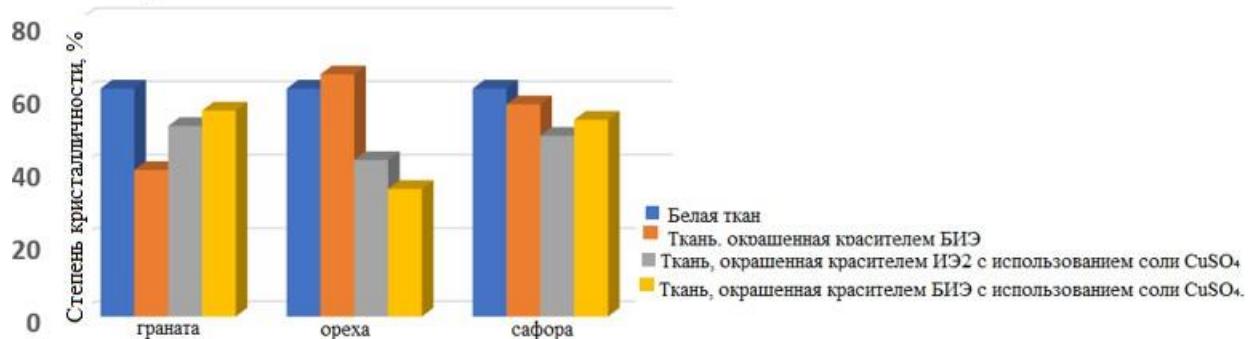


Рис.7. Сравнение рентгеноструктурного анализа природных красителей на основе гранатовой кожуры, околоплодников грецкого ореха и софоры

В результате сравнения рентгенодифракционных кривых исходных неокрашенных образцов и исследования хлопчатобумажных трикотажных полотен, окрашенных натуральными красителями, полученными без использования (БИЭ) и с использованием интенсификаторов экстрагирования красителя (ИЭ-2) из кожуры граната, установлено, что в образце, окрашенном красителем БИЭ, кристаллическая решетка волокон сохраняется, но степень кристалличности снижается на 22,2% (с.м.7). Наблюдались также незначительные изменения в диапазоне углов 2Θ $15,34-15,71^0$ и $17,28-17,48^0$.

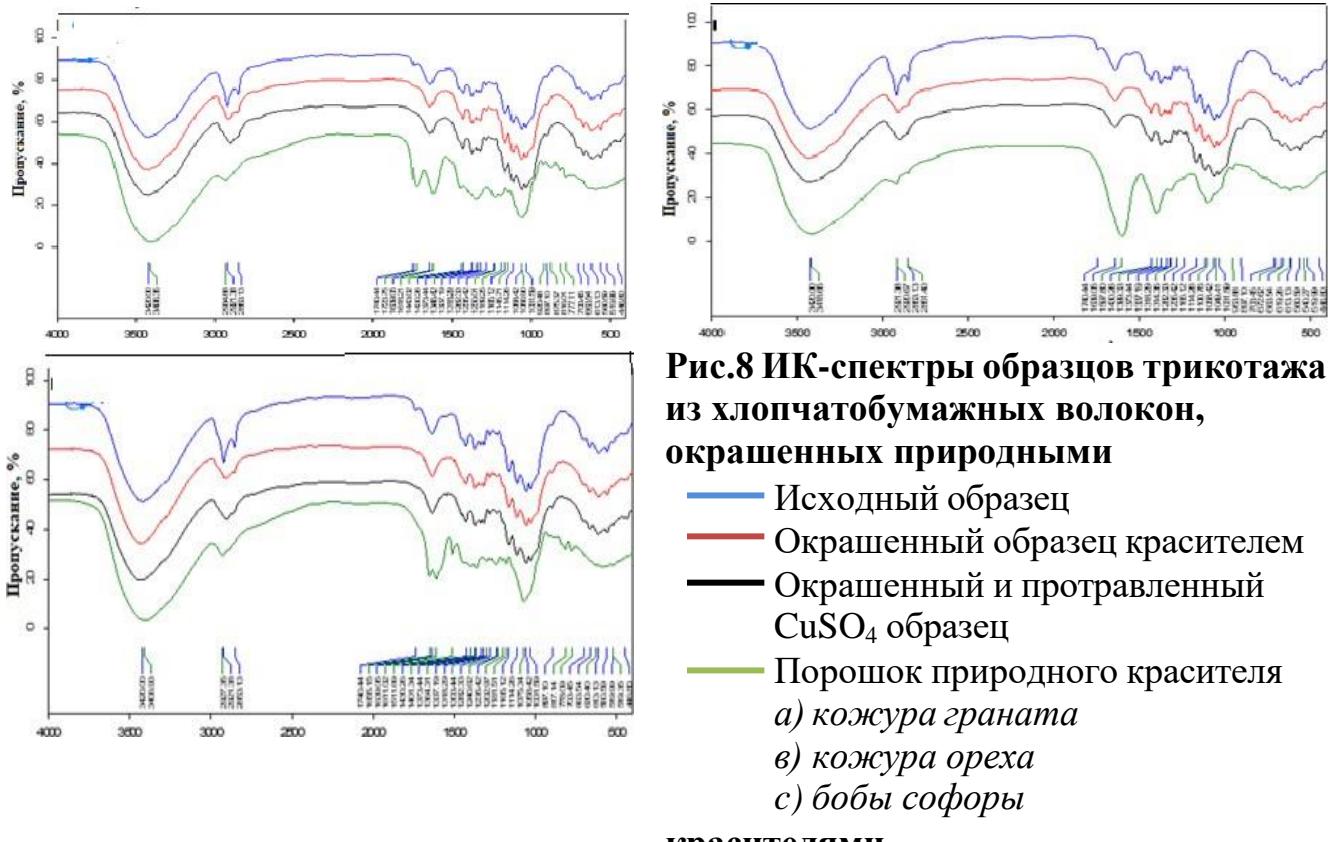


Рис.8 ИК-спектры образцов трикотажа из хлопчатобумажных волокон, окрашенных природными красителями

- Исходный образец
- Окрашенный образец красителем
- Окрашенный и протравленный CuSO_4 образец
- Порошок природного красителя
 а) кожура граната
 б) кожура ореха
 в) бобы софоры

красителями

Линии поглощения кривой в диапазоне $3700\text{-}3100 \text{ см}^{-1}$ представляют собой водородные связи в неокрашенном образце это отразилось на $3423,00 \text{ см}^{-1}$. В образце с красителем, экстрагированным БИЭ, максимумы водородных связей сместились в сторону меньшей длины волн ($3406,36 \text{ см}^{-1}$). Введение интенсификаторов экстракции растительного красителя оказalo слабое влияние на водородные связи целлюлозосодержащей субстратной макромолекулы, в которой максимумы водородных связей в этом образце остались практически неизменными ($3420,0 \text{ см}^{-1}$). В растворе для окрашивания с экстрагированным красителем БИЭ обнаружено, что линия поглощения при 920 см^{-1} , представляющая асимметричную вибрацию кольцевой структуры целлюлозы, сместилась с $875,10 \text{ см}^{-1}$ до $855,60 \text{ см}^{-1}$ в образцах из-за кислотности среды (рис. 8). Процесс протравливания является обязательным этапом окрашивания текстильных материалов натуральными красителями. В этом процессе образуются координационные связи между гидроксильными группами в волокнах и катионом соли металла, что повышает устойчивость получаемых красителей к влажной обработке и истиранию. Чрезвычайно важно правильно подобрать и определить оптимальную концентрацию различных солей многовалентных металлов, учитывая их токсичность и природу. Одной из простейших математических моделей является полином, линейный относительно неизвестных коэффициентов, что упрощает обработку экспериментальных результатов. В качестве факторов выбраны применяемые при крашении проправы, температура и продолжительность крашения, олучено уравнение регрессии:

$$y_1 = 2,725 - 0,25x_1 + 0,425x_2 - 0,2x_3 - 0,3x_2x_3 - 0,425x_1x_2x_3$$

Полученное уравнение регрессии описывает количественное и качественное влияние входных факторов — x_1 (вид протравы) и x_2 (температура процесса). Среди факторов в указанном диапазоне наиболее значимый положительный эффект демонстрирует фактор x_2 — то есть температура. Рациональным был признан режим обработки, соответствующий наивысшему уровню факторов: протрава — CuSO_4 ; температура — 90°C ; продолжительность — 75 мин. Результаты, полученные на основе уравнения регрессии, показывают, что все входные факторы, определяющие интенсивность окраски ткани, статистически значимы. При этом интенсивность окраски, в основном, наблюдается при повышении температуры, снижении концентрации протравы и сокращении продолжительности процесса окрашивания.

На третьем этапе исследования была разработана технология производства ряда ресурсосберегающих видов бытовой бумаги и бумажной продукции, отвечающих экологическим требованиям и использующих натуральные красители. Это не только обеспечивает экологическую безопасность, но и позволяет добиться экономической эффективности.

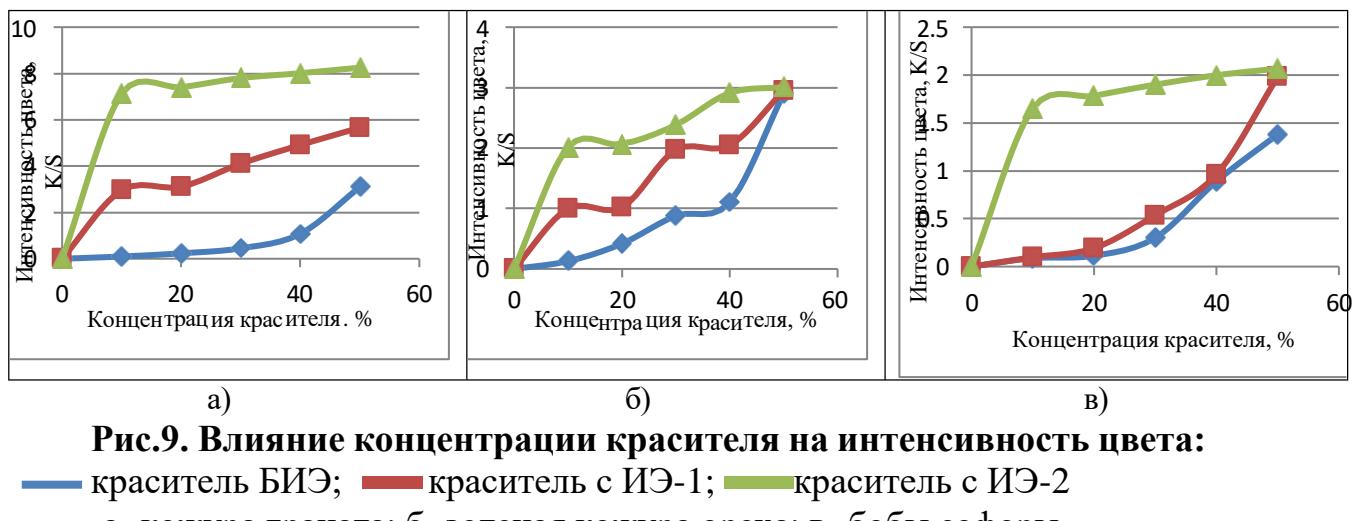
Согласно представленным результатам (табл.5), с повышением концентрации раствора красителя уровень интенсивности цвета также повышается. Действительно, когда образцу требуется более яркий цвет, концентрацию красителя в растворе можно увеличить до необходимой интенсивности. Однако, с точки зрения экономической эффективности технологии, цвета, полученные при 20%-ной концентрации раствора красителя, полностью соответствуют естественным приглушенным цветам, которые отвечают современным тенденциям в производстве бумажной продукции.

Таблица 5
Колористические и качественные характеристики бытовой бумаги

Вид красителя	Интенсивность цвета, K/S	Цветовой тон (визуально)	Светлота цвета	Ровнота цвета	Плотность контрольной точки красителя, ρ	Зольность бумажной массы, %
Гран.кожура. - БИЭ с ИЭ-1 с ИЭ-2	0,24	Св.горчич.	7,532	1,25	1,3717	0,49
	3,11	Горчичный	3,309	1,61		0,49
	7,41	Тём.горчич	6,122	1,14		0,49
Орех.околопод.- БИЭ с ИЭ-1 с ИЭ-2	0,42	Св.сер. бежевый	1,061	1,75	1,3672	0,71
	1,02	Серо.беж.й	0,450	1,44		0,71
	2,06	Мат.сер.корич	2,130	1,16		0,71
Софора БИЭ с ИЭ1 с ИЭ2	0,11	Св.желтый	1,475	1,84	1,3327	0,50
	0,19	Крем.желт.	0,732	1,26		0,50
	1,78	Крем-брюле	0,424	1,14		0,50

Согласно представленным результатам, цветовые характеристики образцов бытовой бумаги, полученные в процессе окрашивания натуральными красителями в пастообразной форме, рассматриваемом в главе 3.1, полностью

соответствуют действующим эксплуатационным требованиям и стандартам ГОСТа Р 52354–2005. Соответствие концентрации красителя уровню плотности в предложенных контрольных точках обеспечивает требуемые цветовые тона и их воспроизводимость во всех партиях.



Таким образом, предложенный метод получения красителей из различных красильных растений создает возможность использования высокоэффективной, экономичной и экологически чистой технологии окрашивания широкого спектра бумажной продукции в различные цвета. Цветовые тона, используемые в этом методе, получаются в зависимости от природы растительного сырья, а отсутствие использования протравных солей положительно сказывается на проблеме очистки производственных сточных вод. Процесс окрашивания не оказал существенного влияния на показатели качества и прочностные свойства образцов, которые полностью соответствовали требованиям ГОСТа 13525.19-91 (ISO 287-85) для данного вида бытовой бумаги. Использование вышеупомянутых натуральных красителей в производстве бытовой бумаги повышает конкурентоспособность и экспортный потенциал продукции, а также обеспечивает значительную экономию для малых и частных предприятий.

На основе результатов экспериментов и научных исследований была усовершенствована технология экстракции натуральных красителей и разработаны научно обоснованные технологии крашения ими целлюлозосодержащих материалов.

В результате применения предложенных и усовершенствованных технологий общая экономическая эффективность окрашивания трикотажных изделий из хлопка и бытовой бумаги составила 34 и 47% соответственно (на тонну трикотажных и бумажных изделий).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов исследования по теме «Разработка эффективной технологии крашения целлюлозосодержащих материалов природными красителями» были сделаны следующие выводы:

1. Усовершенствован процесс извлечения натуральных красителей из кожуры граната, зеленой кожуры грецкого ореха и бобов софоры с участием различных интенсификаторов. Это позволило увеличить количество красителя, извлекаемого из растительного сырья, на 100–166%, в результате чего объем окрашиваемого материала увеличился в 2–2,7 раза, что обеспечило значительную экономическую эффективность.

2. С помощью метода математического моделирования планирования эксперимента разработана оптимальная технология крашения трикотажа из хлопчатобумажной пряжи природным красителем на основе растений местной флоры.

3. На основе изучения структурных и межмолекулярных изменений в волокне во время крашения природными красителями разработана научно обоснованная технология крашения трикотажа из хлопчатобумажных волокон природными красителями.

4. Разработанная в результате исследования оптимальная, научно обоснованная технология, использующая натуральные красители (с применением ИЭ-2), полученные из вторичных ресурсов местной флоры и отходов пищевой промышленности в низких концентрациях солями металлов ($K_2Cr_2O_7$, $CuSO_4$, $KAl(SO_4)_2$) при окрашивании хлопчатобумажного трикотажа, позволила получить темные цвета с использованием 1-го способа крашения (крашение-протравливание) и 3-го способа крашения (протравливание крашение).

5. Предложенный способа ускоренной экстракции продемонстрировал возможность получения насыщенных светло-желтых оттенков в готовой бумажной продукции путем окрашивания бумажной массы, предназначеннной для бытовых бумажных изделий, натуральными красителями, полученными из местной флоры и вторичных ресурсов пищевой промышленности. Результаты данного исследования позволяют расширить ассортимент экологически чистой и высококачественной бумажной продукции.

6. Рассчитана экономическая эффективность от внедрения результатов научного исследования в производство она составляет на 1 тонну окрашенного природными красителями трикотажа из хлопковой пряжи 8 058 225 тыс. сум, бытовой бумаги – 3 927 792 тыс. сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.08.01 ON AWARDING THE
SCIENTIFIC DEGREES AT TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND
LIGHT INDUSTRY**

TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

RAKHMONOVA SAIDAKHON RAKHIMJON QIZI

**DEVELOPMENT OF AN EFFECTIVE DYEING TECHNOLOGY FOR
CELLULOSE-CONTAINING MATERIALS USING NATURAL DYES**

**05.06.02 – Technology of textile materials and primary treatment of raw
materials**

**ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
(PhD) IN TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2026

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) in technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan numbered B2024.2.PhD/T4708.

The dissertation work was completed at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is posted on the website of the Scientific Council at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (www.ttyesi.uz) and on the “Ziyonet” information and educational portal (www.ziyonet.uz) .

Scientific adviser:

Amirova Nodira Salikovna

candidate of technical sciences, assoc. prof

Official opponents:

Matismailov Saipilla Lalashbayevich

doctor of technical sciences, professor

Abdumavlyanova Mamura Kasimovna

candidate of chemical sciences, associate Professor

Leading organization

**Research Institute of natural fibers of
Uzbekistan**

The defense of the dissertation will be held on «20» January 2026 at 14⁰⁰ o'clock at the a meeting of the Scientific Council DSc 03/30.12.2019.T.08.01. for awarding academic degrees at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (Address: 5, Shokhjakhon street, Yakkasaray district, 100100, Tashkent. Administrative building of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry, room 222). Phone.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08, fax: (+99871) 253-36-17, e-mail: titlp_info@edu.uz .

The dissertation can be reviewed at the Information and resource center of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (registration number 265). Address: 5, Shokhjakhon street, Yakkasaray district, 100100, Tashkent. Phone: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08

The abstract of the dissertation has been sent out on «06» January 2026 year.
(mailing report №264 on «06» January 2026 year).



Kh.Kh. Kamilova

Chairman of the Scientific council that awards scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor



A.Z. Mamatov

Scientific secretary of Scientific council on award scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor



Sh.Sh. Khakimov

Chairman of the Scientific seminar at the scientific council on award of
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The purpose of the research is the development of an effective technology for dyeing cellulose-based materials with natural colorants obtained from secondary resources of local flora plants.

The tasks of the research are:

improving the extraction process of natural colorants using various accelerators in order to ensure the extraction of large quantities of colorants from local flora plants and secondary resources;

developing an alternative, scientifically based technology for dyeing cellulose fiber materials with natural colorants using the method of mathematical planning of experiments;

improving the resource-saving scientifically based technology for dyeing cotton-based knitted wear and household paper (napkins) with natural colorants based on local flora plants and secondary resources;

research of the structural and intermolecular changes in fibers during dyeing with natural colorants using modern analytical methods;

testing and introduction of the results of scientific research into production;

The scientific novelty of the research is as follows:

an effective method for extracting natural colorants from pomegranate peel, walnut-green peel, and safflower seeds while preserving chromophore groups using the mass spectroscopic method has been developed;

technological modes for dyeing cotton-based knitted wear and household paper (napkins) with natural colorants obtained from secondary resources of local flora plants ensuring environmental, economic and social efficiency have been developed;

based on theoretical and experimental research, the mechanism of chemical bonding between functional and chromophore groups of fibers and colorants, which ensures color intensity and durability during dyeing and roughing with natural dyes, has been identified;

development of a rational technology for dyeing samples with various natural colorants and roughing agents that affect color intensity and durability, and rational technological factors of dyeing, ensuring high level and quality indicators of dyed samples, were determined based on the methods of mathematical planning of experiments.

Implementation of research results. Based on the results of scientific research on the development of an effective technology for dyeing cellulose fiber materials with natural colorants based on the results of studying the nature of dyeing plants and cellulose fibers, considering structural and intermolecular changes:

the technology for obtaining natural dyes based on pomegranate peel, walnut-green peel and saffron seeds was implemented at the “UNITEX” LLC, “Aya Global Tex” LLC and “International Paper” LLC. (Reference of the “Uztukimachiliksanoat” Association No. 03/25-100 dated January 16, 2024). As a result, the use of natural colorants instead of synthetic colorants for dyeing household (napkin) paper in various

colors from yellow to green has increased productivity, reduced production costs, and achieved a 23.4% profit in paper production.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 115 pages.

E'RON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I – bo'lim (I часть, I part)

1. Amirova N.S., Rakhmonova S.R. Экокрашение хлопчатобумажного трикотажа //O'zbekiston to'qimachilik jurnali. -Toshkent, 2024. -№2. C.117-123. (05.00.00;№17).
2. Амирова Н.С., Раҳмонова С.Р. Колорирование санитарно-гигиенической бумаги натуральными красителями // Научный журнал “Механика и технологии”. -Qozog'iston -2023yil. – №3(81). – С.105-112. (05.00.00; IF 0.84).
3. Amirova N.S., Rakhmonova S.R. Эффективное крашение трикотажа природными красителями на основе софоры //O'zbekiston to'qimachilik jurnali. Toshkent. 2025. №1.C.153-161. (05.00.00;№17)
4. Амирова Н.С., Раҳмонова С.Р. Крашение санитарно-гигиенической бумаги красителями на основе растений местной флоры // Universum: Технические науки. – М. 2025. – № 1 (130). – С. 56–60. (02.00.00;№1).
5. Amirova N.S., Rakhmonova S.R. The Possibility of Coloring and Pringting Sanitary-AHygienic Paper with Natural Dyes // European International Journal Of Multidisciplinary Research and Management studies. Date: 30-oktyabr, 2022 ISSN: 2750-8587. -P 276-280. . (05.00.00; IF 7.853).

II – bo'lim (II часть, II part)

6. Amirova N.S., Rakhmonova S.R., Shin I.G., Mirzakhmedova M.Kh. Mathematical Planning of the Process of Dyeing Knitted Fabric with Natural Dyes. //AIP Conference Proceedings, 3268, 030021, 2025. (05.00.00, Scopus)
7. Amirova N.S., Rakhmonova S.R., Xusanov.F.S. Bo'yovchi moddaning o'simlik chiqindilaridan ajratib olish jarayonini jadalashtirish // Journal of Innovations in Social Sciences. . Date: 20-aprel, 2022 ISSN: 2181-2594. P. 18-22.
8. Amirova N.S., Rakhmonova S.R. Инновация при крашении и печатании санитарногигиенической бумаги природными красителями// “Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda milliy va xorijiy tajribalar” mavzusida xalqaro ilmiy - amaliy anjuman. Toshkent 2022 yil (7-8 oktyabr), 2-qism 78-81b.
9. Amirova N.S., Rakhmonova S.R., Xusanov.F.S. Bo'yovchi moddani o'simlik chiqindilaridan ajratib olish jarayonini jadallashtirish // “ Fan, ta'lif, ishlab chiqarish integratsiyalashushi sharoitida paxta tozalash, to'qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish innovatsioan texnologiyalar dolzarb muammolari va ularning” mavzusida Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallar to'plami. Toshkent, 2022-yil.(18-19 may), 2-qism 127-129b.
10. Amirova N.S., Rakhmonova S.R. Trikotaj polotnosini anor po'stlog'i asosidagi tabiiy bo'yovchi moddalar bilan samarador bo'yash texnologiyasi // “O'zbekistonda yangi iqtisodiy islohatlar sharoitida paxta, to'qimachilik, yengil sanoat va matbaa sohalari texnologiyalarining rivojlantirishning istiqbollari va muammalari”

mavzusida respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjuman. Toshkent 2024 yil (22-may), 2-qism 42-44-b

11. Amirova N.S., Rakhmonova S.R., S.Sh.Nurullayeva. Safora assaidagi tabiiy bo‘yovchi moddalar bilan paxta tolali trikotajni bo‘yash // “Xalqaro tajriba: ta’limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo‘nalishida yuqori malakali kadrlar tayyorlash istiqbollari” mavzusiga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy-amaliy anjumani to‘plami. Toshkent 2024 yil (8-dekabr), 317-319b

12. Amirova N.S., Rakhmonova S.R., Nurullaeva S.Sh. Интенсификация процесса крашения бумаги красителями из растительных отходов // “To‘qimachilik va yengil sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarishda konseptual yondashuvlar, innovatsion yechimlar” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami, 14–15 may 2025 y., Urganch, O‘zbekiston. – B. 129–132

Aftoreferat “O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali” ilmiy-texnikaviy jurnalni taxririyatida
tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlari
mosligi tekshirildi (06.01.2026 y.)

Bosishga ruxsat etildi: 06.01.2026 yil.

Bichimi 60x45 1/8, «Times New Roman»

Garniturada, raqamli bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog‘i 3,25.Adadi 70. Buyurtma №2.

TTYESI bosmaxonasida chop etildi.

100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon ko‘chasi, 5-uy.

