

TO‘QIMACHILIK MATERIALLARIGA TABIIY ANTIBAKTERIAL MODDALAR BILAN ISHLOV BERISH JARAYONIDA UNING KOLORISTIK KO‘RSATKICHLARINI O‘ZGARISHI

*Nabiyeva Iroda Abdusamatovna, texnika fanlari doktori, professor,
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti
A‘zamjonova Saodat Shavkat qizi, tayanch doktorant,
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti.*

Annotasiya. Mazkur maqolada paxta tolali matoga tabiiy antibakterial moddalar bilan ishlov berish jarayonida uning koloristik ko‘rsatkichlarini o‘zgarishi tahlil qilingan. Tadqiqotda an‘anaviy kimyoviy apretlarni atrof-muhitga salbiy ta‘sirini kamaytirish maqsadida, ularga alternativ ekologik toza tabiiy antibakterial moddalar – *Crocus sativus* va *Juniperus spp.* kabi mahalliy o‘simliklardan ajratib olingan rang beruvchi ekstraktlar qo‘llanilgan. Shuningdek, tabiiy antibakterial moddalarning tolaga mustahkam birikishini ta‘minlash uchun polivalent metall tuz – CuSO_4 mordant sifatida ishlatilgan. Namunalarning antibakterial xususiyatini oshirish maqsadida Zingiber (Zanjabil) bilan ishlov berilgan.

Kalit so‘zlar: tabiiy antibakterial moddalar, polivalent metall tuzlar, CIELAB rang modeli, rang intensivlik, kolorimetrik tahlil, o‘simlik ekstrakti, rang koordinatasi.

ИЗМЕНЕНИЕ КОЛОРИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ НАТУРАЛЬНЫМИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

*Набиева Ирода Абдусаматовна, д.т.н., профессор,
Ташкентского института текстильной и легкой промышленности
Аъзамжоновна Саодат Шавкат кизи, докторант,
Ташкентского института текстильной и легкой промышленности*

Аннотация. В данной статье проанализированы изменения колористических показателей хлопчатобумажной ткани в процессе обработки натуральными антибактериальными веществами. В исследовании с целью снижения негативного воздействия традиционных химических аппретов на окружающую среду в качестве альтернативы использованы экологически чистые натуральные антибактериальные вещества — красящие экстракты, полученные из местных растений, таких как *Crocus sativus* и *Juniperus spp.* Также для обеспечения прочного закрепления натуральных антибактериальных веществ на волокне в качестве протравы использовалась поливалентная соль металла – CuSO_4 . С целью повышения антибактериальных свойств образцы дополнительно обработаны Zingiber (имбирём).

Ключевые слова: натуральные антибактериальные вещества, поливалентные соли металлов, цветовая модель CIELAB, интенсивность окраски, колориметрический анализ, растительный экстракт, цветовые координаты.

CHANGES IN THE COLORISTIC PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS DURING TREATMENT WITH NATURAL ANTIBACTERIAL SUBSTANCES

*Nabiyeva Iroda Abdusamatovna, DSc, professor,
Tashkent institute of textile and light industry
Azamjonova Saodat Shavkat qizi, PhD Candidate,
Tashkent institute of textile and light industry*

Abstract. *This article analyzes the changes in the coloristic properties of cotton fabric during treatment with natural antibacterial substances. In order to reduce the negative environmental impact of traditional chemical finishing agents, environmentally friendly natural antibacterial substances were used as an alternative—namely, dye extracts obtained from local plants such as *Crocus sativus* and *Juniperus* spp. In addition, a polyvalent metal salt CuSO_4 was used as a mordant to ensure strong fixation of natural antibacterial substances to the fiber. To enhance the antibacterial properties of the samples, treatment with *Zingiber* (ginger) was also applied.*

Keywords: *natural antibacterial substances, polyvalent metal salts, CIELAB color model, color intensity, colorimetric analysis, plant extract, color coordinates.*

Kirish. Jahon miqyosida to‘qimachilik sanoati jadal rivojlanayotgan tarmoq sifatida muhim o‘rin egallaydi. Tarmoqning o‘sishi aholi sonining ortishi va shaharlashuv jarayoni bilan bevosita bog‘liq jarayon bo‘lib, dunyo bo‘ylab to‘qimachilik mahsulotlariga bo‘lgan talabning oshishiga olib kelmoqda. Biroq, bu o‘shish suvga bo‘lgan talabning ko‘payishi va oqova suv chiqindalarining oshishi bilan parallel ravishda o‘smoqda. Chunki, to‘qimachilik sanoati xom suvning eng yirik iste‘molchisi hisoblanadi.

To‘qimachilik sanoatidagi asosiy jarayonlar ip ishlab chiqarish (tolalarni burash orqali ip hosil qilish), to‘qish (mato hosil qilish uchun ikki xil yo‘nalishdagi iplarni perpendikulyar holda joylashtirish), pardozlashga tayyorlash, bo‘yash va gul bosish bosqichlaridan iborat [1]. Ushbu jarayonlardan bo‘yash jarayoni eng ko‘p suv sarflaydigan qismi hisoblanadi.

To‘qimachilik korxonalarining katta qismi o‘z oqova suvlarini qisman yoki umuman tozalamasdan atrof-muhitga chiqarib tashlaydi [2]. Oqova suvda bo‘yovchi moddalarning mavjudligi suvning estetik qiymatini pasaytiradi va jiddiy ekologik hamda sog‘liq uchun xavf tug‘diradi. Bo‘yovchi moddalar suv muhitidagi tirik organizmlarga salbiy ta‘sir etadi va insonlar uchun kanserogen hisoblanadi[3]. Ayrim bo‘yovchi moddalar ichak muhitida aminlarga aylanib parchalanishi

mumkin, bu aminlar esa kanserogen ekani isbotlangan [4]. Masalan, antraxinon bo'yoqlar kuchli zaharli ta'sirga ega ekani aniqlangan [5].

So'nggi yillarda olimlar atrof-muxit va oqava suvning ifloslanishini oldini olish maqsadida kimyoviy bo'yovchi moddalar va apretlarni tabiiy ekstraktlar, fitokomponentlar va biorang beruvchi moddalar bilan almashtirish bo'yicha keng ko'lamli tadqiqotlar olib bormoqda. Bunday rang beruvchi ekstraktlar zaharsiz, kanserogen bo'lmagan va biologik parchalanuvchi hisoblanadi. Asosan o'simliklardan olinadigan tabiiy rang beruvchi moddalarga qishloq, o'rmon xo'jaligi va oziq-ovqat sanoatidagi urug'lar, barglar, ildizlar, po'stloqlar, shoxlar, mevalar va gullar manba bo'lib xizmat qiladi [6, 7]. Tabiiy rang beruvchilar bo'yash jarayonida mato bilan mustahkam bog' hosil qilish uchun alyuminiy (alum) va temir sulfat va boshqa metall birikmalardan foydalanish ommalashgan [8, 9, 10, 11, 12].

Mazkur ilmiy tadqiqot ishi doirasida ham paxta tolali trikotaj matosiga tabiiy antibakterial moddalar bilan ishlov berish jarayonida uning koloristik ko'rsatkichlarida yuz bergan o'zgarishlarni inobatga olgan holda namunalarda tabiiy antibakterial tarkib bilan rang hosil qilish imkoniyati o'rganilgan. Tabiiy antibakterial moddalar sifatida *Crocus sativus* va *Juniperus spp.* kabi o'simliklarning ekstraktlari tanlangan:

Uslubiy qism

Ushbu tadqiqot uchun tajriba ob'ekti sifatida Toshkent shahrida joylashgan "TURON TEX" ma'suliyati cheklangan jamiyat korxonasidan oqartirilgan trikotaj paxta matosi (SUPREM cd 30/1 32/28 dyum) olindi.

Tabiiy antibakterial moddalar sifatida *Crocus sativus* va *Juniperus spp.* kabi o'simliklarning ekstraktlari tanlangan, rang mustahkamligini oshirishda mis sulfat hamda qo'shimcha antibakterial xossa berish uchun *Zingiber*dan foydalanilgan.

Tajriba usullari

Paxta tolali materiallarni ishlov berishga tayyorlash

Tadqiqot uchun olingan oqartirilgan trikotaj paxta matosi (Suprem) ning gidrofilligini oshirish maqsadida laboratoriya sharoitida M=20 modul 1 % li SFM da 30 daqiqa 90-95°C haroratda iSMART-1K bo'yash qozonida qaynatiladi, MST-55 modeldagi quritish shkafida 70°C da quritilib, dazmollanadi.

Crocus sativus va *Juniperus spp.* kabi o'simliklardan ekstraksiya olish. Quritilgan 1 g *Crocus sativus* va 5 g *Juniperus spp.* alohida kolbalarda BE-4 bidistillyatordan olingan 200 ml distillangan suvda mos ravishda 80, 120 daqiqa davomida 80-90°C haroratda qaynatiladi va suzib olinadi.

Namunaga xurushlovchi bilan ishlov berish

Pardozlashga tayyorlangan oqartirilgan trikotaj paxta matosi (Suprem) 5:5 sm o'lchamda kesilib, ZES 21 modeldagi analitik tarozida og'irligi 0,0001 g aniqlikda o'lchanadi. Tabiiy antibakterial modda bilan tolani mustahkam bog'lash uchun metall mordant, ya'ni CuSO₄ bilan mato massasiga nisbatan 5%-li eritmada 50 modulda 60 daqiqa davomida Starlet-3 DL-6000 PLUS modeldagi IR bo'yash mashinasida ishlov beriladi va quritiladi.

Zingiber bilan ishlov berish

Namunalarga *Zingiber* ning moduli $M=30$ bo'lgan eritmasi bilan $40-50^{\circ}\text{C}$ haroratda, 30 daqiqa davomida ishlov beriladi. Jarayon tugagach yuvildi va xona haroratida quritildi.

Tabiiy antibakterial modda eritmasida namunaga ishlov berish

Xurushlangan va xurushlanmagan namunalarga o'simliklardan olingan ekstraktlarda 1:1 nisbatda distillangan suv bilan suyultirilib, $M=40$ da $70-80^{\circ}\text{C}$ haroratda, 120 daqiqa davomida ishlov beriladi. Elektrolit sifatida mato massasiga nibatan 10 % NaCl solinadi. Ishlov berilgan matolar xona haroratida quritildi.

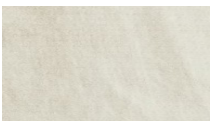
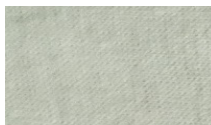
Tahlil uslublari

Namunalarning rang intensivligi "Kor-Uz -Textile Technopark" ilmiy laboratoriyasidagi X-Rite Ci7800 qurilmasida [13] aniqlandi va natijalari xalqaro komissiya tomonidan taklif etilgan CIELAB formulasiga ko'ra hisoblandi [14].

Tajriba natijalari va ularning muhokamasi

Crocus sativus va *Juniperus spp.* o'simlik ekstraktleri bilan paxta tolali trikotaj matosiga ishlov berishdan asosiy maqsad antibakterial mato olish hisoblanib, ushbu tadqiqot ishida uning koloristik ko'rsatkichlarida yuz bergan o'zgarishlarni inobatga olgan holda matoda rang hosil qilish imkoniyati o'rganildi. Namunalarning antibakterial xossasini oshirish maqsadida ishlov berish eritmasiga qo'shimcha ravishda tabiiy antibiotik - *Zingiber*, rang mustahkamliklarini oshirish maqsadida ekstrakt eritmasiga qo'shimcha ravishda CuSO_4 kiritildi. Ularning rang intensivligi, hamda antibakterial xossalari tahlil qilindi, olingan natijalar quyidagi 1-jadvallarda keltirilgan.

1-jadval. O'simliklaridan ajratib olingan rang beruvchi ekstrakt, *Zingiber* va CuSO_4 ishtirokida bo'yalgan namunalarning rang intensivligi ko'rsatkichi.

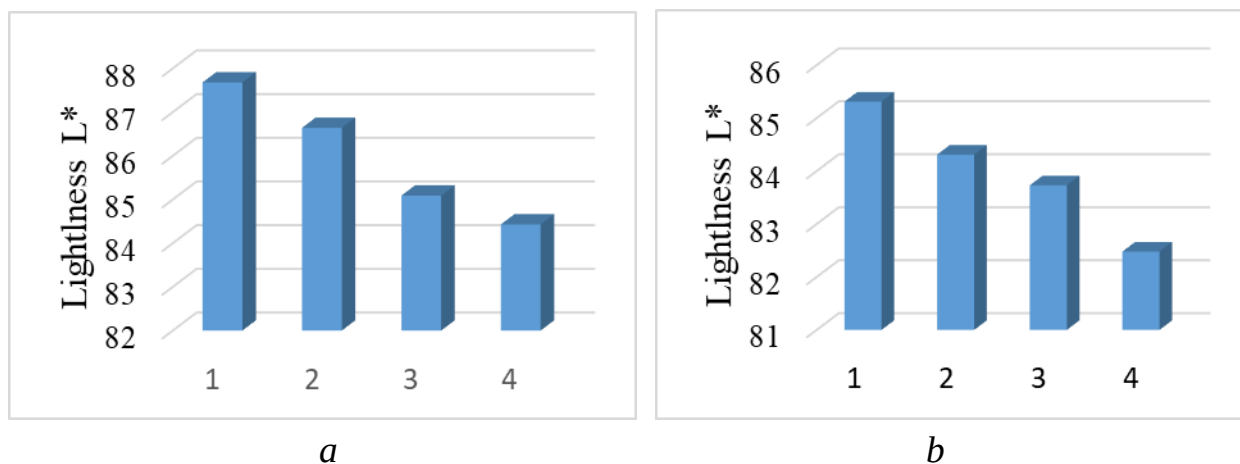
Eritma tarkibi	<i>Crocus sativus</i>	<i>Crocus sativus</i> + <i>Zingiber</i>	<i>Crocus sativus</i> + CuSO_4	<i>Crocus sativus</i> + CuSO_4 + <i>Zingiber</i>
Namunalar				
Rang intensivligi, K/S	0,8	0,98	1,12	1,3
Eritma tarkibi	<i>Juniperus spp</i>	<i>Juniperus spp</i> + <i>Zingiber</i>	<i>Juniperus spp</i> + CuSO_4	<i>Juniperus spp</i> + CuSO_4 + <i>Zingiber</i>
Namunalar				
Rang intensivligi, K/S	0,9	0,98	1,2	1,4

Jadvalda keltirilgan natijalarga ko'ra *Crocus sativus* va *Juniperus spp.* ekstraktleri bilan namunalarga ishlov berish jarayonini xurushlovchi (CuSO_4)

ishtirokida olib borishda tola makromolekulasi va o'simlik ekstrakti tarkibidagi tabiiy bo'yovchi modda molekulalari orasida vujudga keladigan molekulalararo bog'lanishlar bilan bir qatorda koordinasion bog'lanishlarni vujudga kelishi hisobiga rang intensivligi ortganligiga erishilgan[15].

Crocus sativus va *Juniperus spp* bilan ishlov berilgan namunalarga *Zingiber* qo'shilganda rang intensivligi mos ravishda 22,5 % va 8,89 %-ga, CuSO_4 qo'shilganda 40 % va 33,3 %-ga, hamda CuSO_4 va *Zingiber* birgalikda qo'shilganda 62,5 % va 55,6 %-ga ortganligi aniqlangan.

1-jadvalda keltirilgan namunalarning rang yorqinligi va rang tusida o'zgarishlar vizual kuzatilmoqda. Ularning sonli qiymatlari CIE $L^*a^*b^*$ sistemasida o'rganildi va olingan natijalar quyida keltirildi:



1-rasm. Antibakterial xossa berilgan namunalarning rang sifat ko'rsatkichlarini eritma tarkibiga bog'liqligi. a- *Crocus sativus* bilan ishlov berilgan; b- *Juniperus spp.* bilan ishlov berilgan. 1-faqat o'simlik ekstrakti eritmasi; 2-o'simlik ekstrakti + *Zingiber*; 3- o'simlik ekstrakti + CuSO_4 ; 4- o'simlik ekstrakti + CuSO_4 + *Zingiber*.

1-rasmda keltirilgan ma'lumotlar mato namunalari *Crocus sativus* va *Juniperus spp.* bilan ishlov berilgandagiga nisbatan eritma tarkibiga *Zingiber* kiritilganda rang yorqinligi 1,19 va 1,17 % ga, ammo eritmaga mis sulfat qo'shilganda rang yorqinligi mos ravishda 2,96 va 1,85 % ga kamayganini ko'rsatmoqda. Albatta, eritma tarkibiga polivalent metall tuz qo'shilganda rang intensivligi oshadi, rang yorqinligi esa kamayadi. Bunga sabab, metall mordant ionlari rang beruvchi molekulalar (flavonoidlar, antosiyaninlar va boshqalar) bilan bog'lanib, elektron tuzilishini o'zgartiradi. Metall ionlari bo'yoqning π -elektron sistemasi bilan bog'lanadi. Natijada, yorug'likni qabul qilish va aks ettirish xususiyati o'zgaradi, ya'ni rang to'qroq yoki ochroq ko'rinadi. Ishlov berish eritmasi tabiiy bo'yovchi modda ekstrakti va tuz hamda tabiiy antibiotikdan tashkil etilganda rang yorqinligi *Crocus sativus* da 87,68 dan 84,43 ga, *Juniperus spp.* da esa 85,31 dan 82,48 gagina kamaygan. Demak, o'simlik ekstrakti va *Zingiber* hamda CuSO_4 bilan ishlov berish eritmasi tarkibiga mos ravishda namunalarning rangining CIE $L^*a^*b^*$ rang maydonida joylashgan o'rni ham o'zgargan (2-jadval).

2-jadval. O‘simlik ekstrakti va *Zingiber* hamda CuSO_4 bilan ishlov berilgan namunalarning CIE $L^*a^*b^*$ rang maydonida joylashgan o‘rnini o‘zgarishi:

O‘simlik turi	O‘simlik ekstrakti eritmasi tarkibi	a^*	b^*	C^*	h^*
<i>Crocus sativus</i>	-	0,02	13,03	12,03	90,08
<i>Crocus sativus</i>	<i>Zingiber</i>	1,19	12,12	9,10	82,51
<i>Crocus sativus</i>	CuSO_4	-0,12	9,02	13,12	91,56
<i>Crocus sativus</i>	$\text{CuSO}_4 + \text{Zingiber}$	0,86	8,22	11,27	90,84
<i>Juniperus spp.</i>	-	-4,01	9,89	9,35	115,38
<i>Juniperus spp.</i>	<i>Zingiber</i>	-4,37	8,45	8,81	113,87
<i>Juniperus spp.</i>	CuSO_4	-3,61	7,35	11,18	116,17
<i>Juniperus spp.</i>	$\text{CuSO}_4 + \text{Zingiber}$	-3,81	6,89	10,67	114,23

Jadvalda keltirilgan natijalar tahlili bo‘yicha eritma takribiga tabiiy antibiotik (*Zingiber*) kiritilganda rang tozaligining ortishiga, ya‘ni a^* koordinataning doira chekkasi tomon (*Crocus sativus*da 0,02 dan 1,19 ga, *Juniperus spp.* da esa -4,01 dan -4,37 ga) haraktlanganligi aniqlandi. Eritma *Crocus sativus* va mis sulfatdan tashkil etilganda a^* koordinata qizildan yashil tomonga siljigan, eritma uch komponentli qilib tashkil etilganda dastlabki tayyorlangan *Crocus sativus*li eritmada olingan natijaga nisbatan qizil tomonga siljigan. Xuddi shu kabi natijalar mos ravishda *Juniperus spp.* ekstrakti eritmalarida ham olingan, jumladan, eritma *Juniperus spp.* va mis sulfatdan tashkil etilganda a^* koordinata yashil tomondan qizil tomonga haraktlangan, eritma uch komponentli qilib tashkil etilganda 0,2 ga o‘zgargan.

Crocus sativus va *Juniperus spp.* ekstrakt eritmalarida bo‘yalgan namunalarda rang b^* koordinatada bir xil – sariqdan ko‘kga tomon siljigan. Tabiiy antibiotik ishtirokida ishlov berilgan namunalarning rang tozaligi mos ravishda 6,98 va 14,56 % ga kamaygan bo‘lsa, mis sulfat ishtirokidagi tajribalarda bu ko‘rsatkich 30,77 va 25,68 % ga kamaygan. O‘simlik ekstrakti, tabiiy antibiotik va polivalent tuz kompozitsiyasi bilan ishlov berilgan namunalarda *Crocus sativus* da b^* koordinatada sariqdan ko‘kga tomon 4,81 masofaga, *Juniperus spp.* da esa 3 masofaga harakatlanib, rangning tozaligini kamayishiga sabab bo‘lgan. Chunki asosiy rang beruvchiga boshqa rangli moddalar aralashsa rang xiralashadi.

Crocus sativus va *Juniperus spp.* ekstrakt eritmalarida bo‘yalgan namunalarda rang to‘yinganligi va rang tusi ham o‘zgargan bo‘lib, eritma tarkibiga tabiiy antibiotik kiritilganda C^* -rang to‘yinganligi mos ravishda 24,35 % va 5,77 % ga, h^* -rang tusi 8,04 % va 1,03 % kamaygan. Demak, eritma tarkibiga *Zingiber* kiritilganda rang hiralashishi sodir bo‘lganini ko‘rishimiz mumkin. Aksincha, eritma tarkibiga metall mordant – mis sulfat kiritilganda *Crocus sativus* va *Juniperus spp.* ekstrakt eritmalarida bo‘yalgan namunalarda rang to‘yinganligi mos ravishda 1,09 va 1,83 ga, rang tusi 1,48 va 0,79 ga oshgan. Bu esa, talab etilgan tusga ega bo‘lgan ranglarni hosil qilish uchun eritmada polivalent tuzlarini qo‘llash orqali asosiy rang beruvchi o‘simlik ekstrakti miqdorini kamaytirishga erishish mumkinligiga dalolat beradi.

Xulosa. O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida paxta tolali trikotaj materiallariga *Crocus sativus* va *Juniperus spp.* kabi o'simliklardan ajratib olingan tabiiy antibakterial moddalar bilan ishlov berildi. Rang intensivligi va rang xususiyatlari o'rganildi.

Crocus sativus va *Juniperus spp.* ekstraktlari bilan namunalarga ishlov berish jarayonida *Zingiber* qo'shilganda rang intensivligi mos ravishda 22,5 % va 8,89 %-ga, CuSO₄ qo'shilganda 40 % va 33,3 %-ga, hamda CuSO₄ va *Zingiber* birgalikda qo'shilganda 62,5 % va 55,6 %-ga ortganligi aniqlangan.

Ishlov berish eritmasi tabiiy bo'yovchi modda ekstrakti va tuz hamda tabiiy antibiotikdan tashkil etilganda rang yorqinligi *Crocus sativus* da 87,68 dan 84,43 ga, *Juniperus spp.* da esa 85,31 dan 82,48 ga kamaygan.

Eritma tarkibiga metall mordant – mis sulfat kiritilganda *Crocus sativus* va *Juniperus spp.* ekstrakt eritmalarida bo'yalgan namunalarda rang to'yinganligi mos ravishda 1,09 va 1,83 ga, rang tusi 1,48 va 0,79 ga oshgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Pankaj Chowdhary, [Abhay Raj](#), [Ram Naresh Bharagava](#). Environmental pollution and health hazards from distillery wastewater and treatment approaches to combat the environmental threats: A review. [Chemosphere](#). [Volume 194](#), March 2018, Pages 229-246. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.11.163>.
2. C.Thamaraiselvi, Athira S.T., M.Nandhini, K.Kala, [M.Vasanthy](#), V.Rajakannan, Fatimah S.Al-Khattaf, [Ashraf Atef Hatamleh](#) and others. Mitigating pollutants in textile dye wastewater with *Aloe vera* (L.) Burm. f. and *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench: A study on treatment efficacy. [Journal of Hazardous Materials Advances](#). [Volume 16](#), November 2024, 100517. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100517>.
3. Hilary S. Green, [Selina C. Wang](#). Extra virgin grade avocado oil can be achieved using whole fruits or only mesocarp. [Applied Food Research](#). [Volume 2, Issue 2](#), December 2022, 100190. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100190>.
4. Yi Sun, [Shaoan Cheng](#), Zhufan Lin, Jiawei Yang, Chaochao Li, Ruonan Gu. Combination of plasma oxidation process with microbial fuel cell for mineralizing methylene blue with high energy efficiency. [Journal of Hazardous Materials](#). [Volume 384](#), 15 February 2020, 121307. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121307>.
5. Eliasu Issaka, Jesse Nii-Okai AMU-Darko, Salome Yakubu, Funmilayo Omotoyosi Fapohunda, [Nisar Ali](#), [Muhammad Bilal](#). Advanced catalytic ozonation for degradation of pharmaceutical pollutants-A review. [Chemosphere](#). [Volume 289](#), February 2022, 133208. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133208>.
6. Mariana Dias Moreira, Marcela Magalhães Melo, Jéssica Marques Coimbra, Kelly Cristina dos Reis, [Rosane Freitas Schwan](#), Cristina Ferreira Silva. Solid coffee waste as alternative to produce carotenoids with antioxidant and

antimicrobial activities. [Waste Management. Volume 82](#), December 2018, Pages 93-99. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.017>.

7. Abigail Clarke-Sather Kelly Cobb. Onshoring fashion: Worker sustainability impacts of global and local apparel production. [Journal of Cleaner Production. Volume 208](#), 20 January 2019, Pages 1206-1218. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.073>.

8. Yanyun Zhang, Qi Zhou, [Luqman Jameel Rather](#), [Qing Li](#). Agricultural waste of *Eriobotrya japonica* L. (Loquat) seeds and flora leaves as source of natural dye and bio-mordant for coloration and bio-functional finishing of wool textile. [Industrial Crops and Products. Volume 169](#), 1 October 2021, 113633. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113633>.

9. I.A.Nabiyeva, E.S.Sashina, K.M.Rasulova, S.Sh.Azamjonova, M.N.Negmatova. Izucheniye vozmojnostey krasheniya naturalnogo shelka solyami mnogovalentnix metallov. Innovatsionniye napravleniya razvitiya nauki o polimernix voloknistix i kompozitsionnix materialax. III Mejdunarodnoy nauchnoy konferensii. Sankt-Peterburg. 21-23.11.2022.

10. I.A.Nabiyeva, S.Sh.Azamjonova. Study of the possibilities of dyeing natural silk fabric with polyvalent metal salts. Proceedings of the international forum «Scientific cooperation in the eurasian space: digitalization and modernization of industry using artificial intelligence», dedicated to the 35th anniversary of the Technological University of Tajikistan, (April 10, 2025).

11. Sandra Lopes Teixeira, João Rodrigo Santos, P.J. Almeida, [J.A. Rodrigues](#). Fan assisted extraction and HPLC-DAD-MS/MS identification of volatile carbonyl compounds as chemical descriptors of healthy and defective roasted coffee beans. [Food Control. Volume 138](#), August 2022, 109014. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109014>.

12. Fatima Batool, [Naeem Iqbal](#), [Shahid Adeel](#), [Muhammad Azeem](#), Sahar Mumtaz, Muhammad Husaan. Exploration of natural colourant of (*Solanum melongena* L.) brinjal plant residues for fabric dyeing: a novel approach towards textile processing. [Natural Product Research. Volume 39, Issue 7](#), 3 April 2025, Pages 1834-1840. <https://doi.org/10.1080/14786419.2023.2280164>.

13. Compyuter color matching system operation and maintenance manual. Korea industrial technology ODA. 2012. P.79.

14. CIE International Commission on Illumination, Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms, Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15, Colorimetry, 1971 and 1978.

15. Nabiyeva Iroda, Azamjonova Saodat. Processing of textile materials with natural antibacterial substances. Journal of multidisciplinary sciences and innovations. German international journals. Volume 04. Issue 09. Issn number: 2751-4390 impact factor: 9,08. <https://ijmri.de/index.php/jmsi>.