ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

SHOTUT MEVASIDAN ANTOSIANIN PIGMENTINI AJRATIB OLISH VA XOSSALARINI O‘RGANISH

Rayimov Zuhriddin Xayriddin o‘gli
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti, Buxoro, O‘zbekiston.
E-mail: zuhriddinrayimov0@gmail.com
Egamberdiyeva Umida Faxriddin qizi
Buxoro davlat texnika universiteti talabasi, Buxoro, O‘zbekiston.
E-mail: egamberdiyevau…444@gmail.com

Annotation. This article investigates the extraction process of anthocyanin pigment from black mulberry (Morus nigra) fruits and studies its physicochemical properties. Anthocyanin extraction was carried out in an acidic medium using aqueous-alcoholic solutions, and the effect of medium pH on pigment color intensity and stability during extraction was investigated. According to the research results, anthocyanin molecules in an acidic medium transform into the flavylium cation form, resulting in enhanced red-violet coloration of the pigment and increased thermal stability. The effects of clarification and drying processes on pigment stability were also evaluated. Based on the pH sensitivity of anthocyanin pigments, the possibility of their application as natural indicators was considered. In addition, the prospects of using the obtained extract as a natural food colorant and as a component of smart packaging materials in the food industry were analyzed.

Keywords: anthocyanin, flavylium cation, black mulberry fruit (Morus nigra), natural pigment, acidic extraction, thermal stability, pH indicator, food colorants, smart packaging.

Аннотация. В данной статье изучен процесс выделения антоцианового пигмента из плодов шелковицы чёрной (Morus nigra), а также исследованы его физико-химические свойства. Экстракция антоцианов осуществлялась в кислой среде с использованием водно-спиртовых растворов, при этом было исследовано влияние значения pH среды на интенсивность окраски и стабильность пигмента в процессе экстракции. По результатам исследования установлено, что в кислой среде молекулы антоцианов переходят в форму флавилиевого катиона, вследствие чего усиливается красно-фиолетовая окраска пигмента и повышается его термическая стабильность. Также была оценена степень влияния процессов осветления и сушки на стабильность пигмента. На основе чувствительности антоцианового пигмента к изменению pH рассмотрены возможности его применения в качестве природного индикатора. Кроме того, проанализированы перспективы использования полученного экстракта в

ISSN 3030-3907

пищевой промышленности в качестве натурального красителя и в составе материалов для умной упаковки.

Ключевые слова: антоциан, флавилиевый катион, плоды шелковицы чёрной (Morus nigra), природный пигмент, кислотная экстракция, термическая стабильность, pH-индикатор, пищевые красители, умная упаковка.

Annotatsiya. Ushbu maqolada shotut (Morus nigra) mevasidan antosianin pigmentini ajratib olish jarayoni hamda uning fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan. Antosianin ekstraksiyasi kislotali muhitda suv-spirtli eritmalar yordamida amalga oshirilib, ekstraksiya jarayonida muhit pH qiymatining pigment rang intensivligi va barqarorligiga ta’siri tadqiq qilingan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kislotali muhitda antosianin molekulalari flaviliy kation shakliga o‘tishi natijasida pigmentning qizil-binafsha rangi kuchayishi hamda termik barqarorligi ortishi aniqlangan. Oqartirish va quritish jarayonlarining pigment barqarorligiga ta’siri ham baholangan. Antosianin pigmentining pH ga sezgirligi asosida uning tabiiy indikator sifatida qo‘llash imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, olingan ekstraktning oziq-ovqat sanoatida tabiiy bo‘yoq va aqlli qadoqlash materiallari tarkibida qo‘llash istiqbollari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: antosianin, flaviliy kation, shotut mevasi(Morus nigra), tabiiy pigment, kislotali ekstraksiya, termik barqarorlik, pH indikator, oziq-ovqat bo‘yoqlari, aqlli qadoqlash

KIRISH.

So‘nggi yillarda oziq-ovqat sanoati, farmatsevtika va analitik kimyo sohalarida tabiiy pigmentlarga bo‘lgan qiziqish ortib bormoqda. Sintetik bo‘yoqlarning ayrim turlarining inson salomatligiga salbiy ta’siri hamda ekologik muammolar tufayli tabiiy manbalardan olinadigan xavfsiz pigmentlardan foydalanish dolzarb masalalardan biriga aylandi. Shu jihatdan o‘simliklar tarkibidagi antosianin pigmentlari muhim ahamiyat kasb etadi.

Antosianinlar flavonoidlar sinfiga mansub suvda eruvchan tabiiy pigmentlar bo‘lib, o‘simliklarga qizil, binafsha va ko‘k rang beradi. Ushbu pigmentlar meva va sabzavotlar tarkibida keng tarqalgan bo‘lib, yuqori antioksidant faollikka ega(1-rasm). Antosianin molekulalarining rang hosil qiluvchi asosiy shakli kislotali muhitda hosil bo‘ladigan flaviliy kation hisoblanadi. Muhit pH qiymati o‘zgarishi bilan antosianinlarning strukturasi va rang xossalari ham o‘zgaradi. Shu sababli ular tabiiy pH indikatorlari sifatida ham katta qiziqish uyg‘otmoqda.

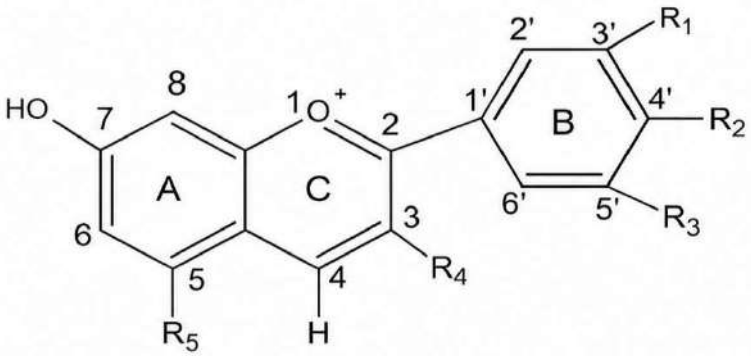
ISSN 3030-3907



1-rasm. Shotut mevasi

Shotut mevasi (Morus nigra) — tutdoshlar oilasiga mansub o‘simlik mevasi bo‘lib, tarkibida biologik faol moddalar, jumladan antosianin pigmentlari, organik kislotalar, vitaminlar va antioksidant birikmalarni saqlaydi. Qora shotut mevalari to‘q qizildan qora-binafsha ranggacha bo‘lib, bu rang asosan antosianin pigmentlari bilan bog‘liq. Shotut mevalari oziq-ovqat sanoatida tabiiy bo‘yoq, funksional mahsulotlar va biologik faol qo‘shimchalar olishda istiqbolli tabiiy xomashyo hisoblanadi.

Shotut mevasi antosianin pigmentlariga boy tabiiy xomashyolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa qora shotut tarkibida sianidin hosilalari ko‘p uchraydi va ular kuchli rang beruvchi xossalarga ega(2-rasm). Shotut mevasidan olingan pigmentlar oziq-ovqat mahsulotlarini tabiiy bo‘yashda, biologik faol qo‘shimchalar tayyorlashda hamda aqlli qadoqlash texnologiyalarida qo‘llanish istiqboliga ega.



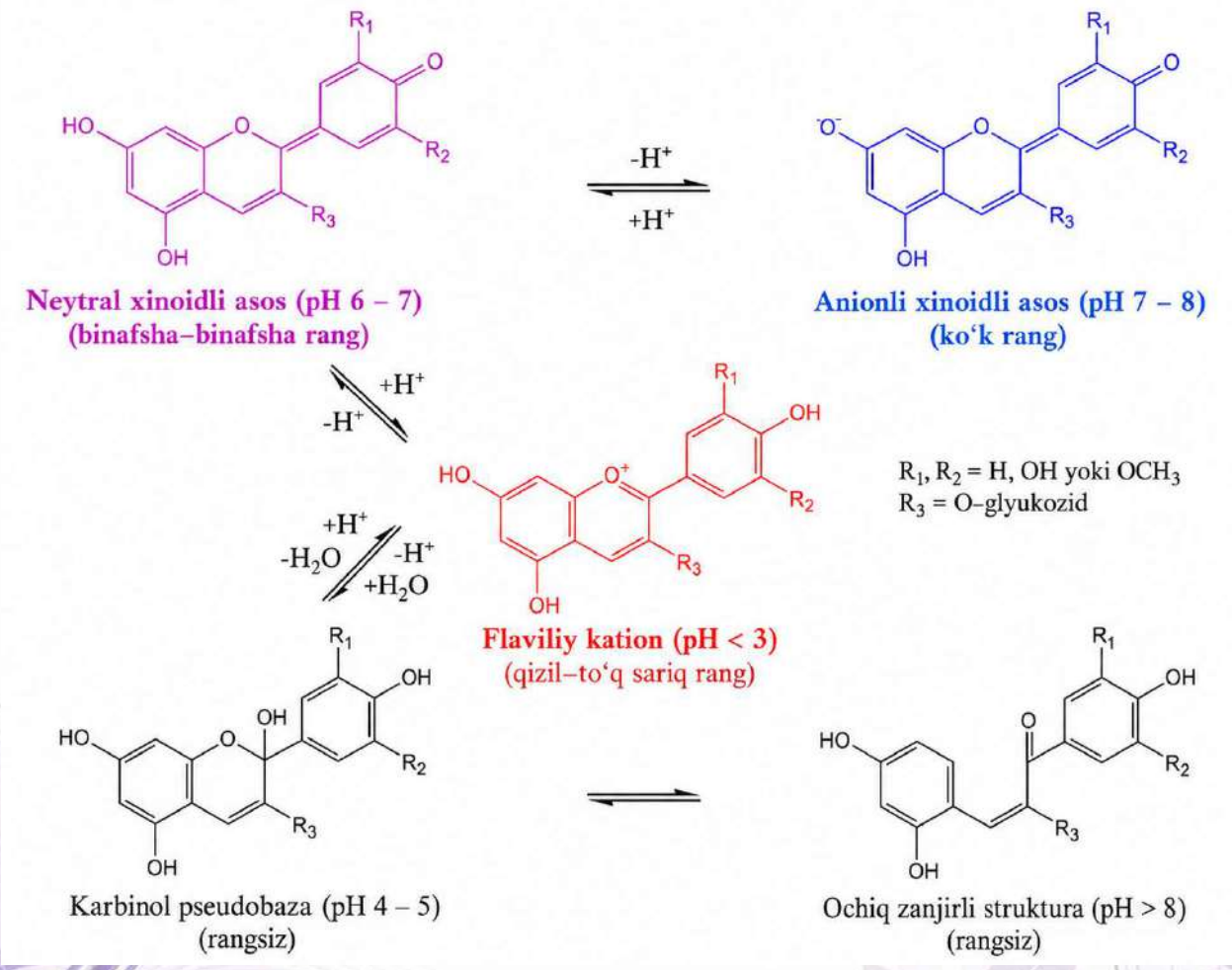
Antosianinlar	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
Pelargonidin 3-*O*-glyukozid	H	OH	H	Glyukozid	OH
Sianidin 3-*O*-glyukozid	OH	OH	H	Glyukozid	OH
Delphinidin 3-*O*-glyukozid	OH	OH	OH	Glyukozid	OH
Peonidin 3-*O*-glyukozid	OCH_3	OH	H	Glyukozid	OH
Malvidin 3-*O*-glyukozid	OCH_3	OH	OCH_3	Glyukozid	OH
Malvidin 3,5-*O*-diglyukozid	OCH_3	OH	OCH_3	Glyukozid	Glyukozid
Sianidin 3-*O*-rutinozid	OH	OH	H	Rutinozid	OH

2-rasm. Antosianinlarning tuzilishi

ISSN 3030-3907

Antosianinlarning asosiy kamchiligi ularning tashqi muhit omillariga sezgirligidir. Harorat, yorug‘lik, kislorod va muhit pH qiymati pigmentlarning barqarorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa ishqoriy muhitda flaviliy kationning boshqa strukturaviy shakllarga o‘tishi natijasida pigment parchalanishi va rangsizlanishi kuzatiladi. Shu sababli antosianinlarni ajratib olish, barqarorlashtirish va amaliy qo‘llash imkoniyatlarini o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan muhim hisoblanadi.

Antosianin molekulalari kislotali muhitda asosan flaviliy kation shaklida mavjud bo‘lib, eritmaga qizil-to‘q sariq rang beradi. pH qiymati oshishi bilan flaviliy kation proton yo‘qotib xinoidli asos shakliga o‘tadi va pigmentning rangi binafsha hamda ko‘k tusga o‘zgaradi. Neytral va ishqoriy muhitlarda esa antosianin molekulalarining gidratlanishi va halqaning ochilishi natijasida karbinol psevdobaza hamda ochiq zanjirli struktura hosil bo‘ladi. Ushbu shakllar rangsiz yoki juda kuchsiz rangli bo‘lgani sababli pigmentning rang intensivligi kamayadi. Shu sababli antosianinlarning rang xossalari va barqarorligi muhitning pH qiymatiga kuchli bog‘liq hisoblanadi. 3-rasmda antosianin pigmentlarining muhit pH qiymatiga bog‘liq strukturaviy o‘zgarishlari ko‘rsatilgan.



3-rasm. Antosianin pigmentlarining muhit pH qiymatiga bog‘liq strukturaviy o‘zgarishlari

ISSN 3030-3907

Mazkur ishning maqsadi shotut mevasidan antosianin pigmentini kislotali ekstraksiya usuli yordamida ajratib olish, uning rang xossalari, pH ga sezgirligi va termik barqarorligini tadqiq qilishdan iborat. Shuningdek, olingan pigmentning oziq-ovqat sanoati hamda tabiiy indikator sifatida qo‘llash imkoniyatlarini baholash ham ko‘zda tutilgan.

Tadqiqot obyekti sifatida pishgan qora shotut (Morus nigra) mevasi tanlab olindi. Mevalar distillangan suv bilan yuvilib, mexanik aralashmalardan tozalandi va maydalagich yordamida bir jinsli massa holatiga keltirildi. Antosianin pigmentlarini ajratib olish uchun kislotali suv-spirtli ekstraksiya usuli qo‘llanildi.

Ekstragent sifatida 60% li etanol eritmasidan foydalanildi. Muhitni kislotali saqlash maqsadida eritmaga limon kislotasi qo‘shildi va pH qiymati 2–3 oralig‘ida ushlab turildi. Ekstraksiya jarayoni xona haroratida 30–60 minut davomida aralashtirish orqali olib borildi. So‘ngra hosil bo‘lgan eritma filtrlanib, qattiq qoldiqlardan ajratildi.

Kislotali muhitda antosianin molekulalari flaviliy kation shakliga o‘tishi kuzatildi, natijada eritma to‘q qizil-binafsha rang hosil qildi. Flaviliy kation antosianinlarning eng barqaror va intensiv rang beruvchi shakli hisoblanadi.

Antosianinning kislotali muhitdagi asosiy muvozanati quyidagicha ifodalanadi:

$$\text{Antosianin} + H^+ \rightleftharpoons \text{Flaviliy kationi}$$

Antosianin pigmentining pH ga bog‘liq xossalari

Ajratib olingan ekstraktning pH ga sezgirligi turli muhitlarda tekshirildi. Tajribalar davomida pigment eritmasiga kislotali, neytral va ishqoriy eritmalar qo‘shildi hamda rang o‘zgarishi kuzatildi.

Kislotali muhitda eritma qizil rangda bo‘ldi, chunki flaviliy kation shakli ustunlik qildi. Neytral muhitda binafsha tus paydo bo‘ldi, ishqoriy muhitda esa pigmentning ko‘kimtir-yashil rangga o‘tishi kuzatildi. Kuchli ishqoriy sharoitda esa pigmentning parchalanishi va rangsizlanishi sodir bo‘ldi.

Antosianinning pH ga bog‘liq rang o‘zgarishi quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Antosianinning pH ga bog‘liq rang o‘zgarishi

№	Muhit	pH	Kuzatilgan rang
1	Kuchli kislotali	1–3	Qizil
2	Zaif kislotali	4–6	Binafsha
3	Neytral	≈7	Ko‘kimtir
4	Ishqoriy	>8	Yashil-sariq

ISSN 3030-3907

Olingan natijalar antosianin pigmentining tabiiy pH indikator sifatida qo‘llanish imkoniyati mavjudligini ko‘rsatdi.

Pigmentning harorat ta’siridagi barqarorligini o‘rganish maqsadida ekstrakt turli temperaturada qizdirildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, 40–50°C oralig‘ida pigmentning rangi nisbatan yaxshi saqlanib qoldi. Harorat 70–100°C ga yetganda esa eritmaning rang intensivligi kamayishi kuzatildi(2-jadval).

2-jadval

Antosianin pigmentining rang saqlanish darajasining temperaturaga bog‘liqligi

№	Harorat, °C	Rang saqlanishi, %	Kuzatiladigan holat
1	40	95–98	Rang deyarli saqlanadi
2	50	90–95	Juda kam o‘zgarish
3	60	80–90	Rang biroz xiralashadi
4	70	65–80	Sezilarli parchalanish boshlanadi
5	80	50–70	Qizil rang kamayadi
6	90	30–50	Jigarranglashish boshlanadi
7	100	10–30	Kuchli degradatsiya

Tadqiqot natijalari harorat oshishi bilan antosianin pigmentining rang intensivligi kamayishini ko‘rsatdi. 40–50°C oralig‘ida pigment nisbatan barqaror saqlangan bo‘lsa, 80°C dan yuqori temperaturada degradatsiya jarayonlari keskin tezlashishi kuzatildi. Bu flaviliy kation strukturasining buzilishi va pigmentning ochiq zanjirli struktura shakliga o‘tishi bilan izohlanadi.

Shuningdek, yorug‘lik va kislorod ta’siri ham pigmentning barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Shu sababli antosianin ekstraktlarini qorong‘i va sovuq sharoitda saqlash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Tadqiqot obyekti sifatida pishgan qora shotut mevalari tanlab olindi. Mevalar dastlab mexanik aralashmalardan tozalandi, distillangan suv bilan yuvildi va xona haroratida ortiqcha namligi ketguncha quritildi. So‘ngra shotut mevalari maydalagich yordamida bir jinsli massa holatiga keltirildi.

Antosianin pigmentlarini ajratib olish uchun kislotali suv-spirtli ekstraksiya usulidan foydalanildi. Buning uchun 50 g maydalangan shotut massasi kolbaga solindi va unga 100 ml 60% li etanol eritmasi qo‘shildi. Muhitni kislotali holatda saqlash maqsadida ekstragent tarkibiga 0,5–1,0 g limon kislotasi qo‘shildi. Eritmaning pH qiymati 2–3 oralig‘ida saqlandi.

Aralashma 30–60 minut davomida xona haroratida yoki 40–45°C da doimiy aralashtirish sharoitida ekstraksiya qilindi(3-jadval). Ekstraksiya davomida eritmaning to‘q qizil-binafsha rangga o‘tishi antosianin pigmentlarining eritmaga o‘tganligini ko‘rsatdi.

ISSN 3030-3907

Ekstraksiya tugagandan so‘ng aralashma doka yoki filtr qog‘oz orqali filtrlandi. Filtrat sentrifugalash yoki qayta filtratsiya qilish orqali mayda zarrachalardan tozalandi. Olingan tiniq to‘q qizil ekstrakt keyingi fizik-kimyoviy tahlillar uchun ishlatildi.

3-jadval

Ekstraksiya sharoitlari

№	Ko‘rsatkich	Qiymat
1	Xomashyo	Pishgan qora shotut mevasi
2	Xomashyo massasi	50 g
3	Ekstragent	60% etanol
4	Ekstragent hajmi	100 ml
5	Kislotalovchi modda	Limon kislotasi
6	pH	2–3
7	Harorat	25–45°C
8	Ekstraksiya vaqti	30–60 minut
9	Filtrlash	Doka yoki filtr qog‘oz orqali

Kislotali muhitda antosianin molekulalari asosan flaviliy kation shaklida bo‘ladi. Shu sababli ekstraktning rangi qizil-binafsha tusga kiradi va pigmentning barqarorligi ortadi. Neytral yoki ishqoriy muhitda esa antosianinlar xinoidal yoki ochiq zanjirli shakllarga o‘tib, rang intensivligi kamayadi.

Olingan antosianin ekstrakti yorug‘likdan himoyalangan jigarrang shisha idishda, 0–5°C haroratda saqlandi. Pigment parchalanishining oldini olish uchun ekstrakt kislotali muhitda saqlandi va uzoq vaqt ochiq havoda qoldirilmadi.

Shotut mevasidan olingan antosianin pigmentlari: tabiiy oziq-ovqat bo‘yoqlari, pH indikatorlar, aqlli qadoqlash materiallari, bioaktiv qo‘shimchalar yaratishda istiqbolli xomashyo hisoblanadi. Oqartirish va barqarorlashtirish usullarini takomillashtirish orqali ularning amaliy qo‘llanish imkoniyatlarini yanada kengaytirish mumkin.

Mazkur tadqiqot ishida shotut (Morus nigra) mevasidan antosianin pigmentini kislotali ekstraksiya usuli yordamida ajratib olish hamda uning asosiy fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari shotut mevasi antosianin pigmentlariga boy tabiiy xomashyo ekanligini ko‘rsatdi.

Antosianinlarni ajratib olish uchun kislotali suv-spirtli hamda kislotali suvli ekstraksiya muhitlari samarali ekanligi aniqlandi. Muhit pH qiymati 2–3 oralig‘ida bo‘lganda antosianin molekulalarining flaviliy kation shakli ustunlik qilishi natijasida ekstraktning to‘q qizil-binafsha rang hosil qilishi kuzatildi. Kislotali muhit pigmentning rang intensivligi va termik barqarorligini oshirishga yordam berishi qayd etildi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot davomida antosianin pigmentining pH ga sezgirligi aniqlandi. Kislotali muhitda pigment qizil rangda, neytral muhitda binafsha, ishqoriy muhitda esa ko‘kimtir-yashil tusga o‘tishi kuzatildi. Ushbu xususiyat antosianin pigmentlaridan tabiiy pH indikator sifatida foydalanish imkoniyatini ko‘rsatadi.

Harorat ta’sirini o‘rganish natijasida 40–50°C oralig‘ida pigmentning nisbatan barqaror saqlanishi, 70°C dan yuqori temperaturada esa degradatsiya jarayonlari tezlashishi aniqlandi. Yuqori harorat va ishqoriy muhitda flaviliy kation strukturasining buzilishi hamda chalkon shakllar hosil bo‘lishi pigment rangining kamayishiga olib kelishi qayd etildi.

Olingan natijalar asosida shotut antosianinlari: tabiiy oziq-ovqat bo‘yoqlari, ekologik xavfsiz pH indikatorlari, aqlli qadoqlash materiallari, bioaktiv va antioksidant qo‘shimchalar yaratishda istiqbolli tabiiy pigment manbasi ekanligi aniqlandi.

Shuningdek, antosianin pigmentlarining biologik xavfsizligi va tabiiy kelib chiqishi ularni sintetik bo‘yoqlarga nisbatan muhim alternativ sifatida qarash imkonini beradi. Kelgusida pigmentning termik va oksidlovchi muhitdagi barqarorligini oshirish, mikroinkapsulyatsiya va biopolimer asosidagi indikator plyonkalar yaratish bo‘yicha tadqiqotlar olib borish maqsadga muvofiq hisoblanadi

ADABIYOTLAR

1. He J., Giusti M.M. Anthocyanins: Natural Colorants with Health-Promoting Properties // Annual Review of Food Science and Technology. — 2010. — Vol. 1. — P. 163–187.
2. Tolipov Sh.T. Tabiiy biologik faol moddalar kimyosi. — Toshkent: O‘zbekiston, 2020. — 386 b.
3. Qosimov Q.X. O‘simliklar biokimyosi. — Toshkent: Universitet, 2016. — 354 b.
4. Rayimov Z.X., Temirova M.I., Kurbanova N.T. Tabiiy bo‘yoqlar va ularning qo‘llanilishi. Development of science. Ilmiy elektron jurnal. 2025/1. Volume:1. Yanvar 2025. 138-143 b.
5. Giusti M.M., Wrolstad R.E. Anthocyanins: Characterization and Measurement with UV-Visible Spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. — 2001. — P. F1.2.1–F1.2.13.
6. Eshboyev R.X. Kimyoviy texnologiya asoslari. — Toshkent: Tafakkur, 2019. — 410 b.
7. Rayimov Z.X., Temirova M.I., Sultonova D.R. Mo‘yna sanoatida mahalliy o‘simlik oshlovchilarni qo‘llash. Development of science. Ilmiy elektron jurnal. 2025/1. Volume:1. Yanvar 2025. 133-137 b.

ISSN 3030-3907

8. Bechtold T., Mussak R. Handbook of Natural Colorants. — Chichester: John Wiley & Sons, 2009. — 410 p.

ISSN 3030-3907