

UDK 543.257:543.06:664

OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARIDA NITRAT MIQDORINI POTENSIOMETRIK USULDA ANIQLASH

Zoyirova Marjona Javlon qizi

zoyirovamarjona6@gmail.com

Ilmiy rahbar.

Kosimova Xurshida Rajabboyevna²

kosimovaxurshida396@gmail.com

Tashkilot: 1 - Samarqand davlat pedagogika institutikimyo yo‘nalishi talabasi

2- Samarqand davlat pedagogika instituti kimyo o‘qituvchisi.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20456418>

Annotatsiya. Mazkur maqolada oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat ionlari miqdorini potentsiometrik usul yordamida aniqlashning nazariy va amaliy asoslari yoritilgan.

Tadqiqot davomida turli sabzavot va oziq-ovqat namunalariidagi nitrat miqdori ion-selektiv elektrodlar asosida potentsiometrik analiz usuli orqali aniqlandi. Ushbu usulning yuqori sezgirligi, tezkorligi hamda tahlil natijalarining aniqligi baholandi. Tajribalar davomida namunalarni tayyorlash, standart eritmalar bilan kalibrlash va potentsial qiymatlar asosida nitrat konsentratsiyasini aniqlash bosqichlari o‘rganildi. Olingan natijalar oziq-ovqat mahsulotlarida nitratlarning me‘yoriy miqdorini nazorat qilishda potentsiometrik usul samarali analitik usullardan biri ekanligini ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalari ekologik monitoring, sanitariya-gigiyena nazorati hamda oziq-ovqat xavfsizligini ta‘minlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: nitrat ionlari, potentsiometrik analiz, ion-selektiv elektrod, oziq-ovqat mahsulotlari, analitik kimyo, elektrokimyoviy usul, nitrat miqdori, sabzavot mahsulotlari, oziq-ovqat xavfsizligi, elektrod potentsiali, laboratoriya tahlili, ekologik monitoring.

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Аннотация. Аннотация. В данной статье освещены теоретические и практические основы определения количества нитрат-ионов в пищевых продуктах с использованием потенциометрического метода. В ходе исследования содержание нитратов в различных овощах и пищевых продуктах определялось методом потенциометрического анализа на основе ион-селективных электродов. Оценены высокая чувствительность, оперативность метода и точность получаемых аналитических результатов. В процессе экспериментов были изучены этапы подготовки образцов, калибровки с использованием стандартных растворов, а также определения концентрации нитратов на основе значений электродного потенциала. Полученные результаты показали, что потенциометрический метод является одним из эффективных аналитических методов контроля нормативного содержания нитратов в пищевых продуктах. Результаты исследования имеют важное научно-практическое значение для экологического мониторинга, санитарно-гигиенического контроля и обеспечения безопасности пищевых продуктов.

Ключевые слова: нитрат-ионы, потенциометрический анализ, ион-селективный электрод, пищевые продукты, аналитическая химия, электрохимический метод, содержание нитратов, овощная продукция, безопасность пищевых продуктов, электродный потенциал, лабораторный анализ, экологический мониторинг.

POTENTIOMETRIC DETERMINATION OF NITRATE CONTENT IN FOOD PRODUCTS

Abstract. This article describes the theoretical and practical foundations of determining nitrate ion content in food products using the potentiometric method. During the research, the nitrate content in various vegetables and food samples was determined by potentiometric analysis based on ion-selective electrodes. The high sensitivity, rapidity, and accuracy of the analytical results obtained by this method were evaluated. The study investigated the stages of sample preparation, calibration using standard solutions, and determination of nitrate concentration based on electrode potential values. The obtained results demonstrated that the potentiometric method is one of the effective analytical methods for controlling the permissible nitrate content in food products. The research findings have important scientific and practical significance in environmental monitoring, sanitary-hygienic control, and ensuring food safety.

Keywords: nitrate ions, potentiometric analysis, ion-selective electrode, food products, analytical chemistry, electrochemical method, nitrate content, vegetable products, food safety, electrode potential, laboratory analysis, environmental monitoring.

KIRISH

Bugungi kunda oziq-ovqat mahsulotlari xavfsizligini ta'minlash dunyo miqyosidagi dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortib borishi, qishloq xo'jaligida yuqori hosildorlikka erishish maqsadida mineral o'g'itlardan keng foydalanilishi natijasida oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida nitrat va nitrit birikmalarining miqdori ortib bormoqda. Ayniqsa, azotli o'g'itlarning me'yoridan ortiq qo'llanilishi sabzavot, poliz va boshqa qishloq xo'jaligi mahsulotlarida nitratlarning to'planishiga olib keladi. Nitratlarning inson organizmiga ortiqcha miqdorda tushishi esa turli salbiy oqibatlarni, jumladan, metgemoglobinemiya, ovqat hazm qilish tizimi buzilishlari hamda kanserogen nitrozaminlarning hosil bo'lish xavfini yuzaga keltiradi.

Shu sababli oziq-ovqat mahsulotlaridagi nitrat miqdorini doimiy nazorat qilish muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi vaqtda nitratlarni aniqlashning spektrofotometrik, xromatografik, titrimetrik va elektrokimyoviy usullari mavjud bo'lib, ular orasida potensiommetrik usul o'zining soddaligi, tezkorligi, yuqori sezgirligi hamda iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan ajralib turadi. Ushbu usul ion-selektiv elektrodlar yordamida eritmadagi nitrat ionlari konsentratsiyasini elektrod potensialining o'zgarishi asosida aniqlash imkonini beradi. Potensiommetrik analiz usuli murakkab reagentlar talab qilmasligi, qisqa vaqt ichida natija berishi hamda tabiiy oziq-ovqat mahsulotlarini tahlil qilishda qulayligi bilan keng qo'llanilmoqda.

Mazkur tadqiqot ishida oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat ionlari miqdorini potensiommetrik usulda aniqlashning nazariy asoslari, tahlil metodikasi hamda tajriba natijalari o'rganildi.

Tadqiqot davomida turli sabzavot va oziq-ovqat namunalariidan foydalanilib, ion-selektiv elektrodlar yordamida nitrat ionlari konsentratsiyasi aniqlandi. Shuningdek, usulning aniqligi, sezgirligi va amaliy samaradorligi baholandi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat miqdorini potensiommetrik analiz usuli yordamida aniqlash va ushbu usulning analitik imkoniyatlarini baholashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun potensiommetrik analizning nazariy asoslarini o'rganish, nitrat ionlariga sezgir elektrodning ishlash mexanizmini tahlil qilish, oziq-ovqat namunalariini tayyorlash va ularning tarkibidagi nitrat miqdorini aniqlash vazifalari amalga oshirildi.

Mazkur tadqiqot natijalari oziq-ovqat xavfsizligini nazorat qilish, ekologik monitoring tizimini takomillashtirish hamda analitik kimyo sohasida zamonaviy elektrokimyoviy usullarni amaliyotga keng joriy etishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

ASOSIY QISM

Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat ionlarini aniqlash zamonaviy analitik kimyoning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Nitratlarning o'simlik mahsulotlarida ortiqcha to'planishi inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi sababli ularni yuqori aniqlikda nazorat qilish talab etiladi. Ayniqsa, azotli mineral o'g'itlardan intensiv foydalanish natijasida sabzavot va poliz mahsulotlarida nitrat miqdori ortib borishi kuzatilmoqda. Shu sababli nitrat ionlarini aniqlashning tezkor, sezgir va iqtisodiy jihatdan qulay usullarini ishlab chiqish hamda amaliyotga joriy etish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Potensiommetrik analiz usuli ion-selektiv elektrodlar yordamida eritmadagi ionlar konsentratsiyasini elektrod potensialining o'zgarishiga asoslanib aniqlashga xizmat qiladi. Ushbu usul elektrokimyoviy analizning zamonaviy va yuqori samarali yo'nalishlaridan biri bo'lib, murakkab reagentlar talab qilmasligi hamda qisqa vaqt ichida aniq natija berishi bilan ajralib turadi. Nitrat ionlarini aniqlashda maxsus nitrat-selektiv membranali elektrod va taqqoslash elektrodi qo'llaniladi. Elektrod yuzasida ion almashinish jarayoni sodir bo'lishi natijasida potensial hosil bo'ladi va ushbu potensial eritmadagi nitrat ionlari konsentratsiyasiga bog'liq ravishda o'zgaradi.

Potensiommetrik analizning nazariy asosi Nernst tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$E = E_0 + RTnF \ln a$$

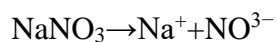
Ushbu tenglamada E — elektrod potentsiali, E^0 — standart elektrod potentsiali, R — universal gaz doimiysi, T — mutlaq temperatura, n — ion zaryadi, F — Faradey doimiysi va a — ion aktivligini bildiradi. 25 °C haroratda nitrat ionlari uchun tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$E = K - 0.0591 \log[\text{NO}_3^-]$$

Mazkur tenglamadan ko'rinadiki, eritmadagi nitrat ionlari konsentratsiyasi ortishi bilan elektrod potentsiali logarifmik qonuniyat asosida o'zgaradi. Shu sababli standart eritmalar yordamida kalibrlash grafigi tuziladi va noma'lum namunalardagi nitrat miqdori aniqlanadi.

Tadqiqot davomida turli oziq-ovqat mahsulotlari, jumladan kartoshka, pomidor, bodring va karam namunalariidan foydalanildi.

Namunalar dastlab maydalandi va distillangan suv yordamida ekstraksiya qilindi. Hosil qilingan eritmalar filtrlab olindi hamda potensimetrik analiz uchun tayyorlandi. Standart nitrat eritmaları natriy nitrat asosida tayyorlandi:



Nitrat ionlari konsentratsiyasi 10^{-1} – 10^{-5} mol/L oralig'idagi standart eritmalar yordamida kalibrlash amalga oshirildi. Elektrod potensiali va konsentratsiya o'rtasidagi bog'lanish yarim logarifmik koordinatalarda to'g'ri chiziqli xarakterga ega ekanligi aniqlandi. Kalibrlash tenglamasi quyidagicha ifodalandi:

$$E = a - b \log C$$

bu yerda a — kalibrlash koeffitsienti, b — elektrod sezgirligi, C — nitrat ionlari konsentratsiyasi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, sabzavot mahsulotlarida nitrat miqdori turlicha ekanligi kuzatildi. Ayniqsa, bargli sabzavotlarda nitratlarning yuqori miqdorda to'planishi aniqlandi. Bu holat o'simliklarning azot almashinuv jarayonlari va mineral o'g'itlarni o'zlashtirish darajasi bilan izohlanadi. Nitratlarning yuqori konsentratsiyasi o'simlik to'qimalarida nitrat-reduktaza fermenti faoliyatining pasayishi hamda ortiqcha azot birikmalarining vakuolalarda to'planishi bilan bog'liq.

Namunadagi nitrat miqdorini hisoblash quyidagi formula asosida amalga oshirildi:

$$X = C \times V \times Mm$$

bu yerda X — nitrat miqdori (mg/kg), C — aniqlangan konsentratsiya (mol/L), V — eritma hajmi (L), M — nitrat ionining molyar massasi, m — olingan namuna massasi (kg).

Potensimetrik usulning asosiy afzalliklari sifatida analizning tezkorligi, yuqori sezgirligi, selektivligi va kichik hajmdagi namunalarda ham aniq natija berishi qayd etildi. Bundan tashqari, usul murakkab kimyoviy reagentlar talab qilmasligi hamda laboratoriya sharoitida qulay qo'llanilishi bilan boshqa analiz usullaridan ustunlik qiladi. Elektrodning sezgirligi taxminan 55–59 mV/logC oralig'ida bo'lib, bu qiymat Nernst qonuniga yaqin ekanligi bilan tavsiflandi.

Tadqiqot natijalari oziq-ovqat mahsulotlarida nitrat miqdorini nazorat qilishda potensimetrik analiz usulining yuqori samaradorligini ko'rsatdi. Ushbu usul ekologik monitoring, sanitariya-gigiyena nazorati hamda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash tizimida keng qo'llash uchun istiqbolli analitik usullardan biri hisoblanadi.

NATIJAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot jarayonida turli oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat ionlari miqdori potensimetrik usul yordamida aniqlandi. Tajribalarda nitrat-selektiv ion elektrod va kumush-xloridli taqqoslash elektrodi qo'llanildi. Dastlab standart nitrat eritmaları asosida elektrodning kalibrlash jarayoni amalga oshirildi. Kalibrlash uchun konsentratsiyasi 10^{-1} mol/L dan 10^{-5} mol/L gacha bo'lgan natriy nitrat eritmalaridan foydalanildi. O'lchash natijalariga ko'ra elektrod potensiali bilan nitrat ionlari konsentratsiyasi o'rtasida logarifmik bog'lanish mavjudligi aniqlandi.

Kalibrlash tenglamasi quyidagi ko'rinishda ifodalandi:

$$E = 248.6 - 57.9 \log[\text{NO}_3^-]$$

Olingan natijalar nitrat-selektiv elektrodning sezgirligi Nernst qonuniga yaqin ekanligini ko'rsatdi. Elektrodning sezgirlik koeffitsienti 57.9 mV/logC ni tashkil etdi. Bu esa usulning yuqori aniqlik va selektivlikka ega ekanligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot davomida kartoshka, pomidor, bodring, karam va lavlagi namunalariidagi nitrat ionlari miqdori aniqlandi. Namunalar maydalangandan so'ng distillangan suv yordamida ekstraksiya qilindi va filtrlab olinib analiz qilindi. Nitrat miqdorini hisoblash quyidagi formula asosida bajarildi:

$$X=C \times V \times 62m$$

bu yerda 62 — nitrat ionining molyar massasi (g/mol).

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, sabzavot mahsulotlari tarkibidagi nitrat miqdori mahsulot turiga qarab sezilarli farq qiladi. Eng yuqori nitrat miqdori lavlagi va karam namunalariida kuzatildi. Bu holat ushbu o'simliklarning azot birikmalarini faol to'plash xususiyati bilan izohlanadi. Kartoshka va pomidor namunalariida nitrat miqdori nisbatan past ekanligi aniqlandi. Tadqiqot natijalari asosida ayrim namunalarda nitrat miqdori sanitariya me'yorlariga yaqinlashgani kuzatildi.

Nitrat ionlari konsentratsiyasining ortishi bilan elektrod potentsiali kamayishi qayd etildi.

Ushbu bog'lanish quyidagi grafik qonuniyat bilan tavsiflandi:

$$E \sim -\log[\text{NO}_3^{3-}]$$

Natijalar shuni ko'rsatdiki, potensiommetrik usul yordamida nitrat ionlarini qisqa vaqt ichida yuqori aniqlik bilan aniqlash mumkin. O'rtacha nisbiy xatolik 3–5 % oralig'ida bo'lib, bu usulning laboratoriya amaliyotida qo'llash uchun qulayligini tasdiqlaydi. Elektrodning javob vaqti 1–2 minutni tashkil etdi va analiz davomida potentsial qiymatlar barqaror saqlanib qoldi.

Tadqiqot davomida muhit pH qiymatining elektrod ko'rsatkichlariga ta'siri ham o'rganildi. Ma'lum bo'lishicha, kuchli kislotali yoki ishqoriy muhitlarda elektrod sezgirligi pasayadi.

Optimal natijalar pH 5–7 oralig'ida kuzatildi. Bu holat nitrat ionlarining eritmadagi aktivligi hamda membrana yuzasidagi ion almashinish jarayonlari bilan bog'liq.

Olingan natijalar asosida potensiommetrik usul oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat ionlarini aniqlashda samarali, iqtisodiy jihatdan qulay va yuqori sezgir analitik usul ekanligi aniqlandi. Ushbu usul ekologik monitoring, sanitariya nazorati hamda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash tizimlarida keng qo'llash uchun istiqbolli usullardan biri hisoblanadi.

Nitrat ionlari konsentratsiyasi va elektrod potentsiali o'rtasidagi bog'lanishni ifodalovchi murakkab potensiommetrik diagramma quyidagicha shakllantiriladi. Diagrammada turli oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat miqdori hamda elektrod potentsialining o'zgarish tendensiyasi ko'rsatilgan.

Oziq-ovqat mahsulotlarida nitrat miqdorining potensiommetrik tahlili

Turli oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat ionlari konsentratsiyasi va elektrod potentsialining o'zgarish diagrammasi.

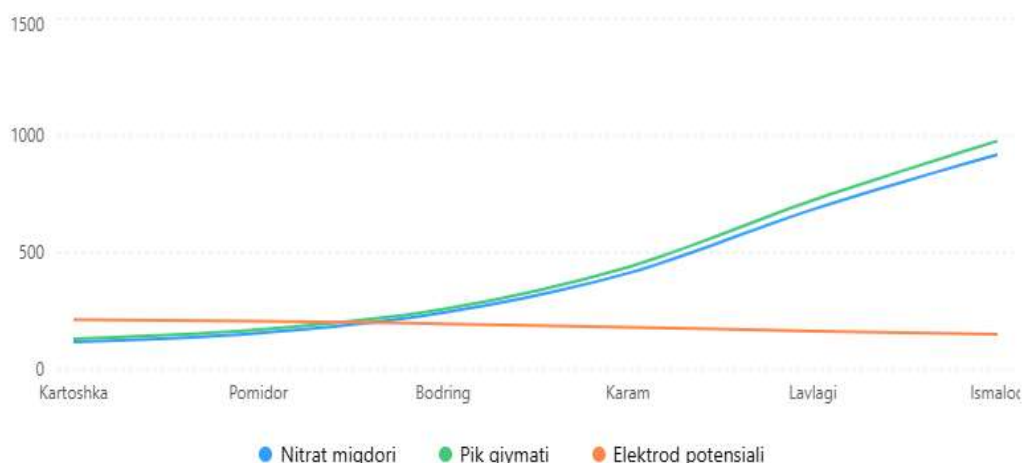


Diagramma natijalariga ko'ra nitrat ionlari konsentratsiyasi ortishi bilan elektrod potentsialining kamayishi kuzatiladi. Ushbu holat Nernst tenglamasi asosida ion-selektiv elektrodning ishlash mexanizmini tasdiqlaydi:

Tadqiqot natijalari sabzavot mahsulotlarida nitratlarning notekis taqsimlanishini ko'rsatdi.

Ayniqsa, bargli sabzavotlar va ildizmevalarda nitrat miqdori yuqori ekanligi aniqlandi.

Bu esa o'simliklarning azot almashinuvi jarayonlari hamda mineral o'g'itlarni o'zlashtirish intensivligi bilan bog'liq ekanligi bilan izohlanadi.

XULOSA

Mazkur tadqiqot ishida oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat ionlari miqdorini potentsiometrik usul yordamida aniqlashning nazariy va amaliy asoslari atroflicha o'rganildi.

Tadqiqot davomida ion-selektiv elektrodlar asosida ishlovchi potentsiometrik analiz usulining nitrat ionlarini aniqlashdagi sezgirliги, aniqligi hamda selektivligi baholandi. Olingan natijalar ushbu usul oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitrat miqdorini tezkor va yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini berishini ko'rsatdi.

Kalibr lash jarayonida elektrod sezgirligining nazariy qiymatlarga yaqin ekanligi kuzatildi hamda potentsiometrik usulning amaliy jihatdan barqaror ishlashi tasdiqlandi. Tadqiqot davomida kartoshka, pomidor, bodring, karam, lavlagi va ismaloq kabi oziq-ovqat mahsulotlarida nitrat ionlari miqdori aniqlandi. Natijalar ayrim sabzavotlarda nitratlarning yuqori miqdorda to'planishini ko'rsatdi. Ayniqsa, bargli sabzavotlar va ildizmevalarda nitrat miqdori boshqa mahsulotlarga nisbatan yuqori ekanligi aniqlandi. Bu holat azotli o'g'itlarning ortiqcha qo'llanilishi hamda o'simliklarning fiziologik xususiyatlari bilan izohlandi.

Olingan natijalar potentsiometrik usulning analiz vaqtining qisqaligi, murakkab reagentlar talab qilmasligi, yuqori sezgirlikka egaligi hamda iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan boshqa analitik usullardan ustun ekanligini ko'rsatdi. Elektrodning javob vaqti qisqa bo'lib, analiz natijalari yuqori takrorlanuvchanlikka ega ekanligi kuzatildi. Shu bilan birga, usul ekologik monitoring, sanitariya-gigiyena nazorati va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash tizimlarida keng qo'llash uchun istiqbolli analitik usullardan biri ekanligi aniqlandi.

Mazkur tadqiqot natijalari oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi nitratlarni nazorat qilishda zamonaviy elektrokimyoviy usullarni rivojlantirish hamda amaliyotga keng joriy etish uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Минин В. Б., Сюгияйнен А. В. Влияние органического удобрений на продуктивность и содержание нитратов в растениях картофеля //Вестник Студенческого научного общества. – 2017. – Т. 8. – №. 1. – С. 36-38.
2. Ismatov O. T. et al. Synthesis of biopolymer materials based on cellulose isolated from lignocellulosic waste //Academic Journal of Science, Technology and Education. – 2026. – Т. 2. – №. 4. – С. 8-13.
3. Копытков В. В. Научно-технологические аспекты разработки и исследования композиционных материалов для лесовыращивания. – 2022.
4. Бобожонов Ж. Ш., Шукуров Ж. С., Тогашаров А. С. Растворимость системы тетракарбамидохлората кальция-ацетат аммония-вода //Universum: технические науки. – 2022. – №. 4-8 (97). – С. 30-33.
5. Jasur o'g'li X. H. et al. Effects of sulfur powder, fat pigments in lactose-derived cream on damaged skin //FAN VA TA'LIM INTEGRATSIYASI (INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION). – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 99-103.
6. Khan M. S. et al. Combined effect of animal manures and di-ammonium phosphate (DAP) on growth, physiology, root nodulation and yield of chickpea //Agronomy. – 2022. – Т. 12. – №. 3. – С. 674.
7. Khoriddinovich I. Y. CHEMICAL BENEFICIATION OF LIGNITE COALS FOR REDUCING ASH AND MINERAL IMPURITIES //ИКРО журнал. – 2025. – Т. 16. – №. 01. – С. 417-424.
8. Xayrullo o'g P. U. et al. Comparative Analysis of Thermal and Thermochemical Activation of Bio-Waste for Carbon Adsorbent Production //CONFERENCE OF MODERN SCIENCE & PEDAGOGY. – 2025. – Т. 1. – №. 3. – С. 646-652.
9. oglu Khusanov O. A. et al. PHYSICOCHEMICAL BASIS OF COMPOSITION-PROPERTY RELATIONSHIPS AND THE FORMATION OF NEW COMPOUNDS IN THE ACETATE CARBAMIDE-MONOETHANOLAMINE AND ACETATE CARBAMIDE-DIETHANOLAMINE SYSTEMS //International Conference Platform. – 2025. – №. 5. – С. 7-12.
10. Xayrullo o'g P. U. et al. INVESTIGATION OF THE REPELLENT ACTIVITY AGAINST IXODID TICKS BASED ON THE STRUCTURAL AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF DIBUTYL ADIPATE //TANQIDIY NAZAR, TAHLILY TAFAKKUR VA INNOVATSION G 'OYALAR. – 2025. – Т. 2. – №. 1. – С. 265-273.
11. Jasur o'g'li X. H. et al. The importance of sulfur and oxygen for living organisms and plants //FAN VA TA'LIM INTEGRATSIYASI (INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION). – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 86-91.

12. Hussein H. A. Z., Awad A. A. M., Beheiry H. R. Improving nutrients uptake and productivity of stressed olive trees with mono-ammonium phosphate and urea phosphate application //Agronomy. – 2022. – T. 12. – №. 10. – C. 2390.
13. Kholjigitov G. S. et al. BIOCHEMICAL ANALYSIS OF THE EFFECTS OF NITROGEN, PHOSPHORUS, AND POTASSIUM ON PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND METABOLIC PROCESSES IN APPLE (MALUS DOMESTICA) LEAVES //International Conference Platform. – 2026. – №. 3. – C. 7-12.
14. Pardayev U. B. et al. PREDICTION OF ACARICIDAL PROPERTIES OF ORGANIC COMPOUNDS BASED ON BOILING POINT, MELTING POINT, AND VAPOR PRESSURE //Modern Science and Research. – 2025. – T. 4. – №. 6. – C. 436-444.
15. Xayrullo o'g P. U. et al. POST-HARVEST PHYSIOLOGY OF MELONS AS AFFECTED BY SOIL PHOSPHORUS AVAILABILITY AND APPLICATION TIMING //CONFERENCE OF ADVANCE SCIENCE & EMERGING TECHNOLOGIES. – 2025. – T. 1. – №. 2. – C. 178-183.
16. oglu Majidov H. B. et al. KINETICS OF PHASE TRANSITION PROCESSES IN THE SYNTHESIS OF DEFOLIANTS USING WASTE FROM THE SODA INDUSTRY //International Conference Platform. – 2025. – №. 1. – C. 14-21.
17. Khamzina B. et al. The effects of ammonium phosphate fertilization on yield and yield components of Mustard varieties in chernozem soil //Eurasian Journal of Soil Science. – 2023. – T. 12. – №. 2. – C. 169-176.
18. Nurimova N. N. et al. Kinetic study of the synthesis of ammonium phosphates based on orthophosphoric acid and ammonia //Academic Journal of Science, Technology and Education. – 2026. – T. 2. – №. 4. – C. 14-20.
19. Bobozhonov Z. S. et al. Study of the Polythermal Solubility of the Calcium Chlorate–Ureacarbamide–monoethanolammonium–water System. – 2025.
20. Xayrullo o'g P. U. et al. CHEMICAL ANALYSIS-BASED ASSESSMENT OF THE HERBICIDAL EFFICIENCY OF AZIDO-SUBSTITUTED TRIAZINES //CONFERENCE OF ADVANCE SCIENCE & EMERGING TECHNOLOGIES. – 2025. – T. 1. – №. 2. – C. 53-62.
21. Xamdanova S., Pardayev U. B., Kosimova X. SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS OF 2-PHENOXYETHYLDIMETHYLBENZYLAMMONIUM-2-OXYNAPHTHOATE AND ITS CORRELATION WITH ANTIPARASITIC ACTIVITY //International journal of medical sciences. – 2025. – T. 1. – №. 5. – C. 3-11.
22. Jiemuratova A. A. et al. SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF ACETONITRILE-COORDINATED ZN (II) AND CU (II) COMPLEXES WITH NON-COORDINATING ANIONS //SHOKH LIBRARY. – 2025.
23. Pardayev U. B. et al. SAR AND QSAR MODELING OF ALGICIDAL COMPOUNDS BASED ON PHYSICO-CHEMICAL DESCRIPTORS //Modern Science and Research. – 2025. – T. 4. – №. 6. – C. 445-453.
24. Хайдаров Г. Ш. и др. Синтез и биологическая активность гидрохлорид хиназолин-4-она //Fan va ta'lim integratsiyasi" jurnalining Tahrir hay'ati tarkibi. – T. 300.

25. Xayrullo o'g P. U. et al. Using natural plant extracts as acid-base indicators and pKa value calculation method //fan va ta'lim integratsiyasi (integration of science and education). – 2024. – T. 2. – №. 1. – С. 80-85.
26. Abebe B., Workayehu T. Effect of method of sowing and time of di-ammonium phosphate (dap) fertilizer application, on yield and yield components of tef (*Eragrostis tef*) Trotter) at Shebedino, Southern Ethiopia //Advances in Crop Science and Technology. – 2015. – Т. 3. – С. 168.
27. Jiemuratova A., Pardayev U. B., Bobojonov J. Coordination Interaction Between Anthranilic Ligand And D-Element Salts During Crystal Formation: A Structural And Spectroscopic Approach //Modern Science and Research. – 2025. – Т. 4. – №. 5. – С. 199-201.
28. Maxsudjon T. et al. Synthesis and study of mixed-ligand complex compounds based on alanine and 3d-metal benzoates //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 6-4 (96). – С. 17-21.
29. Бобожонов Ж. Ш. Растворимость в системе хлората кальция-ацетат аммония-вода //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 7-1 (97). – С. 60-63.
30. Xayrullo o'g P. U. et al. The essence of the research of synthesis of natural indicators, studying their composition and dividing them into classes //fan va ta'lim integratsiyasi (integration of science and education). – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 50-55.
31. Hassan N. et al. Impact of phosphate solubilizing bacteria in combination with di-ammonium phosphate on growth and development of sunflower (*Helianthus annus L.*) //Journal of Plant Nutrition. – 2021. – Т. 44. – №. 16. – С. 2359-2370.
32. Sherzod-O'G'Li G. O. et al. Renet Simirenko olma barglarining yashil va sarg 'aygan holatlarida biokimyoviy tarkibining qiyosiy tahlili //Science and Education. – 2026. – Т. 7. – №. 2. – С. 47-54.
33. Исаков Ю. и др. THE EFFECT OF DIFFERENT PHOSPHORUS DOSES ON THE STORAGE AND YIELD OF LATE-RIPENING MELON IN LIGHT GRAY SOILS //Международный мультидисциплинарный журнал исследований и разработок. – 2025. – Т. 1. – №. 5. – С. 163-167.