

Kimyo sanoatida texnologik mahsulotlar namligini ekspress aniqlashda Karl Fisher usulining ahamiyati

E'zoza Orifjon qizi Tuychiyeva
Zulayho Sherzod qizi Ochilova
pprobbeck@gmail.com
Xurshida Rajabboyovna Kosimova
Samarqand davlat pedagogika instituti

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot ishida kimyo sanoatida texnologik mahsulotlar tarkibidagi namlikni ekspress aniqlashda Karl Fisher titrlash usulining analitik ahamiyati, aniqlik darajasi hamda amaliy qo'llanilish imkoniyatlari o'rganildi. Kimyo sanoatida ishlab chiqariladigan ko'plab mahsulotlarning fizik-kimyoviy xossalari, saqlanish barqarorligi va texnologik sifati ularning namlik miqdoriga bevosita bog'liq bo'lib, namlikni tezkor va yuqori aniqlikda aniqlash muhim analitik vazifalardan biri hisoblanadi. Tadqiqot davomida Karl Fisher reaktivi asosidagi volumetrik va kulonometrik titrlash usullarining ishlash prinsiplari, reaksiyon mexanizmi hamda turli texnologik namunalar tarkibidagi suv miqdorini aniqlashdagi samaradorligi tahlil qilindi. Ushbu usulning asosiy afzalliklari sifatida yuqori selektivlik, mikro miqdordagi namlikni aniqlash imkoniyati, qisqa tahlil vaqti hamda natijalarning yuqori takrorlanuvchanligi aniqlandi. Shuningdek, Karl Fisher usulining gravimetrik va termik namlik aniqlash usullariga nisbatan ustun jihatlari qiyosiy baholandi. Olingan natijalar Karl Fisher titrlash usuli kimyo sanoati mahsulotlari sifat nazoratida, texnologik jarayonlarni monitoring qilishda hamda mahsulotlarning standart talablariga mosligini baholashda samarali analitik usul ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: Karl Fisher titrlash, Analitik kimyo, namlikni ekspress aniqlash, volumetrik titrlash, kulonometrik titrlash, texnologik mahsulotlar, sifat nazorati

The importance of the Karl Fischer method in the express determination of moisture content of technological products in the chemical industry

E'zoza Orifjon kizi Tuychiyeva
Zulayho Sherzod kizi Ochilova
pprobbeck@gmail.com
Khurshida Rajabboyovna Kosimova
Samarkand State Pedagogical Institute

Abstract: In this research work, the analytical significance, accuracy level and practical application possibilities of the Karl Fischer titration method in the express determination of moisture content in technological products in the chemical industry were studied. The physicochemical properties, storage stability and technological quality of many products produced in the chemical industry are directly dependent on their moisture content, and rapid and high-precision determination of moisture is one of the important analytical tasks. During the study, the principles of operation of volumetric and coulometric titration methods based on the Karl Fischer reagent, the reaction mechanism and their effectiveness in determining the water content in various technological samples were analyzed. The main advantages of this method were identified as high selectivity, the ability to determine micro-amounts of moisture, short analysis time and high reproducibility of results. Also, the advantages of the Karl Fischer method over gravimetric and thermal moisture determination methods were comparatively evaluated. The results obtained showed that the Karl Fischer titration method is an effective analytical method for quality control of chemical industry products, monitoring technological processes, and assessing the compliance of products with standard requirements.

Keywords: Karl Fischer titration, Analytical chemistry, express moisture determination, volumetric titration, coulometric titration, technological products, quality control

KIRISH

Hozirgi kunda kimyo sanoati tarmoqlarida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifati, fizik-kimyoviy barqarorligi hamda texnologik samaradorligini ta'minlash muhim ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi. Sanoat miqyosida olinadigan ko'plab organik va noorganik moddalar, polimerlar, mineral o'g'itlar, neft mahsulotlari, farmatsevtik preparatlar hamda turli reagentlarning tarkibidagi namlik miqdori ularning saqlanish muddati, reaksiyon faolligi, agregat holati va texnologik xossalriga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, gigroskopik xususiyatga ega bo'lgan mahsulotlarda ortiqcha namlik moddaning parchalanishi, kristall tuzilishining o'zgarishi, fizik xossalarning yomonlashuvi hamda texnologik jarayonlarning izdan chiqishiga sabab bo'lishi mumkin. Shu sababli kimyo sanoatida mahsulotlar tarkibidagi suv miqdorini tezkor, aniq va ishonchli aniqlash zamonaviy analitik kimyoning dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Namlikni aniqlashning gravimetrik, termik, spektroskopik va elektrokimyoviy usullari mavjud bo'lsa-da, ularning ayrimlari uzoq vaqt talab qilishi, yuqori harorat ta'sirida namunaning parchalanishi yoki yetarli selektivlikka ega emasligi bilan tavsiflanadi. Shu jihatdan Karl Fisher titrlash usuli namlikni aniqlashning eng samarali va yuqori aniqlikka ega analitik usullaridan biri sifatida keng

qo'llanilmoqda. Ushbu usul yod, oltingugurt(IV)-oksid va organik asoslar ishtirokidagi maxsus kimyoviy reaksiya asosida amalga oshiriladi hamda mikro miqdordagi suvni ham yuqori sezgirlik bilan aniqlash imkonini beradi. Karl Fisher usulining asosiy afzalliklari sifatida qisqa tahlil vaqti, yuqori selektivlik, kam xatolik hamda turli agregat holatdagi namunalarda qo'llash imkoniyati alohida ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi vaqtda kimyo sanoatida texnologik nazoratni avtomatlashtirish hamda sifat monitoringini takomillashtirish jarayonida Karl Fisher titrlash usulining volumetrik va kulonometrik turlari keng tatbiq etilmoqda. Ushbu usullar yordamida organik erituvchilar, neft fraksiyalari, polimer materiallar, farmatsevtik moddalar va boshqa texnologik mahsulotlar tarkibidagi namlikni qisqa vaqt ichida aniqlash mumkin. Bu esa ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini standart talablar asosida nazorat qilish hamda texnologik yo'qotishlarni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Shu bois mazkur tadqiqot ishida kimyo sanoati mahsulotlari tarkibidagi namlikni ekspress aniqlashda Karl Fisher usulining analitik imkoniyatlari, afzalliklari hamda sanoatdagi amaliy qo'llanilish jihatlari atroflicha o'rganildi.

MATERIAL VA METODLAR

Mazkur tadqiqot ishida kimyo sanoatida qo'llaniladigan turli texnologik mahsulotlar tarkibidagi namlik miqdorini aniqlash uchun Karl Fisher titrlash usulidan foydalanildi. Tadqiqot obyekti sifatida organik erituvchilar, mineral o'g'it namunalari, polimer materiallar hamda ayrim gigroskopik kimyoviy reagentlar tanlab olindi. Tahlil jarayonida namunalarning fizik-kimyoviy xossalari, agregat holati va namlikni ushlab turish darajasi hisobga olindi. Tadqiqot davomida namunalarning tarkibidagi suv miqdorini yuqori aniqlikda aniqlash maqsadida volumetrik va kulonometrik Karl Fisher titrlash usullari qo'llanildi.

Analitik tahlillar maxsus avtomatik Karl Fisher titratori yordamida amalga oshirildi. Tajribalarda Karl Fisher reaktivi tarkibida yod (I_2), oltingugurt(IV)-oksid (SO_2), metanol hamda organik asos sifatida imidazol yoki piridinli komponentlardan foydalanildi. Namunalarning turiga qarab tahlil uchun 0,01 g dan 5 g gacha massa o'lchab olindi. Suyuq namunalar mikroshprits yordamida titrlash kamerasiga yuborildi, qattiq namunalar esa oldindan maydalangan holda maxsus erituvchida eritilib tahlil qilindi. Namlik miqdori titrlash davomida sarflangan Karl Fisher reaktivi hajmi yoki elektrolitik hosil bo'lgan yod miqdori asosida hisoblab chiqildi.

Volumetrik usul nisbatan yuqori namlikka ega bo'lgan namunalar uchun qo'llanildi. Ushbu usulda Karl Fisher reaktivi namuna tarkibidagi suv bilan stexiometrik nisbatda reaksiyaga kirishdi. Reaksiya natijasida sarflangan titrant hajmi orqali namlik miqdori aniqlanib, natijalar foiz hisobida qayd etildi. Mikro miqdordagi suvni aniqlashda esa kulonometrik Karl Fisher usulidan foydalanildi. Mazkur usulda yod elektrolitik yo'l bilan hosil qilinib, hosil bo'lgan yod miqdori Faradey qonuni

asosida hisoblandi. Kulonometrik usul ayniqsa ppm darajadagi namlikni aniqlashda yuqori sezgirlik va aniqlikni ta'minladi.

Karl Fisher reaksiyasining kimyoviy mohiyati quyidagi tenglama asosida amalga oshadi: $I_2 + SO_2 + H_2O + 3RN \rightarrow 2(RNH)I + RNSO_3$

Tadqiqot davomida barcha tajribalar laboratoriya sharoitida 20-25 °C harorat oralig'ida olib borildi. O'lchash natijalarining ishonchligini oshirish maqsadida har bir namuna kamida uch martadan tahlil qilindi va o'rtacha qiymatlar hisoblandi. Olingan natijalar statistik jihatdan qayta ishlanib, nisbiy xatolik va takrorlanuvchanlik ko'rsatkichlari aniqlandi. Namlik miqdorini aniqlash natijalari boshqa analitik usullar bilan qiyosiy baholanib, Karl Fisher titrlash usulining sezgirligi, selektivligi va ekspress tahlil imkoniyatlari tahlil qilindi.

NATIJARLAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot davomida kimyo sanoatida keng qo'llaniladigan turli texnologik mahsulotlar tarkibidagi namlik miqdori Karl Fisher titrlash yordamida aniqlandi hamda olingan natijalar tahlil qilindi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, Karl Fisher titrlash usuli organik erituvchilar, gigroskopik reagentlar, polimer materiallar va mineral o'g'itlar tarkibidagi suv miqdorini qisqa vaqt ichida yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi. Ayniqsa, mikro miqdordagi namlikni aniqlashda kulonometrik usulning sezgirligi yuqori bo'lib, ppm darajadagi suv miqdorini aniqlashda ishonchli natijalar qayd etildi. Volumetrik usul esa nisbatan yuqori namlik saqlovchi namunalarda samarali qo'llanildi va tahlil jarayonining tezkorligini ta'minladi.

1-jadval

Turli texnologik mahsulotlar tarkibidagi namlik miqdori (KF - Karl Fisher usuli natijalari).

No	Namuna turi	Namuna massasi, g	Volumetrik KF usuli, %	Kulonometrik KF usuli, %	O'rtacha qiymat, %	Nisbiy standart og'ish, %	Standart talabi, %
1	NPK (19:19:19) mineral o'g'it	1.000	0.152	0.146	0.149	1.23	≤0.20
2	Karbamid	1.000	0.182	0.176	0.179	1.11	≤0.30
3	Suyuq ammiak (25%)	0.500	0.087	0.083	0.085	1.40	≤0.10
4	Aseton (erituvchi)	1.000	0.012	0.009	0.011	2.45	≤0.02
5	Etanol (absolyut)	1.000	0.015	0.012	0.014	2.10	≤0.03
6	PVX (polivinilxlorid) granula	2.000	0.068	0.063	0.066	1.35	≤0.10

Tadqiqot natijalari asosida ayrim texnologik mahsulotlarda namlik miqdorining ortishi ularning fizik-kimyoviy xossalariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Xususan, gigroskopik noorganik tuzlar tarkibidagi ortiqcha namlik kristallanish darajasining pasayishiga hamda moddaning saqlanish barqarorligining kamayishiga olib kelishi kuzatildi. Organik erituvchilarda esa suv miqdorining ortishi reaksiyon faolligining pasayishi va ayrim kimyoviy sintez jarayonlarida qo'shimcha yon reaksiyalar yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkinligi aniqlandi. Shu bois

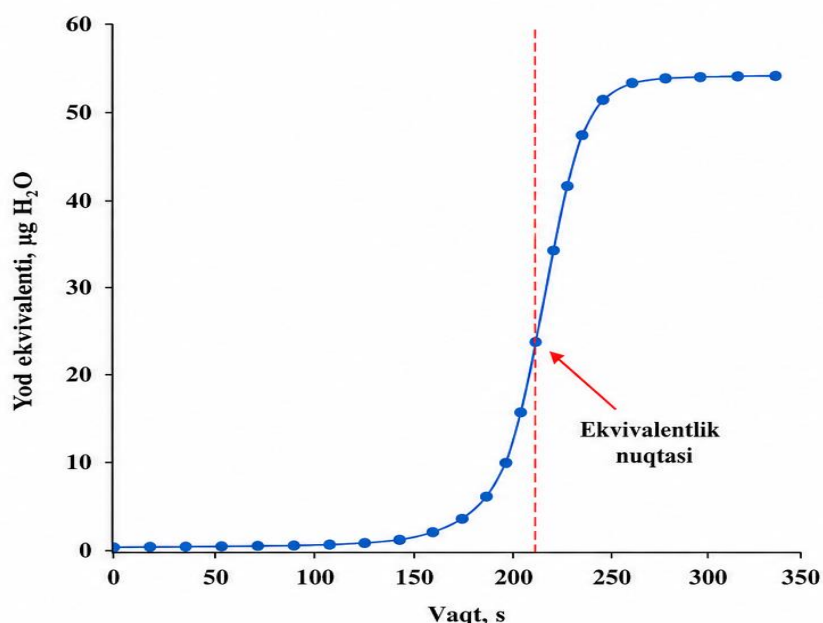
texnologik mahsulotlar tarkibidagi suv miqdorini doimiy nazorat qilish ishlab chiqarish sifatini ta'minlashda muhim omil hisoblanadi.

2-jadval

Karl Fisher usulini gravimetrik quritish usuli bilan taqqoslash.

№	Namuna turi	KF usuli, %	Gravimetrik usul, %	Farq, %	Nisbiy xatolik, %	KF usuli tahlil vaqti, min	Gravimetrik usul vaqti, min
1	NPK (19:19:19) mineral o'g'it	0.149	0.164	0.015	9.15	6-8	150
2	Karbamid	0.179	0.196	0.017	8.67	6-8	150
3	Suyuq ammiak (25%)	0.085	0.097	0.012	12.37	5-7	120
4	Aseton (erituvchi)	0.011	0.016	0.005	31.25	5-6	120
5	Etanol (absolyut)	0.014	0.020	0.006	30.00	5-6	120
6	PVX (polivinilxlorid) granula	0.066	0.078	0.012	15.38	6-8	150

Karl Fisher usulining asosiy afzalliklaridan biri uning yuqori selektivligi bilan izohlanadi. Ushbu usulda reaksiya bevosita suv molekulasini ishtirokida sodir bo'lgani sababli boshqa uchuvchan komponentlarning ta'siri minimal darajada bo'ladi. Bu esa gravimetrik va termik namlik aniqlash usullariga nisbatan ancha aniq natijalar olish imkonini beradi. Gravimetrik usullarda namuna yuqori haroratda quritilganda ayrim uchuvchan organik moddalar ham bug'lanib ketishi natijasida xatolik yuzaga kelishi mumkin. Karl Fisher usulida esa suv miqdori kimyoviy reaksiyaga asoslangan holda aniqlanadi va bu tahlilning ishonchliligini oshiradi.



1-rasm: Karl Fisher titrlash jarayonining titrlash egri chizig'i (kulonometrik usul misolida).

Izoh: Grafikda titrlash davomida vaqt ortishi bilan yod ekvivalenti miqdorining o'zgarishi hamda ekvivalentlik nuqtasi ko'rsatiladi. Grafik S-simon ko'rinishga ega bo'lib, namlik miqdorini aniqlashdagi keskin o'zgarish nuqtasi tahlilning yakunlanganini bildiradi.

Tahlillar davomida Karl Fisher titrlash usulining takrorlanuvchanlik ko'rsatkichi yuqori ekanligi kuzatildi. Bir xil namunalar bir necha marotaba tahlil qilinganda natijalar orasidagi tafovut juda kichik bo'lib, usulning aniqligi va barqarorligi tasdiqlandi. Bundan tashqari, tahlil uchun kam miqdordagi namuna talab qilinishi ham usulning muhim afzalliklaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, qimmatbaho kimyoviy moddalar va farmatsevtik mahsulotlarni tahlil qilishda bu holat katta amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kimyo sanoatida avtomatlashtirilgan analitik tizimlarning rivojlanishi Karl Fisher titrlash usulining qo'llanilish doirasini yanada kengaytirmoqda. Zamonaviy avtomatik titratorlar yordamida namlikni qisqa vaqt ichida yuqori aniqlik bilan aniqlash imkoniyati ishlab chiqarish jarayonlarini operativ nazorat qilishga xizmat qiladi. Bu esa mahsulot sifatini xalqaro standartlar asosida baholash, texnologik yo'qotishlarni kamaytirish hamda energiya va xomashyo sarfini optimallashtirishda muhim omil hisoblanadi. Olingan natijalar Karl Fisher usuli kimyo sanoati mahsulotlari tarkibidagi namlikni ekspress aniqlashda yuqori samaradorlikka ega zamonaviy analitik usullardan biri ekanligini ko'rsatdi.

XULOSA

Kimyo sanoatida texnologik mahsulotlar tarkibidagi namlik miqdorini aniqlash mahsulot sifati, fizik-kimyoviy barqarorligi hamda texnologik jarayonlarning samaradorligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur tadqiqot ishida Karl Fisher titrlash usulining texnologik mahsulotlar tarkibidagi namlikni ekspress aniqlashdagi analitik imkoniyatlari atroflicha o'rganildi hamda usulning samaradorligi tajriba natijalari asosida baholandi. Olingan natijalar Karl Fisher usuli mikro va makro miqdordagi namlikni qisqa vaqt ichida yuqori aniqlik hamda sezgirlik bilan aniqlash imkonini berishini ko'rsatdi.

Tadqiqot davomida volumetrik va kulonometrik Karl Fisher titrlash usullarining turli texnologik namunalarda samarali qo'llanilishi aniqlandi. Volumetrik usul nisbatan yuqori namlikka ega namunalarni tahlil qilishda samarali natijalar bergan bo'lsa, kulonometrik usul juda kichik miqdordagi suvni aniqlashda yuqori sezgirlikni namoyon etdi. Ayniqsa, organik erituvchilar, gigroskopik moddalar hamda polimer materiallar tarkibidagi suv miqdorini aniqlashda usulning selektivligi va takrorlanuvchanligi yuqori ekanligi tasdiqlandi. Tadqiqot natijalari Karl Fisher usulida olingan qiymatlar gravimetrik quritish usuliga nisbatan ancha aniq va ishonchli ekanligini ko'rsatdi. Karl Fisher titrlash usulining asosiy afzalliklari sifatida qisqa tahlil vaqti, kam miqdordagi namuna talab qilishi, yuqori aniqlik, avtomatlashtirish imkoniyati hamda inson omiliga bog'liq xatoliklarning kamayishi qayd etildi. Ushbu usul yordamida texnologik mahsulotlar tarkibidagi namlikni operativ nazorat qilish ishlab chiqarish sifatini oshirish, mahsulotlarning standart

talablariga mosligini ta'minlash hamda texnologik yo'qotishlarni kamaytirishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari asosida Karl Fisher titrlash usuli zamonaviy Analitik kimyo ning eng samarali va istiqbolli usullaridan biri ekanligi aniqlandi. Ushbu usulning kimyo sanoati, farmatsevtika, neft-kimyo, polimer materiallar ishlab chiqarish hamda laboratoriya sifat nazorati tizimlarida keng qo'llanilishi yuqori ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi. Kelgusida Karl Fisher usulini avtomatlashtirilgan raqamli analitik tizimlar bilan integratsiyalash texnologik mahsulotlar sifat monitoringini yanada takomillashtirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Olszewska-Pastuszak D. et al. Application of Karl Fischer titration method to determine moisture content of building materials //Measurement. – 2025. – T. 256. – C. 118363.
2. 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.
3. 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. – T. 7. – №. 2. – C. 47-54.
4. Ismatov O. T. et al. Synthesis of biopolymer materials based on cellulose isolated from lignocellulosic waste //Academic Journal of Science, Technology and Education. – 2026. – T. 2. – №. 4. – C. 8-13.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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. – C. 7-12.

9. 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. – T. 2. – №. 1. – C. 99-103.
10. 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.
11. 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.
12. Pardayev U. B. et al. SAR AND QSAR MODELING OF ALGICIDAL COMPOUNDS BASED ON PHYSICOCHEMICAL DESCRIPTORS //Modern Science and Research. – 2025. – T. 4. – №. 6. – C. 445-453.
13. Hădărugă N. G., Hădărugă D. I., Isengard H. D. Water content of natural cyclodextrins and their essential oil complexes: A comparative study between Karl Fischer titration and thermal methods //Food Chemistry. – 2012. – T. 132. – №. 4. – C. 1741-1748.
14. Khoriddinovich I. Y. CHEMICAL BENEFICIATION OF LIGNITE COALS FOR REDUCING ASH AND MINERAL IMPURITIES //ИКРО журнал. – 2025. – T. 16. – №. 01. – C. 417-424.
15. 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.
16. Tilyabov M., Khaydarov G., Saitkulov F. Chromatography-Mass spectrometry and its Analytical capabilities //Development and innovations in science. – 2023. – T. 2. – №. 1. – C. 118-121.
17. Jiemuratova A. A. et al. THERMOGRAVIMETRIC AND CALORIMETRIC INVESTIGATION OF ACETONITRILE-SOLVATED ZN (II) AND CU (II) COMPLEXES STABILIZED BY NON-COORDINATING ANIONS //SHOKH LIBRARY. – 2025.
18. 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, TAHLILIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G 'OYALAR. – 2025. – T. 2. – №. 1. – C. 265-273.

19. 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. – Т. 1. – №. 5. – С. 3-11.

20. Lin M. J. Research the instrument of Karl Fischer titration how to detect the moisture content from transformer insulating oil //Journal of Engineering Research and Reports. – 2023. – Т. 24. – №. 8. – С. 46-51.

21. 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.

22. 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.

23. 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. – Т. 1. – №. 2. – С. 178-183.

24. Fakayode S. O., Abel C., Pollard D. A. Determination of moisture content of over the counter pharmaceuticals and dried powdered food products using coulometric Karl Fischer titration: A summer undergraduate research experience at Historically Black College and University //The Chemical Educator. – 2014. – Т. 19. – №. 1. – С. 264-268.