MUHANDISLIK & IQTISODIYOT

ijtimoiy-igtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026-YIL

SENTYABR / 9-SON, II-QISM



Milliy nashrlar

OAK: https://oak.us/pages/4802

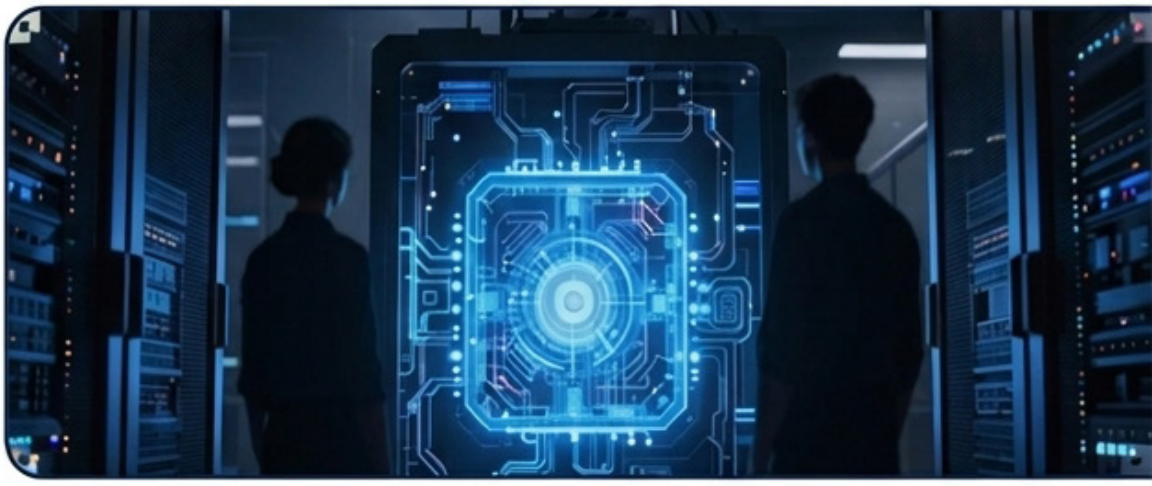
05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar

Google Scholar

ISSN INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER INTERRATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, sentyabr.

Bosh muharrir:
Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:
Shakarov Zafar G'afforovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:
Abduraxmanov Kalandar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor
Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor
Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,
Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent
Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD
Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)
Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.
Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor
Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent
Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.
Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
05.01.07 – Matematik modellashtirish
05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
05.04.01 – Telekommunikasiya va kompyuter tizimlari, telekommunikasiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
08.00.02 – Makroiqtisodiyot
08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
08.00.06 – Ekonometrika va statistika
08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
08.00.11 – Marketing
08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
08.00.13 – Menejment
08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti

MUNDARIJA • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

MUNDARIJA

O‘ZBEKISTON TIJORAT BANKLARIDA KREDIT RISKINI ERTA ANIQLASH TIZIMINI SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH 9
Kobilova Ozoda Abdishukur qizi
BUYUK BRITANIYA STARTAP EKOTIZIMINI BOSHQARISH MODELI VA O‘ZBEKISTON UCHUN SABOQLAR 15
Sodiqov Elmurod Shomurod o‘g‘li
ФИНАНСОВЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ АГРОБИЗНЕСА, РЕФОРМА ИНСТИТУТА НЕПЛАТЁЖЕСПОСОБНОСТИ И ГЕОГРАФИЯ СЕЛЬСКОЙ БЕДНОСТИ: УЗБЕКИСТАН, 2015–2025 ГОДЫ 21
Адилов Шерзот Шамильевич
AHOLI DAROMADLARI VA ISTE’MOL XARAJATLARINI TADQIQ ETISHNING ZAMONAVIY EKONOMETRIK YONDASHUVLARI 30
Farmonov Dilshod Po‘latovich
SUN’IY INTELLEKT TRANSFORMATSIYASI SHAROITIDA INSON KAPITALIGA QO‘YILADIGAN KOMPETENSIYAVIY TALABLARNING O‘ZGARISHI: XALQARO TENDENSIYALAR VA O‘ZBEKISTON UCHUN USTUVOR YO‘NALISHLAR 36
Durdona Davletova
KICHIK BIZNES SOHASIDA INSON KAPITALINI RIVOJLANTIRISH VA MEHNAT MUNOSABATLARINI TARTIBGA SOLISH OMILLARI, USULLARI HAMDA FUNKSIYALARI 56
Ulug‘muradova Nodira Berdimuradovna
O‘ZBEKISTONDA YAKKA TARTIBDAGI TADBIRKORLARNI SOLIQQA TORTISHNING AMALDAGI MEXANIZMI 61
Erxanov Muxammadjon Absayitovich
BOSHQARUV TIZIMIDA IQTISODIY SAMARADORLIKNI OSHIRISHNING ZAMONAVIY MEXANIZMLARI 68
Safarov Shohboz Vahob o‘g‘li
EVALUATION OF THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF AZOLLA CAROLINIANA FOR THE REMOVAL OF TOXIC METALS FROM INDUSTRIAL EFFLUENTS 72
Azimov Shavkat Shuxratovich
STABLE CEMENT COMPOSITES BASED ON WASTE TIRE RUBBER AND FLY ASH 78
Daminov Oybek, Egamberdiyev Elmurod, Xoliqulov Odiljon
KICHIK BIZNES VA XUSUSIY TADBIRKORLIK SUBYEKTLARIDA ISHLAB CHIQARILGAN MAHSULOTLARNING EKSPORT SALOHIYATINI BAHOLASH 85
Xikmatullayeva Nargiza Jamoliddin qizi
CO-LOCATED SMALL MODULAR REACTORS AS AN ALTERNATE AC POWER SOURCE FOR LARGE NUCLEAR UNITS UNDER REGIONAL GRID CASCADING CONDITIONS: A DESIGN-BASIS ASSESSMENT FOR UZBEKISTAN 90
Turaeva Dilnavoz
YO‘LOVCHI TASHISH TRANSPORTINI BARQAROR IQTISODIYOTGA ULUSHINI EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH USULLARI 96
Dilshod Karimboyev
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ МОДЫ НА ТУРИСТИЧЕСКОМ РЫНКЕ УЗБЕКИСТАНА 102
Юсупова Мохинур Фарход кизи
АДАПТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ФАКТОР КАЧЕСТВЕННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА УЗБЕКИСТАНА В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГОПЕРЕХОДА 110
Аллаева Гульчехра Жалгасовна

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ПОВЕДЕНИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ 121
Икрамова Нодира Бурхон кизи
XONDIZA KONI POLIMETALL RUDALARINING MINERALOGIK VA TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARINI TADQIQ ETISH 128
Abdisoatov Sardor, Axmatov Sobir, Eshnazarov Mustafo
MALAKALI MUTAXASSISLAR TAYYORLASHDA TA'LIM-INNOVATSION RIVOJLANISHNING MOHIYATI VA UNING NAZARIY ASOSLARI 133
Temirova Shalola Erkinovna
BENZIN TARKIBIDAGI KISLOROD MIQDORINI ANIQLASH: TAHLIL USULLARI VA ULARNING AMALIY AHAMIYATI 138
To'xtayev Nozim Nazir o'g'li
EKSTRAKSIYA JARAYONI PARAMETRLARINING ERITUVCHILARNING EKSTRAKSION QOBILIYATIGA BOG'LIQLIGI 142
G'aybullayev Saidjon Abdusalimovich
THE ROLE OF CHATBOTS IN EDUCATION AND THEIR APPLICATION 150
Hamroyev Bobirjon Bahritdinovich
KICHIK BIZNES VA UNING MILLIY IQTISODIYOTNI BARQAROR RIVOJLANISHIDAGI O'RNI 156
Xolmirzayev Abdulxamid Xapizovich
KO'P QATLAMLI SFERIK QOBIQNING QOVUSHQOQ-ELASTIK MUHITDAGI XOS (ERKIN) TEBRANISHLARI 161
Jalolov Farruh Baxshulloyevich
QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARINI ELEKTR ENERGETIKA TIZIMIGA INTEGRATSIYALASH VA ELEKTR TA'MINOTI BARQARORLIGINI OSHIRISH 168
Jafarov Sobir Talab o'g'li
SENTINEL-1 PSINSAR TEXNOLOGIYASI ASOSIDA QALMOQQIR OCHIQ KARYERI BORTLARINING DEFORMATSIYASINI SUN'IY YO'LDOSH ORQALI MONITORING QILISH 173
Usmonov Firdavs Ro'zimurod o'g'li
O'ZBEKISTONDA DAVLAT XARIDLARINI TASHKIL ETISHNING AMALDAGI MEXANIZMI VA UNI TAKOMILLASHTIRISH YO'NALISHLARI 181
Kurbonbekov Sardorbek Ravshanovich
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ, СТРУКТУРЫ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ УЗБЕКИСТАНА 190
Умаров Улугбек Унарович
O'ZBEKISTON HUDUDLARIDA IJTIMOIY FAROVONLIK VA YASHASH SHAROITLARINI BAHOLASHNING KOMPLEKS YONDASHUVI 197
Jamolov Mirzabek Mirjalil o'g'li
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA KICHIK BIZNES VA XUSUSIY TADBIRKORLIKNI RIVOJLANTIRISHNING USTUVOR YO'NALISHLARI 202
Shokirov Shoxruxmirzo Baxtiyorjon o'g'li
O'ZBEKISTONDA AKSIZ SOLIG'I STAVKALARINING BIR XILDA OSHIRILISHINING FISKAL, ISTE'MOL VA TAQSIMLANISHGA TA'SIRI 208
Musurmonov Sherzod Yusupovich
DEVELOPING A CONCEPTUAL MODEL OF A MARKETING MECHANISM FOR ATTRACTING APPLICANTS 217
Umarov Shuhrat Bahodir o'g'li
ELEKTRON SAVDO XIZMATLARINING SOTSIAL-IQTISODIY MAZMUNI VA IQTISODIYOTDA TUTGAN O'RNI 230
Ulugmurodov Farxod Faxriddinovich
DISPERS SISTEMALARINING TURLARI VA ULARNINGYO'L BITUMLARINING XOSSALARIGA TA'SIRINI TADQIQ QILISH 235
Abdullayeva Shoxista Shuxratovna, Adizov Bobirjon Zamirovich

MUNDARIJA • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

MUNDARIJA • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ 240
Нуруллаева Гулнара Коптлеуовна
DAVLAT TIBBIYOT TASHKILOTLARIDA MOLIYAVIY HISOBOTLARNING AXBOROT IMKONIYATLARI (EKONOMETRIK MODELLAR ORQALI BAHOLASH) 245
Kuliboyev Azamat Shonazarovich
MOLIYAVIY SAVODXONLIK VA AHOLINING TADBIRKORLIK FAOLIYATIGA JALB ETILISHINI OSHIRISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEXANIZMLARI 253
Obilov Mirkomil Rashidovich
IJTIMOIY TADBIRKORLIKNI DAVLAT TOMONIDAN MOLIYAVIY QO‘LLAB-QUVVATLASHNING XORIJIY MODELLARI: QIYOSIY TAHLIL 260
Yerjanov Shohrux Kabil o‘g‘li
DAVLAT SUBSIDIYALARINI BOSHQARISH JARAYONLARINI RAQAMLASHTIRISH VA XALQARO RAQAMLI INTEGRATSIYA ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH YO‘NALISHLARI 266
Hasanov To‘lqin Axmatovich
СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭКСИТОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ САМОАГРЕГАЦИИ МОЛЕКУЛ РИБОФЛАВИНА 272
Г.К. Касимова
QAZIB OLINAYOTGAN ENG YIRIK VA RUDA KONLARINING GEODINAMIK SHAROITLARINI TAHLIL QILISH 277
Qo‘shshayev Uchqun Quvvatovich
KO‘P O‘LCHAMLI BESSEL OPERATORLARIGA ASOSLANGAN LAPLAS–BESSEL DIFFERENSIAL OPERATORINING FORMAL O‘Z-O‘ZIGA QO‘SHMALIGI VA BIR JINSLILIK XOSSALARI HAQIDA 282
Jo‘rayev Shaxzod Shuhratjon o‘g‘li
NUQTAVIY BOG‘LANISHLAR VA BIRIKTIRILGAN MASSALARGA EGA VISKOELASTIK PLASTINA–QOBIQ TIZIMLARINING ERKIN TEBRANISHLARINI VARIATSION-SPEKTRAL TAHLIL QILISH 287
Homidov Farhod Faxridinovich
ELEKTROTEXNIK TIZIMLARNING METROLOGIK TA’MINOTINI RAQAMLI MONITORING VA INTELLEKTUAL DIAGNOSTIKA ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH 297
Sanayeva Gulsun Baxtiyorovna
MUHANDISLIK MASALALARINI YECHISHDA CAD VA SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH 302
Rustamov Erkin Tohirovich
ENERGETIKA TIZIMLARIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING BARQAROR RIVOJLANISHDAGI ROLI 307
Xafizov Islom Ikramovich
QANDLI DIABET KASALLIGINING POPULYATSIYADA TARQALISH ZANJIRI VA DINAMIK KO‘RSATKICHLARINING MATEMATIK-STATISTIK TAHLILI 314
G‘aniyev Qodirjon Qahramon o‘g‘li
QURILISH SOHASIDAGI KICHIK BIZNES SUBYEKTLARIGA INVESTITSIYALARNI JORIY ETISH MEXANIZMLARI 319
Yunusov Abduvoxid Abdukarimovich
MEVA SHARBATLARINI INFRAQIZIL SPEKTROSKOPIYA (IR/FTIR) USULIDA TAHLIL QILISH VA XEMOMETRIK MODELLASH ORQALI SIFAT KO‘RSATKICHLARINI BAHOLASH 326
Ibragimov Ulug‘bek Muradilloyevich

MEVA SHARBATLARINI INFRAQIZIL SPEKTROSKOPIYA (IR/FTIR) USULIDA TAHLIL QILISH VA XEMOMETRIK MODELLASH ORQALI SIFAT KO‘RSATKICHLARINI BAHOLASH

Ibragimov Ulug‘bek Muradilloyevich
Osiyo Xalqaro universiteti dotsenti (PhD)

Annotatsiya. Ushbu ishda Daniyada ishlab chiqarilgan meva sharbatlarining sifat ko‘rsatkichlari infraqizil spektroskopiya (IR) va Furye almashtirishli infraqizil spektroskopiya (FTIR) usullari yordamida tahlil qilingan. Jami 99 ta sharbat namunasi SensIR uskunasida o‘lchangan bo‘lib, olingan ko‘p o‘lchamli (multivariat) spektral ma’lumotlar bosh komponentalar tahlili (PCA) va qisman eng kichik kvadratlar regressiyasi (PLS) yordamida qayta ishlandi. Modellar LatentiX va Python dasturiy vositalari yordamida qurildi hamda Brix, C-vitamin, korrektirlangan Brix, kislotalilik (Syre), nisbat (Ratio) va shakar miqdori (Gear) kabi mos yozuvlar (referens) ko‘rsatkichlari uchun baholandi. Bundan tashqari, referens ma’lumotlarning normal taqsimotga muvofiqligi “Statistica” dasturida Kolmogorov-Smirnov va Shapiro-Wilk mezonlari asosida tekshirildi. Natijalar ko‘rsatdiki, IR spektrlari asosida qurilgan modellar aksariyat ko‘rsatkichlar uchun yetarlicha aniqlikka ega emas, biroq kislotalilik va nisbat ko‘rsatkichlari uchun modeldan cheklangan darajada foydalanish mumkin.

Kalit so‘zlar: *infraqizil spektroskopiya, FTIR, meva sharbati, xemometriya, bosh komponentalar tahlili (PCA), PLS regressiya, normal taqsimot, sifat nazorati.*

Abstract. This work analyses the quality indicators of fruit juices produced in Denmark using infrared spectroscopy (IR) and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). A total of 99 juice samples were measured on a SensIR device, and the resulting multivariate spectral data were processed using principal component analysis (PCA) and partial least squares regression (PLS). The models were built with LatentiX and Python software and were evaluated for reference indicators such as Brix, vitamin C, corrected Brix, acidity (Syre), ratio and sugar content (Gear). In addition, the conformity of the reference data to a normal distribution was checked in the “Statistica” software using the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk criteria. The results showed that the models built from IR spectra were not sufficiently accurate for most indicators, but the model could be used to a limited extent for the acidity and ratio indicators.

Keywords: *infrared spectroscopy, FTIR, fruit juice, chemometrics, principal component analysis (PCA), PLS regression, normal distribution, quality control.*

Аннотация. В данной работе проанализированы качественные показатели фруктовых соков, произведённых в Дании, с помощью инфракрасной спектроскопии (IR) и Фурье-спектроскопии (FTIR). Всего было измерено 99 образцов сока на приборе SensIR, а полученные многомерные спектральные данные обработаны методами анализа главных компонент (PCA) и регрессии методом PLS. Модели построены с помощью LatentiX и Python и оценены для таких показателей, как Brix, витамин C, кислотность и другие. Соответствие референсных данных нормальному распределению проверено в программе «Statistica».

Ключевые слова: *инфракрасная спектроскопия, FTIR, фруктовый сок, хемометрия, PCA, PLS-регрессия, нормальное распределение, контроль качества.*

KIRISH

Oziq-ovqat mahsulotlari sifatini tez, aniq va namunani buzmasdan baholash zamonaviy oziq-ovqat sanoatining asosiy vazifalaridan biridir. Meva sharbatlari iste’mol qilinadigan eng ommabop ichimliklar qatoriga kiradi va ularning sifati Brix (erigan quruq modda), C-vitamin miqdori, kislotalilik hamda shirinlik-nordonlik nisbati kabi bir qator fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar bilan belgilanadi. An’anaviy laboratoriya usullari (titrlash, refraktometriya, kimyoviy tahlil) aniq bo‘lsa-da, ular ko‘p vaqt, reaktiv va malakali xodim talab qiladi [1].

Infraqizil spektroskopiya (IR) va Furye almashtirishli infraqizil spektroskopiya (FTIR) so‘nggi o‘n yilliklarda oziq-ovqat tahlilida keng qo‘llanilmoqda. Bu usullar namunaning kimyoviy tarkibi haqida boy ma’lumot beruvchi spektrlarni bir necha soniyada, namunani buzmasdan olish imkonini beradi [2]. Biroq IR spektrlari yuzlab to‘lqin uzunligidan tashkil topgan bo‘lib, ularni to‘g‘ridan-to‘g‘ri talqin qilib bo‘lmaydi. Shu sababli spektral ma’lumotlarni qayta ishlashda xemometrik (chemometric) usullar - bosh komponentalar tahlili (PCA) va qisman eng kichik

kvadratlar regressiyasi (PLS) - asosiy vosita hisoblanadi [3].

Xemometrik modellarning ishonchliligi ko‘p jihatdan mos yozuvlar (referens) ma’lumotlarining statistik xususiyatlariga, xususan, ularning normal taqsimotga muvofiqligiga bog‘liq. Ko‘pgina regressiya usullari ma’lumotlar normal taqsimotga bo‘ysunadi degan farazga tayanadi, shu bois taqsimot xarakterini oldindan tekshirish muhim ahamiyat kasb etadi [4].

Ushbu ishning maqsadi - Daniyada ishlab chiqarilgan meva sharbatlarini IR/FTIR usulida o‘lchash, olingan spektral ma’lumotlarni PCA va PLS usullari yordamida tahlil qilish, sifat ko‘rsatkichlarini prognozlovchi modellar qurish va ularning aniqligini baholash, shuningdek, referens ma’lumotlarning normal taqsimotga muvofiqligini tekshirishdan iborat. Tadqiqot Kopengagen universitetida ERASMUS+ ECAMPUZ loyihasi doirasida amalga oshirilgan ilmiy stajirovka natijalariga asoslanadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

So‘nggi yillarda oziq-ovqat mahsulotlari, xususan, meva sharbatlarining sifatini tezkor, buzmasdan va kam miqdordagi namuna asosida baholashga imkon beruvchi instrumental tahlil usullariga bo‘lgan ehtiyoj ortib bormoqda. An’anaviy kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlil usullari yuqori aniqlikni ta’minlasa-da, ularning ayrimlari ko‘p vaqt, reaktivlar va murakkab namunani tayyorlash jarayonini talab qiladi. Shu sababli infraqizil spektroskopiya, ayniqsa, Fourier-transform infrared (FTIR) va attenuated total reflection FTIR (ATR-FTIR) usullaridan oziq-ovqat mahsulotlari sifatini nazorat qilishda foydalanish kengayib bormoqda. FT-MIR spektroskopiyasining meva, sabzavot va ularning qayta ishlangan mahsulotlari, jumladan, sharbatlarni tahlil qilishdagi imkoniyatlari Bureau, Cozzolino va Clark tomonidan keng ko‘rib chiqilgan. Mualliflar FTIR texnologiyasi yordamida mahsulotlarning yetilish darajasi, kimyoviy tarkibi, biofaol komponentlari, autentifikatsiyasi va qalbakilashtirilishini baholash mumkinligini ta’kidlaydilar.

Zielinski va hammualliflar meva sharbatlarining kimyoviy tarkibi, sensor xususiyatlari, kelib chiqishi va biofaolligini baholashda xemometrik yondashuvlarning ahamiyatini tizimli ravishda tahlil qilgan. Tadqiqotda PCA, ierarxik klasterlash, LDA, PLS-regressiya, k-eng yaqin qo‘shnilar (k-NN) va SIMCA kabi nazorat qilinadigan hamda nazorat qilinmaydigan usullar oziq-ovqat mahsulotlarining ko‘p o‘lchovli ma’lumotlarini tahlil qilishda muhim vositalar sifatida ko‘rsatilgan. Bu yondashuv FTIR spektrlaridan sharbatning sifat ko‘rsatkichlarini bir vaqtning o‘zida baholash imkonini beradi.

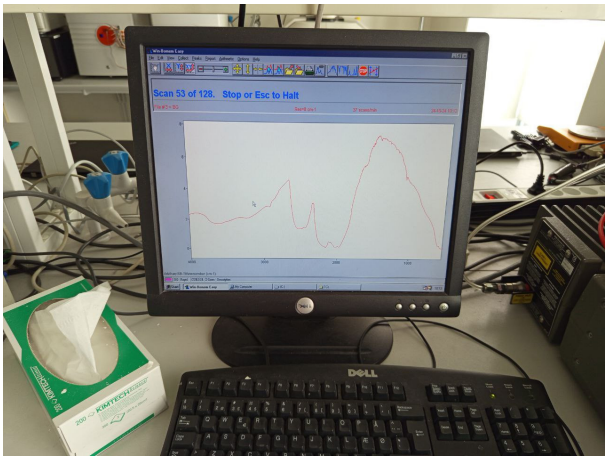
Sharbatlarning sifat ko‘rsatkichlarini miqdoriy baholash bo‘yicha tadqiqotlar, ayniqsa, PLS-regressiya modelining samaradorligini ko‘rsatmoqda. Masalan, Włodarska va hammualliflar olma sharbatlarida eruvchan quruq moddalar miqdori (SSC), titrlanuvchi kislotalilik (TA) va SSC/TA nisbatini spektroskopik ma’lumotlar asosida baholash uchun PLS-regressiyadan foydalangan. Modelni optimallashtirishda spektral oldindan ishlov berish hamda o‘zgaruvchilarni tanlash usullari qo‘llanilgan. Bu natijalar spektroskopik signal bilan sharbatning muhim sifat parametrlarini bog‘lovchi kalibrlash modellarini yaratish mumkinligini ko‘rsatadi.

Włodarska va hammualliflarning keyingi tadqiqotlarida olma sharbatlarini tezkor baholash uchun UV, ko‘rinadigan va NIR spektroskopiya usullari o‘zaro taqqoslangan. Tadqiqotchilar spektral ma’lumotlar asosida SSC, umumiy titrlanuvchi kislotalilik, pH, SSC/TA va umumiy polifenollar kabi ko‘rsatkichlarni prognozlash imkoniyatini ko‘rsatgan. Ayniqsa, sharbat namunalari uchun tuzilgan ayrim PLS modellarida prognozlash koeffitsiyenti yuqori bo‘lgan. Mazkur ish spektroskopik usullarni xemometrik modellashtirish bilan birlashtirish oziq-ovqat sifatini tezkor nazorat qilish uchun istiqbolli ekanini ko‘rsatadi.

Meva sharbatlarining autentifikatsiyasi bo‘yicha mavjud tadqiqotlarning umumiy tahlili FTIR va NIR spektroskopiyasining suv qo‘shilishi, shakar bilan aralashtirish, konsentrat qo‘shilishi va boshqa turdagi qalbakilashtirishlarni aniqlashdagi imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot uchun Daniyada ishlab chiqarilgan meva sharbatlari (jem/sharbat namunalari) tanlab olindi. Dastlab 108 dan ortiq namuna tayyorlangan bo‘lib, dastlabki qayta ishlash va referens ma’lumotlar bilan moslashtirishdan so‘ng yakuniy tahlil uchun 99 ta to‘liq namuna qoldirildi. O‘lchashlar Kopengagen universiteti Oziq-ovqat analitikasi va biotexnologiya kafedrasida SensIR turidagi infraqizil spektrometrda bajarildi. Har bir namuna uchun ko‘p o‘lchamli (multivariat) spektral ma’lumotlar to‘plandi.



1-rasm. Tahlil uchun tayyorlangan sharbat (jem) namunalari to‘plami.

Referens ko‘rsatkichlar

Har bir namuna uchun laboratoriyaning mavjud ma’lumotlar bazasidan olingan oltita referens ko‘rsatkich ishlatildi: Brix (erigan quruq modda foizi), C-vitamin miqdori, korrektirlangan Brix (Korrigeret brix), kislotalilik (Syre), shirinlik-nordonlik nisbati (Ratio) va shakar miqdori ko‘rsatkichi (Gear). Spektral ma’lumotlar (X-matritsa) va referens ko‘rsatkichlar (Y-matritsa) modellashtirish uchun birlashtirildi.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Samples	Brix	C-vitamin	Korrigeret	Syre	Ratio	Gær	547,6499	551,5066	555,3633	559,2200	563,0767	566,9333	570,7900	574,646
23711	65,86	373	66,72	4,47	14,93	14	1,153816	0,951418	0,887765	0,925942	0,99777	0,941475	0,878843	0,91042
23712	65,3	333	66,2	4,64	14,27	39	1,288327	1,079785	0,963619	0,965958	1,064757	0,979128	0,865244	0,90012
23713	65,37	324	66,24	4,52	14,65	17	1,255866	1,027453	0,958292	0,937937	1,030346	0,991858	0,888923	0,92067
23778	65,22	350	65,95	3,87	17,04	1	1,421271	1,145582	1,04567	1,008922	1,090439	0,9817	0,868955	0,90558
23960	65,37	295	66,26	4,64	14,28	21	1,318057	1,060601	0,953792	0,943973	1,013733	0,955047	0,853149	0,89866
24061	65,13	330	66,01	4,54	14,54	9	1,356552	1,049766	0,939227	0,947225	1,054108	0,939201	0,818467	0,86733
24062	64,52	378	65,4	4,53	14,44	221	1,305618	1,091216	0,985154	0,966452	1,084894	1,036086	0,893907	0,90663
24063	65,19	350	69,06	4,5	15,35	2	1,309758	1,047603	0,965347	0,963588	1,046959	1,023733	0,90321	0,9444
24064	65,38	350	66,16	4,02	16,46	39	1,207376	0,993538	0,882758	0,893898	1,009101	1,00294	0,918801	0,96150
24112	65,21	350	66,06	4,4	15,01	1	1,186959	0,962104	0,880007	0,910378	1,025115	0,982063	0,8588	0,9252

2-rasm. Spektral (X) va referens (Y) ma’lumotlarning birlashtirilgan ko‘rinishi (namuna).

Ma’lumotlarni qayta ishlash usullari

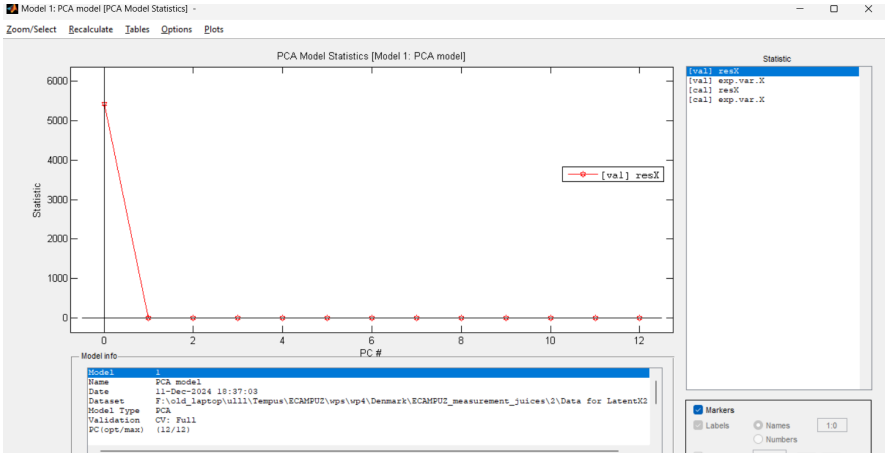
Spektral ma’lumotlarni tahlil qilishda ikki bosqichli yondashuv qo‘llanildi. Birinchi bosqichda bosh komponentalar tahlili (PCA) yordamida ma’lumotlar tuzilishi o‘rganildi, chetlashuvchi qiymatlar (outliers) aniqlandi va asosiy ta’sir etuvchi komponentalar soni belgilandi. Ikkinchi bosqichda qisman eng kichik kvadratlar regressiyasi (PLS) yordamida har bir referens ko‘rsatkich uchun prognoz modellari qurildi.

Xom spektrlardagi shovqin va bazaviy chiziqning siljishini kamaytirish maqsadida ma’lumotlarga bir qator dastlabki ishlov berish (preprocessing) usullari qo‘llanildi: transformatsiyasiz (WOT), markazlashtirish (Mean Center, MC), ko‘paytiruvchi sochilish korreksiyasi (MSC), standart normal o‘zgaruvchi (SNV) va Savitzky-Golay hosila (SG) [3]. Modellar LatentiX xemometrik dasturi va Python (scikit-learn) muhitida qurildi. Modellarni baholashda o‘rtacha kvadratik xato (RMSE/MSE), determinatsiya koeffitsienti (R^2) va prognoz aniqligi nisbati (RPD) ko‘rsatkichlaridan foydalanildi.

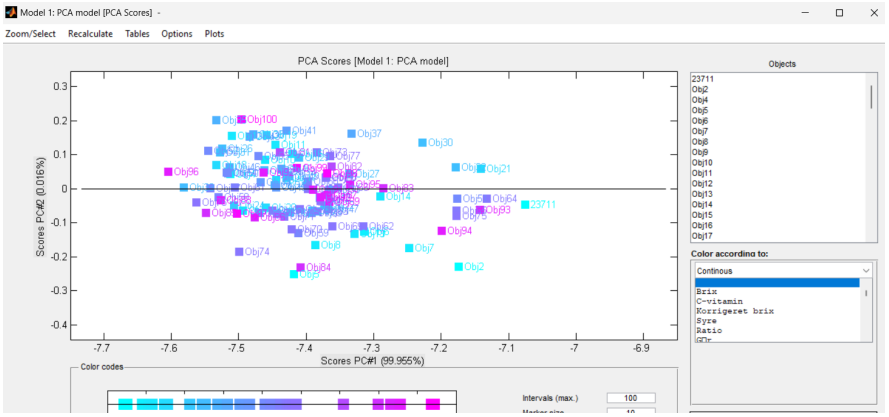
Referens ma’lumotlarning normal taqsimotga muvofiqligi “Statistica” dasturida tekshirildi. Bunda quyidagi gipotezalar ilgari surildi: H_0 - ma’lumotlar normal taqsimotga bo‘ysunadi; H_1 - ma’lumotlar normal taqsimotga bo‘ysunmaydi. Tekshiruv Kolmogorov-Smirnov va Shapiro-Wilk mezonlari asosida, gistogramma va “box-plot” grafiklaridan foydalanilgan holda amalga oshirildi [4].

TAHLIL VA NATIJALAR

Bosh komponentalar tahlili (PCA) natijalari. PCA modeli turli dastlabki ishlov berish usullari (transformatsiyasiz, MC, MSC, SNV, SG) bilan qurildi. 3-rasmda ko‘rsatilgan qoldiq dispersiya (residual variance) grafigi asosiy axborotning dastlabki bir-ikki komponentada jamlanganini ko‘rsatadi. Transformatsiya qo‘llangan modellarda (MC, MSC, SNV, SG) ta’sir etuvchi komponentalar soni deyarli bir xil bo‘ldi.



3-rasm. PCA modeli qoldiq dispersiyasining komponentalar soniga bog‘liqligi (scree grafigi).

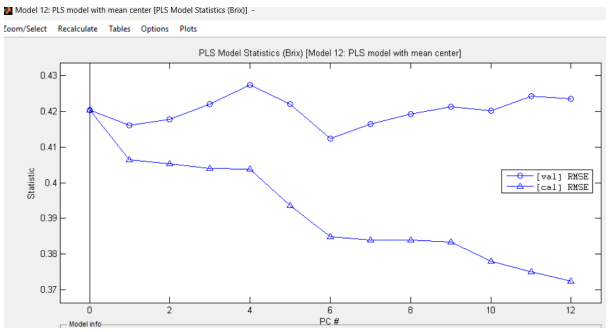


4-rasm. PCA modeli komponentalari va “scores” grafigi (markazlashtirilgan ma’lumotlar).

Grafiklar tahlili shuni ko‘rsatdiki, transformatsiyasiz va transformatsiya bilan qayta ishlangan ma’lumotlar bir-biridan farq qiladi, biroq transformatsiyalangan variantlarda (MC, MSC, SNV, SG) ta’sir etuvchi komponentalar soni deyarli bir xil bo‘ldi. Muhim jihat shundaki, grafiklarda belgilangan chegaralardan tashqariga chiquvchi chetlashuvchi qiymatlar (outliers) kuzatilmadi, bu ma’lumotlar to‘plamining bir jinsli ekanidan dalolat beradi.

PLS regressiya modellari natijalari

Ikkinchi bosqichda har bir referens ko‘rsatkich uchun PLS regressiya modellari qurildi. 5-rasmda hisoblangan va validatsiya qilingan bosh komponentalar bilan referens ma’lumotlar o‘rtasidagi bog‘liqlik grafiklari keltirilgan.



5-rasm. PLS modeli: hisoblangan va validatsiya qilingan komponentalarning referens ma’lumotlar bilan bog‘liqligi

(markazlashtirilgan model).

Markazlashtirilgan (Mean Center) transformatsiya bilan qurilgan PLS modelining validatsiya natijalari 1-jadvalda keltirilgan. Ko‘rinib turibdiki, aksariyat ko‘rsatkichlar uchun determinatsiya koeffitsienti (R^2) juda past bo‘lib, bu spektr va referens qiymat o‘rtasidagi bog‘liqlik zaif ekanini bildiradi.

1-jadval. PLS modeli (Mean Center) validatsiya natijalari.

#	Referens	RMSE	R	R^2
1	Brix	0,416	0,108	0,011
2	C-vitamin	50,98	−0,63	0,40
3	Korrigeret brix	0,55	−0,11	0,013
4	Syre	0,32	0,016	0,00025
5	Ratio	1,089	0,0030	$9{,}35\times10^{-6}$
6	Gear	109,4	0,032	0,00104

Python muhitida qurilgan modellar uchun har bir referens element bo‘yicha optimal komponentalar soni, R^2, MSE va RPD ko‘rsatkichlari hisoblandi. Umumlashtirilgan baholash natijalari 2-jadvalda keltirilgan. Bunda “+” belgisi modeldan foydalanish mumkinligini, “-” belgisi esa modelning yaroqsizligini bildiradi.

2-jadval. Python modellarini har bir referens element bo‘yicha baholash natijalari (transformatsiyasiz variant).

Ko‘rsatkich	Komp.	R^2	RPD	Baho
Brix	2	−0,02	0,98	–
C-vitamin	3	0,20	1,11	–
Korrigeret brix	1	−0,13	0,94	–
Syre	6	0,52	1,44	+
Ratio	6	0,47	1,37	+
Gear	2	−0,07	0,96	–

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, faqat kislotalilik (Syre, R^2 = 0,52; RPD = 1,44) va nisbat (Ratio, R^2 = 0,47; RPD = 1,37) ko‘rsatkichlari uchun model qoniqarli natija berdi. Qolgan ko‘rsatkichlar (Brix, C-vitamin, Korrigeret brix, Gear) uchun R^2 qiymati manfiy yoki nolga yaqin bo‘lib, model yaroqsiz deb topildi.

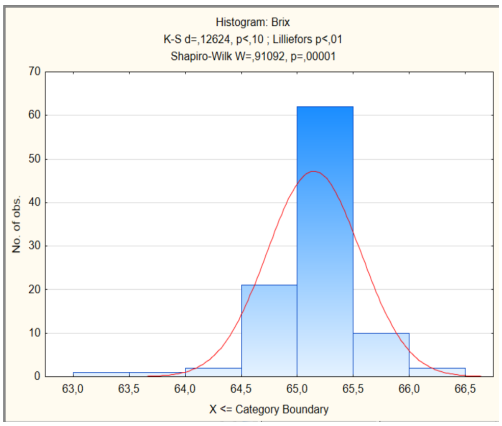
Qurilgan modelning prognozlash imkoniyatini tekshirish maqsadida nazorat namunasi (test) qiymatlari model orqali bashorat qilindi. Natijalar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval. Model yordamida nazorat namunasi ko‘rsatkichlarini prognozlash natijalari.

Referens	Test (X)	Prognoz	MSE	Baho
Brix	65,73	65,58	0,088	+
C-vitamin	276	286,20	2148,76	–
Korrigeret brix	66,52	66,50	0,17	+
Syre	4,15	4,35	0,08	+
Ratio	16,03	15,04	1,11	–/+
Gear	102	87,47	10174,01	–

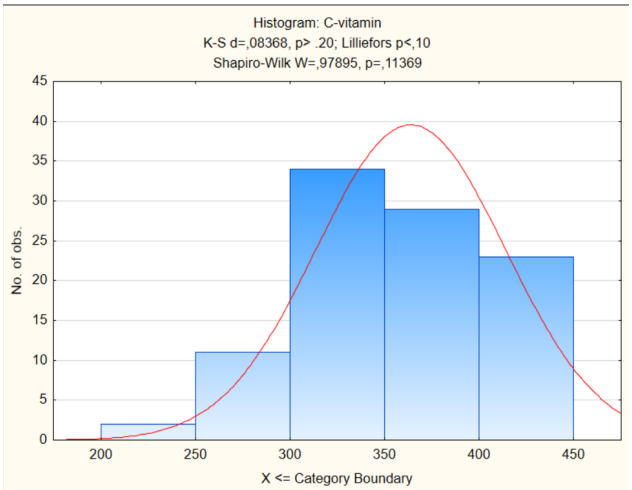
Referens ma’lumotlarning normal taqsimotini tekshirish

Referens ma’lumotlarning statistik xususiyatlarini aniqlash maqsadida ularning normal taqsimotga muvofiqligi “Statistica” dasturida tekshirildi. Brix ko‘rsatkichi uchun gistogramma (6-rasm) Kolmogorov-Smirnov mezoni bo‘yicha $p < 0{,}1$ va Shapiro-Wilk mezoni bo‘yicha $p < 0{,}05$ qiymatlarini berdi, ya’ni H_0 gipotezasi rad etildi - Brix ma’lumotlari normal taqsimlanmagan.



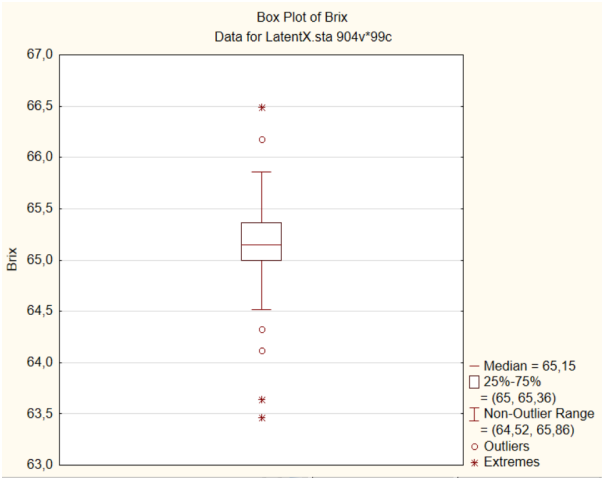
6-rasm. Brix ko‘rsatkichi uchun gistogramma va normal taqsimot egri chizig‘i.

C-vitamin ko‘rsatkichi uchun esa (8-rasm) Kolmogorov-Smirnov mezoni bo‘yicha p > 0,2 va Shapiro-Wilk mezoni bo‘yicha p > 0,05 (W = 0,979; p = 0,114) qiymatlari olindi. Bu holda H_0 gipotezasi qabul qilindi - C-vitamin ma’lumotlari normal taqsimotga bo‘ysunadi.



7-rasm. C-vitamin ko‘rsatkichi uchun gistogramma: ma’lumotlar normal taqsimlangan.

Korrigeret brix, Syre, Ratio va Gear ko‘rsatkichlari uchun ham ikkala mezon bo‘yicha p-qiymatlar chegaraviy darajadan past bo‘lib, bu ko‘rsatkichlar normal taqsimlanmagani aniqlandi. “Box-plot” grafiklari (8-rasm) barcha referens ma’lumotlarda chetlashuvchi (outliers) va ekstremal qiymatlar mavjudligini ko‘rsatdi.



8-rasm. Referens ma’lumotlarning “box-plot” grafigi: chetlashuvchi va ekstremal qiymatlar.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, IR/FTIR spektrlari asosida qurilgan xemometrik modellarning aniqligi ko‘rsatkichdan ko‘rsatkichga sezilarli farq qiladi. Faqat kislotalilik (Syre) va nisbat (Ratio) uchun modellar qoniqarli natija berdi ($R^2 > 0,45$; RPD > 1,3), qolgan ko‘rsatkichlar uchun esa model yaroqsiz bo‘ldi. Bunga bir nechta sabab bo‘lishi mumkin.

Birinchidan, referens ma’lumotlarning aksariyati normal taqsimotga bo‘ysunmadi va ularda chetlashuvchi hamda ekstremal qiymatlar mavjud edi. Regressiya modellari, ayniqsa, PLS, bunday chetlashuvchi qiymatlarga sezgir bo‘lib, bu modelning umumiy aniqligini pasaytiradi [4]. Shu sababli tahlil natijalari referens ma’lumotlarni qayta tekshirish zarurligini ko‘rsatdi.

Ikkinchidan, dastlabki ishlov berish usullarining ta’siri turlicha bo‘ldi. Transformatsiyasiz, MC va MSC variantlari o‘xshash natija berdi, Savitzky-Golay (SG) hosilasi esa ko‘pincha kamroq komponenta tanlashga olib keldi. Bu spektral shovqin va bazaviy chiziq siljishining model murakkabligiga ta’sirini tasdiqlaydi [3].

Uchinchidan, prognozlash tekshiruvi (3-jadval) ba’zi ko‘rsatkichlar (Brix, Korrigeret brix, Syre) uchun nazorat namunasida yaxshi natija berganini ko‘rsatdi, garchi umumiy validatsiya statistikasi past bo‘lsa-da. Bu yakka namunadagi mos kelish tasodifiy bo‘lishi mumkinligini va model umumiy ravishda ishonchli emasligini eslatadi. Modellarni yaxshilash uchun namunalar sonini ko‘paytirish, referens tahlillar aniqligini oshirish va spektral diapazonni optimallashtirish tavsiya etiladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu ishda Daniyada ishlab chiqarilgan 99 ta meva sharbati namunasi IR/FTIR usulida o‘lchanib, olingan spektral ma’lumotlar PCA va PLS xemometrik usullari yordamida tahlil qilindi. PCA tahlili ma’lumotlar to‘plamida chetlashuvchi qiymatlar yo‘qligini va asosiy axborot dastlabki komponentalarda jamlanganini ko‘rsatdi.

PLS regressiya modellari faqat kislotalilik (Syre) va nisbat (Ratio) ko‘rsatkichlari uchun cheklangan darajada foydalanish mumkin bo‘lgan natija berdi; Brix, C-vitamin, korrektirlangan Brix va Gear ko‘rsatkichlari uchun esa model yetarlicha aniq emas. “Statistica” dasturidagi tekshiruv referens ma’lumotlarning aksariyati (Brix, Korrigeret brix, Syre, Ratio, Gear) normal taqsimlanmaganini, faqat C-vitamin ma’lumotlari normal taqsimotga bo‘ysunishini aniqladi.

Shunday qilib, ishonchli xemometrik model qurish uchun avvalo referens ma’lumotlarning sifati va statistik xususiyatlarini yaxshilash zarur. Kelgusi tadqiqotlarda namunalar sonini oshirish, referens tahlillarni takrorlash va turli dastlabki ishlov berish usullarini optimallashtirish rejalashtirilgan. Olingan bilim va ko‘nikmalar oziq-ovqat sanoati mutaxassislari uchun tayyorlangan uslubiy qo‘llanmada hamda oliy ta’lim jarayonini modernizatsiya qilishda qo‘llaniladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Nielsen S.S. Food Analysis. 5th ed. - Springer, 2017. - 664 p. ISBN 978-3-319-45774-1.

2. Stuart B.H. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. - John Wiley & Sons, 2004. - 244 p. ISBN 978-0-470-85428-0.

3. Rinnan Å., van den Berg F., Engelsen S.B. Review of the most common pre-processing techniques for near-infrared spectra // TrAC Trends in Analytical Chemistry. - 2009. - Vol. 28, No. 10. - P. 1201-1222.

4. Snedecor G.W., Cochran W.G. Statistical Methods. 8th ed. - Iowa State University Press, 1989. - 503 p.

5. Wold S., Sjöström M., Eriksson L. PLS-regression: a basic tool of chemometrics // Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. - 2001. - Vol. 58, No. 2. - P. 109-130.

6. Montgomery D.C., Runger G.C. Applied Statistics and Probability for Engineers. - John Wiley & Sons. ePub ISBN 978-1-119-40036-3.

7. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. 2nd ed. - Springer, 2009. - 745 p.

8. Bureau S., Cozzolino D., Clark C.J. Contributions of Fourier-transform mid infrared (FT-MIR) spectroscopy to the study of fruit and vegetables // Postharvest Biology and Technology. - 2019. - Vol. 148. - P. 1-14.

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 9

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S–5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**



+998 93 718 40 07 https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal t.me/yait_2100