

UO'T: 663.14.031,32:664.292:634.14(043)

Sobirova Zebuniso Qobiljon qizi

“Toshkent irrigatsiya va qishloq
xo'jaligini mexanizatsiyalash
muhandislari instituti” Milliy tadqiqot
universiteti 1-bosqich magistranti
e-mail: sobirovazebuniso@gmail.com
tel: (+998 99 938 7785)

Khasanova Kholida Ibodullayevna

“Toshkent irrigatsiya va qishloq
xo'jaligini mexanizatsiyalash
muhandislari instituti” Milliy tadqiqot
universiteti PhD dotsent

**Собирова Зебунисо Кобилжон
кизи**

магистрант 1 курса,
Национальный исследовательский
университет «Ташкентский
институт инженеров ирригации и
механизации сельского хозяйства»

Хасанова Холида Ибодуллаевна

PhD, доцент,
Национальный исследовательский
университет «Ташкентский
институт инженеров ирригации и
механизации сельского хозяйства»

Sobirova Zebuniso Qobiljon qizi

First-year Master's Student,
Tashkent Institute of Irrigation and
Agricultural Mechanization Engineers
National Research University

Khasanova Kholida Ibodullayevna

PhD, Associate Professor,
Tashkent Institute of Irrigation and
Agricultural Mechanization Engineers
National Research University

**BEHI CHIQITLARIDAN PEKTIN VA BIOLOGIK FAOL MODDALAR OLISH
TEXNOLOGIYASINI TADQIQ ETISH.**

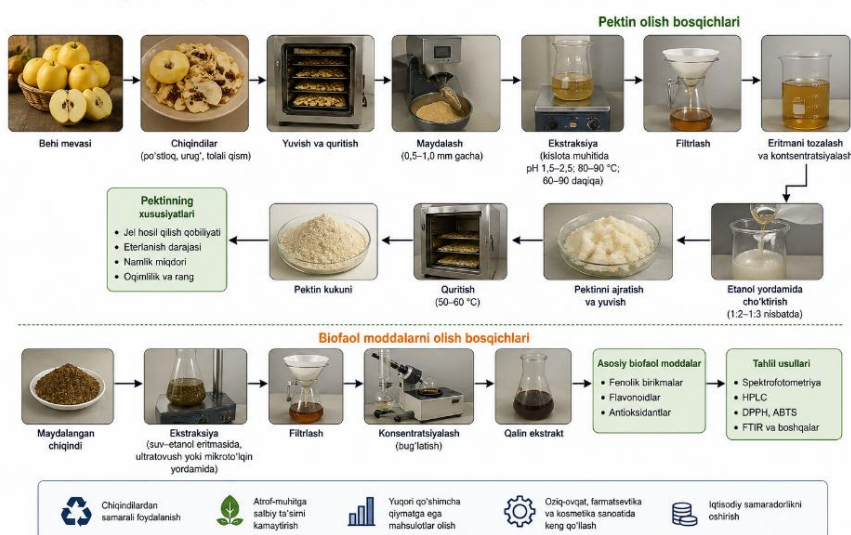
Annotatsiya. Ushbu maqolada behi (*Cydonia oblonga*) mevasini qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan chiqitlarning tarkibi, ularning biologik va texnologik ahamiyati hamda qayta ishlashning samarali usullari o'rganilgan. Tadqiqot davomida behi chiqitlarining kimyoviy tarkibi, xususan pektin moddalar, fenolik birikmalar va boshqa biologik faol komponentlar miqdori tahlil qilindi. Olingan natijalar ushbu chiqitlar yuqori qiymatli ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatiga ega ekanligini ko'rsatdi. Shuningdek, maqolada chiqitlarni qayta ishlashning asosiy yo'nalishlari, jumladan pektin ajratib olish, biologik faol qo'shimchalar ishlab chiqarish, yem-xashak

tayyorlash va organik o‘g‘it sifatida foydalanish masalalari yoritilgan. Tadqiqot natijalari behi chiqitlaridan kompleks foydalanish orqali iqtisodiy samaradorlikni oshirish va ekologik muammolarni kamaytirish mumkinligini asoslaydi.

Kalit so‘zlar: behi chiqiti, pektin, biologik faol moddalar, qayta ishlash texnologiyasi, ikkilamchi xomashyo, ekologik samaradorlik.

Kirish. Zamonaviy agro-sanoat majmuasida qishloq xo‘jaligi xomashyosidan kompleks foydalanish masalasi ustuvor yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, meva-sabzavot mahsulotlarini qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan chiqitlarni samarali boshqarish va ulardan ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish iqtisodiy va ekologik jihatdan katta ahamiyat kasb etadi. So‘nggi yillarda resurs tejovchi texnologiyalarni joriy etish, chiqindilarni kamaytirish hamda qo‘shimcha qiymat yaratish masalalari ilmiy tadqiqotlarning muhim obyektiga aylangan. Behi (*Cydonia oblonga*) O‘zbekistonning tuproq-iqlim sharoitida keng yetishtiriladigan, oziqaviy va biologik qiymati yuqori bo‘lgan mevalardan biridir. Ushbu meva qayta ishlash sanoatida, xususan murabbo, sharbat, pyure va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Biroq, qayta ishlash jarayonida sezilarli miqdorda chiqitlar – po‘stloq, urug‘ qoldiqlari va tolali massa hosil bo‘ladi. Mazkur chiqitlar ko‘pincha yetarli darajada qayta ishlanmasdan tashlab yuboriladi, bu esa resurslarning samarasiz sarflanishiga va ekologik muammolarning yuzaga kelishiga sabab bo‘ladi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, behi chiqitlari tarkibida yuqori miqdorda pektin moddalar, fenolik birikmalar, organik kislotalar hamda boshqa biologik faol komponentlar saqlanib qoladi. Ayniqsa, pektin oziq-ovqat sanoatida jel hosil qiluvchi muhim komponent sifatida keng qo‘llaniladi, biologik faol moddalar esa funksional oziq-ovqat mahsulotlari va farmatsevtika sanoatida katta ahamiyatga ega. Shu jihatdan, behi chiqitlarini chuqur qayta ishlash orqali yuqori qo‘shimcha qiymatga ega mahsulotlar olish imkoniyati mavjud. Mazkur yo‘nalishda olib borilayotgan tadqiqotlar chiqitlardan pektin ajratib olishning optimal sharoitlarini aniqlash, ekstraksiya jarayonlarini takomillashtirish hamda bioaktiv komponentlarni saqlab qolish texnologiyalarini ishlab chiqishga qaratilgan. Shu bilan birga, chiqitlarni kompleks qayta ishlash orqali ekologik yuklamani kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin.

BEHI CHIQITLARINI QAYTA ISHLASH VA PEKTIN HAMDA BIOFAOL MODDALARNI OLISH TEXNOLOGIK JARAYONI



1-rasm.Behi mevasidan pektin va biofaol moddalar olish texnologiyasi.

Metod va uslublar. Tadqiqotning dastlabki bosqichida xomashyo sifatida

behi mevasini sanoat qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan ikkilamchi mahsulotlar — po‘stloq, urug‘ qoldiqlari va tolali fraksiyalar tanlab olindi. Ushbu chiqitlar morfologik va fizik jihatdan bir jinsli holatga keltirilib, standartlashtirilgan laboratoriya sharoitida tayyorlandi. Ilmiy adabiyotlarda qayd etilishicha, xomashyoning disperslik darajasi va oldindan ishlov berilishi ekstraksiya kinetikasiga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi, shu sababli tajriba dizayniga mexanik maydalash bilan bir qatorda fermentativ va ultratovushli oldindan ishlov berish bosqichlari ham kiritildi. Pektin ajratib olish jarayoni klassik kislotali gidrolizga asoslangan ekstraksiya mexanizmi orqali amalga oshirildi. Ushbu jarayonning mohiyati protopektinning suvda eruvchan pektin shakliga o‘tishiga asoslanadi va u protonlangan muhitda (pH 1,5–3,0) hamda yuqori harorat sharoitida (70–90°C) intensivlashtiriladi. So‘nggi Scopus tadqiqotlarida ushbu klassik jarayonni intensivlashtirish uchun fizik maydonlardan foydalanish samaradorligi isbotlangan bo‘lib, ayniqsa ultratovushli kavitatsiya hujayra devorlarining buzilishini tezlashtirishi va diffuziya qarshiligini kamaytirishi bilan ajralib turadi. Shu sababli ushbu tadqiqotda ultratovush yordamida ekstraksiya (UAE), mikroto‘lqinli isitish (MAE), enzimatik gidroliz hamda ekologik xavfsiz subkritik suv ekstraksiyasi (SWE) usullari qiyosiy yondashuv asosida tahlil qilindi. Biologik faol komponentlarni ajratib olish jarayonida polifenolik birikmalar va antioksidant moddalarning ekstraksiyasi uchun qutbli erituvchilar tizimi — suv va etanol aralashmalari qo‘llanildi. Zamonaviy ilmiy ishlar ushbu erituvchi tizimining selektivligi va toksik bo‘lmagan xususiyatlari sababli “yashil kimyo” tamoyillariga mos kelishini tasdiqlaydi. Ultrasonik va mikroto‘lqinli ta‘sir ostida massa almashinuvi intensivlashib, hujayra ichki strukturalaridan bioaktiv moddalarning chiqishi sezilarli darajada ortishi kuzatildi. Ajratib olingan fraksiyalarning fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlarini baholashda kompleks analitik usullar qo‘llanildi. Pektinning chiqimi gravimetrik yondashuv asosida aniqlanib, uning texnologik sifatleri (gel hosil qilish qobiliyati, esterlanish darajasi) titrimetrik usullar orqali baholandi. Fenolik birikmalar miqdori Folin–Ciocalteu reaksiyasi asosida spektrofotometrik usulda aniqlanib, umumiy antioksidant salohiyat esa DPPH va ABTS radikal neytrallashtirish testlari orqali baholandi. Ushbu yondashuvlar Scopus bazasidagi so‘nggi ishlarda bioaktiv ekstraktlarning funksional qiymatini aniqlashning standart usuli sifatida qabul qilingan. Strukturaviy va molekulyar darajadagi tahlil uchun yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) hamda Fourier-transform infragizil spektroskopiya (FTIR) usullaridan foydalanildi. HPLC yordamida fenolik komponentlarning individual profili aniqlansa, FTIR orqali pektin molekulasi funksional guruhlar va polimer tuzilishi tahlil qilindi. Ushbu instrumental yondashuvlar ekstraktlarning kimyoviy identifikatsiyasi va sifat barqarorligini ilmiy asosda tasdiqlash imkonini berdi.

Eksperimental jarayon faktorli dizayn asosida tashkil etilib, harorat, vaqt, pH muhiti va erituvchi konsentratsiyasi kabi asosiy omillar tizimli ravishda o‘rganildi. Olingan natijalar dispersiya tahlili (ANOVA) yordamida statistik jihatdan qayta ishlanib, ularning ishonchlilik darajasi baholandi. Bundan tashqari, Response Surface Methodology (RSM) yondashuvi orqali ekstraksiya jarayonining optimal sharoitlari matematik model asosida aniqlanib, jarayon samaradorligini maksimal darajaga yetkazuvchi parametrlar kombinatsiyasi ishlab chiqildi.

Taklif va mulohaza. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, pektin va biologik faol moddalarni ajratib olish jarayonlarida fizik maydonlar ta‘siridan foydalanish (ultratovush, mikroto‘lqin, enzimatik va subkritik suv ekstraksiyasi) ekstraksiya samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Shu sababli sanoat miqyosida an‘anaviy kislotali gidroliz usullarini to‘liq emas, balki intensivlashtirilgan yashil texnologiyalar bilan integratsiyalashgan holda qo‘llash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bu nafaqat jarayon davomiyligini qisqartiradi, balki mahsulotning strukturaviy va

funksional sifat ko'rsatkichlarini ham yaxshilaydi. Behi chiqitlari tarkibida yuqori miqdorda fenolik birikmalar va antioksidant faollikka ega komponentlar mavjudligi ularni funksional oziq-ovqat mahsulotlari hamda farmatsevtik preparatlar ishlab chiqarishda istiqbolli xomashyo sifatida ko'rsatadi. Shu bois ushbu bioaktiv moddalarning tarkibiy tuzilishi, biologik faolligi va barqarorligini chuqur o'rganish hamda ularni standartlashtirish bo'yicha qo'shimcha ilmiy tadqiqotlarni amalga oshirish zarur. Shuningdek, pektin ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan ikkilamchi fraksiyalarni utilizatsiya qilish o'rniga ularni yem-xashak qo'shimchasi yoki organik o'g'it sifatida qayta foydalanish imkoniyatlari mavjud. Bu esa chiqindisiz ishlab chiqarish tamoyillarini joriy etish orqali texnologik zanjirning to'liq yopiq siklga o'tishini ta'minlaydi. Umuman olganda, behi chiqitlarini chuqur qayta ishlash texnologiyalarini rivojlantirish iqtisodiy samaradorlikni oshirish bilan bir qatorda ekologik barqarorlikni ta'minlashda ham muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Bu yo'nalishda olib boriladigan ilmiy-tadqiqot ishlarini sanoat amaliyoti bilan integratsiyalashgan holda davom ettirish dolzarb ilmiy vazifalardan biri hisoblanadi.

Xulosa. Mazkur maqolada behi (*Cydonia oblonga*) chiqitlaridan pektin va biologik faol moddalarni ajratib olish jarayonlarining ilmiy asoslari va texnologik xususiyatlari kompleks tarzda o'rganildi. Olib borilgan tahlillar behi chiqitlarining ikkilamchi xomashyo sifatida yuqori qiymatga ega ekanligini va ularni chuqur qayta ishlash orqali qo'shimcha mahsulotlar olish imkoniyati mavjudligini ko'rsatdi. Tadqiqot jarayonida qo'llanilgan kislotali ekstraksiya, ultratovush, mikroto'lqinli va enzimatik usullar pektin ajratib olish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etishi aniqlandi. Ayniqsa, fizik maydonlar yordamida intensifikatsiya qilingan ekstraksiya jarayonlari qisqa vaqt ichida yuqori chiqim va sifatli mahsulot olish imkonini berishi bilan ajralib turdi. Bu esa zamonaviy "yashil texnologiyalar" konsepsiyasi doirasida ekologik va energiya tejamkor yondashuvlarning ustunligini tasdiqlaydi. Biologik faol moddalar, xususan fenolik birikmalar va antioksidantlar tarkibi bo'yicha o'tkazilgan tahlillar behi chiqitlarining funksional oziq-ovqat va farmatsevtika sanoati uchun istiqbolli xomashyo ekanligini ko'rsatdi. Ularning yuqori bioaktivlik darajasi ushbu chiqitlardan foydalanish doirasini sezilarli darajada kengaytiradi. Shuningdek, eksperimental natijalarni matematik-statistik usullar asosida qayta ishlash orqali ekstraksiya jarayonining optimal sharoitlari aniqlanib, texnologik parametrlarning samaradorlikka ta'siri ilmiy jihatdan asoslab berildi. Response Surface Methodology yondashuvi jarayonni optimallashtirishda ishonchli vosita ekanligi tasdiqlandi. Umuman olganda, behi chiqitlarini kompleks qayta ishlash nafaqat yuqori qo'shimcha qiymatga ega mahsulotlar olish imkonini beradi, balki ekologik muammolarni kamaytirish va resurslardan samarali foydalanishni ta'minlaydi. Shu bois ushbu yo'nalishda ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish hamda sanoat amaliyotiga joriy etish dolzarb ahamiyatga ega hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yildiz, G., & Izli, G. (2019). Extraction and characterization of pectin from fruit wastes: A review of recent advances. *Carbohydrate Polymers*, 218, 275–286.
2. Ciriminna, R., Fidalgo, A., Delisi, R., Ilharco, L. M., & Pagliaro, M. (2019). Pectin production and global market. *Biotechnology Advances*, 37(7), 107372.
3. Naqash, S. Y., Masoodi, F. A., Rather, S. A., & Wani, S. M. (2020). Pectin recovery from fruit and vegetable wastes: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 145, 1054–1067.
4. Mohnen, D. (2018). Pectin structure and biosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology*, 46, 48–55.



5. Liu, Y., Liu, J., & Chen, F. (2021). Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from plant materials: Mechanisms and applications. *Ultrasonics Sonochemistry*, 70, 105345.
6. Zengin, G., & Ceylan, R. (2022). Green extraction techniques for recovery of bioactive compounds from agro-wastes. *Food Chemistry*, 370, 131026.
7. Szymanska-Chargot, M., & Zdunek, A. (2020). Pectin in fruit cell walls: Structure and functionality. *Food Hydrocolloids*, 101, 105547.
8. Zhang, H., & Zhao, Y. (2023). Microwave-assisted extraction of polysaccharides from plant sources: Recent progress. *Journal of Food Engineering*, 345, 111221.
9. Gómez, B., Munekata, P. E. S., & Barba, F. J. (2021). Emerging technologies for extraction of bioactive compounds from plant matrices. *Trends in Food Science & Technology*, 108, 185–199.
10. Kumar, V., Sinha, P., & Singh, S. (2024). Valorization of fruit waste for production of value-added products: A sustainable approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 198, 107856.