



QR-kod
maqolaning DOI
sahifasini
ochadi

Абишова Г.У., Убайдуллаева А.К.
Өсімдік шикізатынан биологиялық
белсенді заттарды алып шығарудың
заманауи әдістері // «O'zbekiston
olima ayollarining mamlakat
taraqqiyotiga qo'shayotgan hissasi»
mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy
konferensiya materiallari (Nukus, 2026-
yil 9–10-oktyabr). – Nukus, 2026. –
B. 184–190. – DOI: [https://doi.org/
10.66073/ReFocus-Conf/0910031](https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/0910031)



«O'zbekiston olim ayollarining
mamlakat taraqqiyotiga
qo'shayotgan hissasi»

XALQARO ILMIY-AMALIY
KONFERENSIYA
NUKUS, 9–10-OKTYABR 2026

УДК: 574/577

ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫНАН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ АЛЫП ШЫҒАРУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ

Абишова Г.У.

Убайдуллаева А.К.

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
Түркістан қ.

Электрондық пошта: gulzhan.abishova@ayu.edu.kz

Аннотация: В данной статье рассматриваются проблемы улучшения экологических и экономически значимых мер борьбы с мелойдогинозом овощных культур в условиях защищенного грунта. Предложена методика определения порога вредоносности галловой нематоды с учетом численности данного патогена.

Ключевые слова: Биоразнообразие, галловая нематода, гельминты, личинки, рекреация, патология, инвазия, порог вредоносности.

Аннотация: Шолуда азық-төндірісі саласы үшін өсімдік шикізатынан биологиялық белсенді заттарды (ББЗ) алу технологиясындағы үш перспективалы бағыт: ультрадыбыстық өңдеу, мембраналық технологиялар және жоғары гидростатикалық қысыммен алу талданады. Әр әдістің физикалық қағидалары, оңтайландырудың негізгі параметрлері, артықшылықтары мен шектеулері егжей-тегжейлі қарастырылады. Агроөнеркәсіп кешенінің қайта өңделетін шикізатынан полифенолдарды, антоциандарды, сапониндерді және басқа да құнды қосылыстарды алуда олардың тиімді қолданылу мысалдары келтіріледі. Бұл тәсілдердің функционалды азық ингредиенттерін алудың «жасыл», ресурстарды үнемдейтін технологияларын құру үшін жоғары тиімділігі туралы қорытынды жасалады.

Түйін сөздер: экстракция, биологиялық белсенді заттар, ультрадыбыс, экстракция әдістері, полифенолдар, өсімдік шикізаты, криодиірмендеу.

Жеміс-жидек қалдықтарын (шөкпе, сығынды, қабық) қамтитын өсімдік шикізатын құнды экстракттарға ұтымды өңдеу – тұйық цикл экономикасы және функционалды тамақтануды дамыту контекстінде өзекті мәселе болып табылады [1]. Негізгі кезең – экстракция, оның тиімділігі дайын өнімнің шығымын, құрамын және биологиялық белсенділігін анықтайды. Дәстүрлі әдістер жиі уақыттың ұзақтығы, еріткіштің жоғары шығыны және мақсатты қосылыстардың термиялық деградациясына байланысты жеткіліксіз болады. Ультрадыбыстық өңдеу, мембраналық бөлу және жоғары қысыммен экстракция сияқты заманауи физикалық әдістерді енгізу осы шектеулерді жеңуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыстың мақсаты – көрсетілген әдістердің тетіктерін, технологиялық ерекшеліктерін және нақты мысалдардағы

практикалық тиімділігін жарыққа шығара отырып, салыстырмалы талдау жүргізу.

Экстракция процестеріндегі ультрадыбыстық өңдеу

Ультрадыбыстық экстракция (УДЭ) акустикалық кавитация құбылысына – сұйық ортада жоғары интенсивтілікті (әдетте 20-100 кГц) дыбыс толқындарының әсерінен микрокөпіршіктердің пайда болуына, өсуіне және құлауына негізделген. Көпіршіктер құлаған кезде экстремалды жоғары температура (~5000 К) және қысым (~1000 атм) бар жергілікті аймақтар, соққы толқындары мен микроағындар пайда болады [2]. Бұл мыналарға әкеледі:

а) Өсімдік тінінің жасуша қабырғаларының механикалық бұзылуы.

б) Микроараластыру арқылы жылу- және массаалмасуды қарқындандыру.

с) Еріткіштің жасушаларға диффузиясы мен мақсатты заттардың ерітіндіге диффузиясын жеделдету.

Оңтайландырудың негізгі параметрлері: өңдеу уақыты, температура, ультрадыбыстың қуаты, жиілік, «шикізат: еріткіш» қатынасы. Оларды таңдау ББЗ шығымын олардың белсенділігін сақтай отырып, барынша арттыру үшін шешуші маңызға ие. Мысалы, зәйтүн шөкпесінен полифенолды қосылыстарды (гидрокситирозол, маслин және олеанол қышқылдарын) алу үшін УДЭ күшті кавитациялық әсерге байланысты еріткішпен стандартты экстракциямен салыстырғанда айтарлықтай жоғары тиімділік көрсетті [3].

Әдістің артықшылықтары:

- Экстракция уақытын айтарлықтай қысқарту (5–10 есе).
- Жұмыс температурасын төмендету (жиі 40–50°C дейін), бұл термиялық тұрақсыз қосылыстар үшін маңызды.

- Еріткіш тұтынымын азайту.

- Тұтқыр орталармен жұмыс істеу мүмкіндігі және терең эвтектикалық қоспалар (ТЭҚ) сияқты «жасыл» еріткіштерді қолдану мүмкіндігі. Осылайша, УДЭ мен ТЭҚ-ты біріктіру жерқарағаттың шарап қалдықтарынан антоциандарды тиімді алуға мүмкіндік берді [4].

Шектеулер: Әрбір шикізат түрі үшін оңтайландыру қажеттілігі, еркін радикалдардың пайда болу ықтималдылығы (бақылауды талап етеді) және өнеркәсіптік жабдыққа салынатын салыстырмалы түрде жоғары капиталдық шығындар.

Экстракттарды тазарту және концентрлеу үшін мембраналық технологиялар Мембраналық процестер (микро-, ультра-, наносүзу, кері осмос) тікелей экстракция әдістері емес, бірақ көмекші және соңғы технологиялар ретінде ауыстырылмас рөл атқарады. Олар мыналар үшін қолданылады:

1. Тазарту (фракциялау): Жоғары молекулалық салмақты балластты заттарды (ақуыздар, полисахаридтер, тұнбалар) мақсатты төмен молекулалық салмақты ББЗ-ден (полифенолдар, антоциандар) бөлу.

2. Концентрлеу: Қысым әсерінен еріткішті (су) жою арқылы ерітіндідегі мақсатты заттардың массалық үлесін арттыру.

Принцип белгілі бір кеуек өлшемі немесе кесіп тасталатын молекулалық масса (КММ) бар мембраналардың селективті өткізгіштігіне негізделген. Мысалы, годжи жидектерінің сулы экстрагін өңдеу бойынша жұмыста [5] екі кезеңді процесс қолданылды: түйіршікті бөлшектер мен β -каротинді жою үшін ультрасүзу (УС) арқылы алдын ала ағарту, содан кейін фенолды қосылыстарды наносүзу мембранасында концентрлеу. Бұл экстрактты тазарту дәрежесін кем дегенде 50%-ға және фенолды қосылыстар концентрациясын 80%-ға арттыруға мүмкіндік берді.

Әдістердің артықшылықтары:

- Процестер фазалық ауысуларсыз (буланусыз) және орташа температурада жүреді, бұл ББЗ-нің биологиялық белсенділігін толық сақтайды.
- Жоғары селективтілік және нәзік фракциялау мүмкіндігі.
- Энергия тиімділігі және үздіксіз, тұйық технологиялық желілерді құруға әлеует.

Шектеулер: Мембрананың ластануы (фоулинг) мәселесі, ол жуу мен ерітіндіні дайындаудың тиімді режимдерін әзірлеуді талап етеді, сондай-ақ мембраналық модульдердің салыстырмалы түрде жоғары құны.

Жоғары гидростатикалық қысыммен экстракция

Жоғары гидростатикалық қысым (ЖҚҚ, 100–800 МПа) әдісі орташа температурада (30–60°C) өсімдік шикізатына сұйық орта (әдетте су) арқылы берілетін изостатикалық (барлық жағынан біркелкі) қысымды пайдаланады [6]. Әсер етудің негізгі тетіктері:

- Жасушалардың физикалық сығылуы және деформациясы, мембраналардың өткізгіштігінің артуына және диффузияны жеңілдетуге әкеледі.
- Ақуыздардың денатурациясы және жасуша қабырғасының полисахаридтер құрылымының өзгеруі, бұл экстракцияға кедергілерді бұзады.
- Ферменттердің (мысалы, полифенолоксидазалар) белсенділігін жою, бұл ББЗ-нің тотығуынан бұзылуына жол бермейді.

ЖҚҚ-экстракция процесі қысқа өңдеу уақытымен (1-ден 30 минутқа дейін) және жоғары тиімділікпен сипатталады. Осылайша, ащы қауыннан (*Momordica charantia*) сапониндерді алу үшін оңтайлы жағдайлар таңдалды: қысым 510 МПа, уақыт 8 мин, этанол концентрациясы 68%, бұл 127,89 мг/г құрғақ зат шығымына қол жеткізуге мүмкіндік берді [7]. Басқа зерттеуде ЖҚҚ-экстракция (500 МПа, 2,5 мин, 30°C) лонган қабығынан корилагин шығымы бойынша дәстүрлі әдіспен салыстырғанда үш есе артықшылық көрсетті және ультрадыбыстық өңдеуден жоғары нәтиже берді [8].

Әдістің артықшылықтары:

- Бөлме температурасында немесе төмендетілген температурада жұмыс істеу мүмкіндігі, термиялық сезімтал қосылыстар үшін өте қолайлы.
- Процестің жылдамдығы.
- Шикізат пішіні мен өлшеміне қарамастан біркелкі өңдеу.
- Экстрактты бір уақытта пастеризациялау мүмкіндігі.

Шектеулер: Өте жоғары қысымда жұмыс істеуге есептелген жабдыққа жоғары капиталдық шығындар және өнеркәсіптік процестердің көпшілігінің үзінді (batch) сипаты.

Экстракция тиімділігіне ықпал ететін дайындау әдісі ретінде криогендік диірмендеу

Тікелей экстракцияны жүзеге асыратын әдістерден басқа, ББЗ-нің сақталу дәрежесін анықтайтын шикізатты дайындау технологиялары маңызды рөл атқарады. Мұндай әдістердің бірі – криодиірмендеу (криоундау), яғни криогендік температураға дейін (сұйық азот қолданып, $t \approx -196^\circ\text{C}$) алдын ала салқындатқан өсімдік материалды ұсақтау процесі [10]. Терең суыту кезінде жасуша ішіндегі су кристалданып, жасуша құрылымдарын әлсіретеді және шикізатты қатайтады. Жиі инертті газ (азот) ортасында жүргізілетін мұндай күйде ұсақтау мақсатты қосылыстардың минималды жоғалтуымен өте ұсақ ұнтақты (бөлшектер 0.01–0.02 мм) алуға мүмкіндік береді. Әдістің басты артықшылықтары ББЗ-нің термиялық деградациясын болдырмау (процес қыздырмай жүреді) және оттегісіз ортада жұмыс істеу арқылы тотығуын барынша азайту болып табылады [10]. Осылайша, криодиірмендеу экстракция процестерін ауыстырмайды, бірақ әсіресе термиялық тұрақсыз немесе оңай тотығатын заттарға (мысалы, эфир майларына, каротиноидтарға, кейбір витаминдерге) бай шикізат үшін тиімді «алдын-ала экстракциялық» кезең болып табылады, бұл кейінгі өңдеу кезеңдерінде ББЗ жалпы шығымын айтарлықтай арттырады.

Криоөңдеудің пектин ультрадыбыстық экстракциясының тиімділігіне әсері (алма шөкпесі мысалында)

Шикізатты алдын ала криогендік дайындаудың заманауи экстракция әдісімен біріктірудің синергетикалық әсерін бағалау үшін үлгілі зерттеу жүргізілді. Объект ретінде алма шөкпесі – пектиннің құнды азық талшығының классикалық және қол жетімді көзі таңдалды. Эксперименттің мақсаты – криодиірмендеудің пектиннің кейінгі ультрадыбыстық экстракция кезіндегі шығымы мен сапасына стандартты ұсақтаумен салыстырғанда қалай әсер ететінін сандық түрде анықтау.

Материалдар мен әдістер

Шикізат үлгілерін дайындау: Құрғатылған алма шөкпесі («Антоновка» сорты, протопектині бай) бірдей екі партияға бөлінді:

а) СТ үлгісі (стандартты ұсақтау): Бөлме температурасында зертханалық диірменде 0,5–1,0 мм фракциясына дейін ұсақтау.

б) КРИО үлгісі (криодиірмендеу): Шикізатты сұйық азотта терең дерлік суыту және одан кейін инертті газ (азот) атмосферасында суытылатын шарлы диірменде өте ұсақ ұнтаққа (0,01–0,05 мм) дейін ұсақтау. Бүкіл процес инертті газ (азот) атмосферасында жүргізілді.

Пектин экстракциясы: Екі үлгі үшін пектинге оңтайлы бірдей қышқылды ультрадыбыстық экстракция режимі қолданылды.

а) Экстрагент: Лимон қышқылының сулы ерітіндісі (рН ~2,0).

б) Шикізат: еріткіш қатынасы: 1:25 (г/мл) (пектин үшін полифенолдарға қарағанда жоғарырақ қатынас қажет).

с) УДЭ параметрлері: Ультрадыбысты ванна (жиілік 35 кГц, қуат 250 Вт), температура 70°C, өңдеу уақыты 30 минут.

д) Экстракциядан кейін қоспаны сүзді және пектинді сүзіндіден 96% этанол қосу арқылы (көлемі бойынша 1:1 қатынасы) тұндырды. Тұнбаны бөліп, этанолмен жуып, тұрақты массаға дейін кептірді.

Талдау:

а) Пектин шығымы: Тазартылған құрғақ пектин массасын абсолютті құрғақ шикізат массасына қатынасы ретінде (%) есептеді.

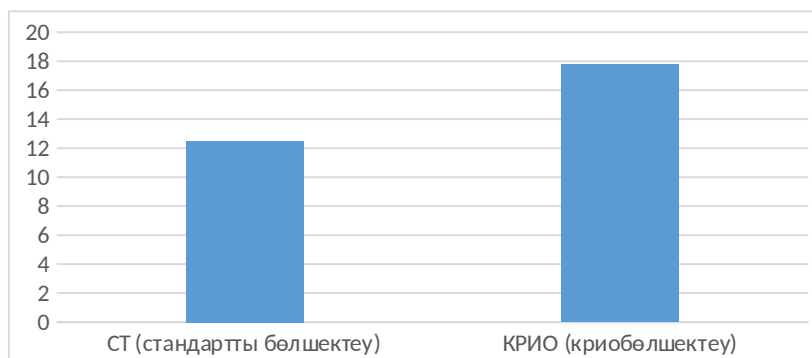
б) Пектин сапасы: Негізгі үлгілер үшін йодометриялық әдіспен этерификация дәрежесін (ЭД) және желирлеу қабілетін анықтады.

с) Әрбір талдау үш параллель қайталауда жүргізілді.

Нәтижелер және талқылау⁷

СТ үлгісі үшін (стандартты ұсақтау + УДЭ) пектин шығымы $12,5 \pm 0,6\%$ құрады. КРИО үлгісі үшін (криодиірмендеу + УДЭ) пектин шығымы $17,8 \pm 0,7\%$ құрады.

Сандық талдау нәтижелері 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. Алма шөкпесінен пектиннің шығымы шикізатты алдын ала ұсақтау әдісіне байланысты қышқылды ультрадыбыстық экстракция кезінде

Алынған мәліметтер келесі қорытындылар жасауға мүмкіндік береді:

Экстракция тиімділігінің айтарлықтай өсуі: Криодиірмендеуді қолдану бірдей УДЭ режимін қолдана отырып, стандартты ұсақтаумен салыстырғанда пектин шығымын 42%-ға арттыруға әкелді. Бұл жасуша қабырғаларында орналасқан желирлейтін полисахаридтердің экстракция тиімділігінің шикізат матрицасын дайындау кезеңінде бұзылу дәрежесіне критикалық түрде тәуелді екенін дәлелдейді.

Тетікті түсіндіру: Шығымының өсуі пектингенің тән факторлармен түсіндіріледі:

а) Протопектин гидролизін күшейту: Шикізаттағы пектин ерімейтін түрде (протопектин) болады, ол жасуша қабырғасының целлюлозасы мен гемицеллюлозасымен байланысқан. Криоөңдеуден кейінгі өте ұсақ ұсақтау қышқылды экстрагенттің жасуша қабырғаларымен жанасу ауданын есеге келмейтін мөлшерде арттырып, қышқылды гидролизді қарқындандырады және протопектиннің еритін түрге өтуін жеделдетеді.

б) Молекулалық массаны сақтау: Криогендік дайындау ұсақтау кезеңінде пектин полимерлі тізбектерінің термомеханикалық деградациясын барынша азайтады, бұл теориялық түрде жоғарырақ желирлеу қабілеті бар өнім алуға ықпал ете алады (бұл параметрді кеңейтілген зерттеуде тексеруге болады).

Нәтижелер алдын-ала криоөңдеу желирлейтін полисахаридтерді, атап айтқанда пектинді, өсімдік шикізатынан ультрадыбыстық экстракциялауды қарқындандырудың жоғары тиімді тәсілі екенін көрсетеді. Ол протопектиннің қышқылды гидролизге қолжетімділігін түбегейлі арттырады, полимердің өзін зақымдатпайды. Осылайша, жеміс-көкөніс өңдеу қалдықтарынан (алма шөкпесі) жоғары сапалы пектиннің максималды шығымы үшін технологиялық және экономикалық тұрғыдан мына реттілікті қолдану негізделген: криогендік ұсақтау → қышқылды ультрадыбыстық экстракция. Бұл тәсіл құнды өнім шығымын арттыруға ғана емес, сонымен қатар оның функционалдық қасиеттерін жақсартуға әлеуетті.

Қорытынды

Жүргізілген үш заманауи экстракция әдісінің – ультрадыбыстық, мембраналық және жоғары қысымды – талдамы өсімдік шикізатын өңдеудегі олардың жоғары әлеуетін көрсетеді. Әрбір әдіс өз міндеттерін шешеді:

1. Ультрадыбыстық өңдеу массаны алу кезеңін, әсіресе тығыз және қол жетімсіз шикізаттан, қарқындандыру үшін ауыстырылмас.

2. Мембраналық технологиялар алынған экстракттарды «жұмсақ» және селективті түрде концентрлеуді және тазартуды қамтамасыз етеді, олардың саудалық құнын арттырады.

3. Жоғары гидростатикалық қысыммен экстракция ББЗ-ді қысқа уақыт ішінде қолайлы температуралық жағдайларда барынша толық алуға мүмкіндік береді, сонымен бірге өнімді стерилизациялайды.

Ең перспективалы бағыт осы әдістерді біріккен технологиялық циклдарда үйлестіру болып табылады. Мысалы, реттілік: тез алу үшін УДЭ → экстракцияны аяқтау және стабилдендіру үшін ЖҚҚ → тазарту және концентрлеу үшін мембраналық ультра-наносүзу. Мұндай гибридті тәсілдер энергия мен ресурстарды үнемдейтін, экологиялық қауіпсіз функционалды азық ингредиенттер өндірістерін құруға мүмкіндік береді, оларда мақсатты биологиялық белсенді заттардың жоғары құрамы мен сақталған белсенділігі кепілдендіріледі.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Кравченко С.Н., Драпкина Г.С., Постолова М.А. Технология переработки растительного сырья // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 8. – С. 68–69.
2. Kumar K., Srivastav S., Sharanagat V.S. Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: a review // Ultrason. Sonochem. – 2021. – Vol. 70. – Article ID 105325.
3. Xie P., Huang L., Zhang C. et al. Enhanced extraction of hydroxytyrosol, maslinic acid and oleanolic acid from olive pomace: process parameters, kinetics and thermodynamics, and greenness assessment // Food Chem. – 2019. – Vol. 276. – P. 662–674.

4. Xue H., Tan J., Li Q. et al. Ultrasound-assisted deep eutectic solvent extraction of anthocyanins from blueberry wine residues: optimization, identification, and HepG2 antitumor activity // *Molecules*. – 2020. – Vol. 25(22). – P. 5456.
5. Conidi C., Drioli E., Cassano A. Coupling ultrafiltration-based processes to concentrate phenolic compounds from aqueous Goji berry extracts // *Molecules*. – 2020. – Vol. 25(16). – P. 3761.
6. Navarro-Baez J.E., Martínez L.M., Welti-Chanes J. et al. High Hydrostatic Pressure to Increase the Biosynthesis and Extraction of Phenolic Compounds in Food: A Review // *Molecules*. – 2022. – Vol. 27(5). – P. 1502.
7. Ma J., Yang H., Chen Y. et al. Purified Saponins in *Momordica charantia* Treated with High Hydrostatic Pressure and Ionic Liquid-Based Aqueous Biphasic Systems // *Foods*. – 2022. – Vol. 11(13). – P. 1930.
8. Prasad N., Yang B., Zhao M. et al. High pressure extraction of corilagin from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit pericarp // *Separation and Purification Technology*. – 2009. – Vol. 70(1). – P. 41–45.
9. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. Пищевая химия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
10. Берестова А.В., Зинюхин Г.Б., Манеева Э.Ш. Особенности криообработки растительного сырья // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2015. – Т. 184, № 9. – С. 130–136.