

УДК

**ШЫРҒАНАҚТАН (HIPPORHAE L.) БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ
АЛУДЫҢ БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ**

ТӨКЕН Н.С.

PhD докторант 1 курс, 8D05101 «Биотехнология»

Ғылыми жетекші - **НАБИЕВА Ж.С.**, PhD, қауымдастырылған профессор
Алматы технологиялық университеті
Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада Қазақстан аумағында өсетін және мәдени түрде өсірілетін шырғанақтың (*Hipporhæ rhamnoides* L.) биологиялық белсенді заттарын алу үшін қолданылатын биотехнологиялық әдістер қарастырылады. Құрамы биологиялық белсенді қосылыстарға өте бай итшомырт шырғанақтың бұл түрі тағам өнеркәсібі, фармацевтика және косметология салаларында кеңінен қолданылатын құнды өсімдік шикізаты ретінде сипатталады.

Зерттеу аясында Отандық және шетелдік ғылыми басылымдар және диссертациялық жұмыстарға шолу жүргізіліп, шырғанақтағы биологиялық белсенді заттардың құрамы мен қасиеттері, сондай-ақ оларды алудың заманауи биотехнологиялық тәсілдері талданды. Әсіресе полифенол табиғатындағы қосылыстарға, витаминдерге, каротиноидтарға, органикалық қышқылдарға және шикізаттың функционалдық әрі иммуномодуляциялық қасиеттерін айқындайтын аминқышқылдарына ерекше назар аударылды. Жұмыстың эксперименттік бөлімі биотехнологиялық әдістерді пайдалана отырып, шырғанақ жапырақтарынан биологиялық белсенді заттардың экстракттарын алу және олардың сапалық көрсеткіштерін бағалауға бағытталды. Сонымен бірге өсімдік шикізатын өңдеу мен сақтау жағдайларының биологиялық белсенді компоненттерінің сақталуына әсері зерделенді. Әртүрлі консервілеу тәсілдерінің, соның ішінде кептіру мен мұздатудың, белсенді заттар кешенінің тұрақтылығына ықпалы талданды. Әдеби дереккөздер мен эксперименттік нәтижелерге жасалған талдау шырғанақтан биологиялық белсенді заттарға бай экстракттар өндіруде биотехнологиялық әдістердің жоғары әлеуетке ие екенін көрсетеді. Алынған мәліметтер функционалдық тағам өнімдерін, биологиялық белсенді қоспаларды әзірлеуді, сондай-ақ өсімдік шикізаты мен оның өңделген өнімдеріне арналған нормативтік құжаттарды жетілдіруде қолдануға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: шырғанақ, биологиялық белсенді заттар, биотехнологиялық әдістер, экстракция.

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОБЛЕПИХИ (HIPPORHAE L.)**

Аннотация. Статья посвящена изучению облепихи (*Hipporhæ rhamnoides* L.), произрастающей и культивируемой на территории Республики Казахстан) биотехнологические методы, применяемые для получения биологически активных веществ. Этот вид облепихи, состав которой очень богат биологически активными соединениями, характеризуется как ценное растительное сырье, широко используемое в пищевой промышленности, фармацевтике и косметологии.

В рамках исследования был проведен обзор отечественных и зарубежных научных публикаций, нормативных документов и диссертационных работ, проанализированы состав и свойства биологически активных веществ облепихи, а также современные биотехнологические подходы к их получению. Особое внимание было уделено соединениям полифенольной природы, витаминам, каротиноидам, органическим кислотам и

аминокислотам, определяющим функциональные и иммуномодулирующие свойства сырья. Экспериментальная часть работы была направлена на извлечение экстрактов биологически активных веществ из листьев облепихи с использованием биотехнологических методов и оценку их качественных показателей. Также изучено влияние условий переработки и хранения растительного сырья на сохранность биологически активных компонентов. Проанализировано влияние различных способов консервирования, в том числе сушки и заморозки, на устойчивость комплекса активных веществ. Анализ литературных источников и экспериментальных результатов показывает, что биотехнологические методы обладают высоким потенциалом в производстве богатых биологически активными веществами экстрактов облепихи. Полученные данные позволяют использовать в совершенствовании разработки функциональных пищевых продуктов, биологически активных добавок, а также нормативных документов на растительное сырье и продукты его переработки.

Ключевые слова: облепиха, биологически активные вещества, биотехнологические методы, экстракция.

BIOTECHNOLOGICAL METHODS FOR OBTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM SEA BUCKTHORN (HIPPOPHAE L.)

Annotation. The article is devoted to the study of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.), native and cultivated in the Republic of Kazakhstan) biotechnological methods used to obtain biologically active substances. This type of sea buckthorn, whose composition is very rich in biologically active compounds, is characterized as a valuable plant raw material widely used in the food industry, pharmaceuticals and cosmetology.

The research conducted a review of domestic and foreign scientific publications, regulatory documents and dissertations, analyzed the composition and properties of biologically active substances of sea buckthorn, as well as modern biotechnological approaches to their production. Special attention was paid to polyphenolic compounds, vitamins, carotenoids, organic acids and amino acids, which determine the functional and immunomodulatory properties of raw materials. The experimental part of the work was aimed at extracting extracts of biologically active substances from sea buckthorn leaves using biotechnological methods and evaluating their qualitative indicators. The influence of the conditions of processing and storage of plant raw materials on the safety of biologically active components has also been studied. The influence of various canning methods, including drying and freezing, on the stability of the complex of active substances is analyzed. An analysis of literature sources and experimental results shows that biotechnological methods have high potential in the production of biologically active sea buckthorn extracts. The data obtained can be used to improve the development of functional food products, biologically active additives, as well as regulatory documents for plant raw materials and processed products.

Keywords: sea buckthorn, biologically active substances, biotechnological methods, extraction.

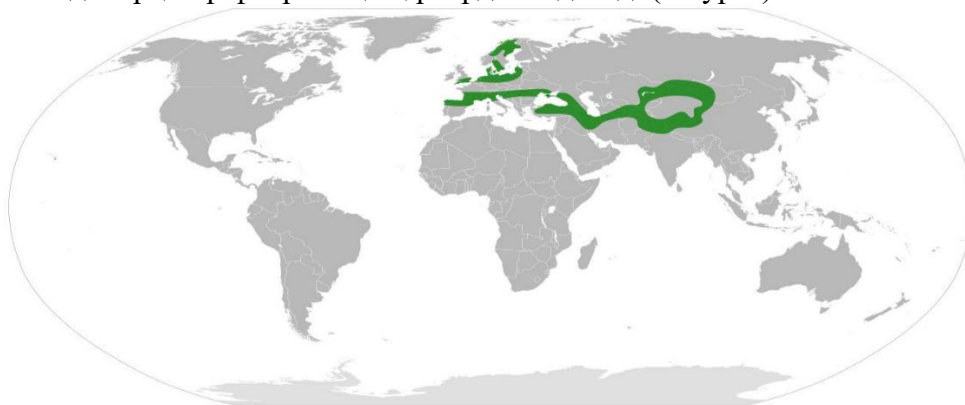
Кіріспе. Қазіргі таңда адамның денсаулығы тамақтанудың сипаты, деңгейі мен құрылымына тікелей байланысты. Алайда бүгінде тамақтану жүйесінде бірқатар маңызды кемшіліктер байқалады, соның салдарынан әлем халқының 70%-ы С дәруменінің, 40%-ы А провитаминынің (каротиноидтардың) тапшылығынан зардап шегеді, ал әрбір үшінші адамда Р дәруменінің жетіспеушілігі анықталған [1]. Тамақтану сапасының төмендеуі мен қоршаған ортаның ластануы түрлі аурулардың, әсіресе жүрек-қан тамырлары және онкологиялық патологиялардың даму қаупін арттырады. Осыған байланысты биологиялық белсенді заттардың (ББЗ) көздерін анықтау, оларды жоғары биологиялық белсенділігі бар препараттар мен профилактикалық тағам өнімдерін әзірлеуде пайдалану өзекті ғылыми міндет болып саналады.

ББЗ ішінде полифенолдар (флавоноидтар, катехиндер), С дәрумені және өзге де қосылыстар айрықша мәнге ие. Флавоноидтар мен катехиндер қан тамырларының, әсіресе капиллярлардың беріктігі мен серпімділігін арттыру қабілетімен ерекшеленеді. Атеросклероз, гипертониялық аурулар капиллярлардың сәуелілік зақымдануы және токсикоз жағдайларында профилактикалық әрі емдік әсер көрсетеді. Флавоноидтар Р-витаминдік белсенділікпен қатар антиоксиданттық, антитромбоциттік, антимутагендік, антиканцерогендік және антивирустық қасиеттерге ие [2].

Медицинадан бөлек, антоциандар мен флавоноидтар тағамдық өнімдерді бояу және олардың биологиялық құндылығын арттыру мақсатында кеңінен қолданылады. Липофильді ББЗ-дің ең жоғары концентрациясы жемістердің толық пісуі кезеңінде байқалады. Фитостеролдар (β -ситостерол, бетулин) гиполипидемиялық және гепатопротекторлық белсенділікке ие перспективалы қосылыстар қатарына жатады.

Осы тұрғыда ерекше мәнге ие өсімдіктердің бірі – шырғанақ. Ғалымдар шырғанақ гүлдерін, жапырақтарын, тамырын фармакологиялық құндылығы жоғары қосымша шикізат ретінде кешенді пайдалану мүмкіндігін де атап өтеді [2].

Шырғанақ (лат. *Hippóphaë rhamnoides*) – гүлді өсімдіктердің қосжарнақтылар тобына жататын жиде тұқымдас бұталы кішкене ағаш. Оның жемісі аскорбин қышқылына, В1, В6, В2 дәрумендеріне, дәні майға, каротинге бай. Шырғанақ құрамының ББЗ-ға бай болуы емдік қасиетін жоғары бағалауға мүмкіндік береді. Еуразия аумағында кең таралған өсімдік, Қазақстан аумағында бірқатар флоралық өңірлерде кездеседі (1-сурет).



Сурет 1. Шырғанақтың таралу аймағы

Шырғанақтан ББЗ алудың биотехнологиялық әдістерін зерттеуге Э.Н. Новрузова, Л.А. Мустафаева және А.М. Зейналованың зерттеу жұмыстары маңызды үлес қосты [3, 4]. Зерттеушілер пектолитикалық ферментті қолдана отырып, шырғанақ жемістерінің ферментативтік өңдеу технологиясын әзірлеген. Оңтайлы параметрлер ретінде 1,5 сағаттық ферментация және 2,2 ПкА/г пектин дозасы анықталған. Нәтижесінде шырынының шығымы 33%-ға дейін артқан, ал тұтқырлығы 85%-ға төмендеген. Бұл ретте полифенолдар мөлшері 1,6 есеге, катехиндер – 1,7 есеге, флавоноидтар – 1,4 есеге, С дәрумені – 1,3 есеге өскені анықталған. Құрғақ заттар мөлшері 40–45% болатын концентрат тағамдық қоспа және профилактикалық құрал ретінде ұсынылады.

Шырғанақ жапырақтарының биологиялық белсенді заттарға бай екенін көрсетеді, алайда олардың липофильді фракциясының құрамы мен фармакологиялық әлеуеті әлі де жеткілікті деңгейде зерттелмеген. Соңғы зерттеулерде липофильді фракция құрамында әртүрлі химиялық табиғаты бар қосылыстардың, соның ішінде қанттар, стеролдар, алифаттық және алициклдік спирттердің бар екендігі анықталған. Бұл қосылыстардың жиналуы өсімдіктің фенологиялық даму кезеңдеріне тәуелді екені көрсетіледі.

Әдеби деректерге сәйкес, жапырақтардың техникалық пісу фазасында (жемістердің жаппай пісуі кезеңінде) липофильді биологиялық белсенді заттардың ең жоғары мөлшері байқалады, бұл олардың физиологиялық жинақталуымен түсіндіріледі [5]. Сонымен қатар,

ерте фенологиялық фазалардың өзінде жапырақтарды витаминдер мен фитостеролдардың перспективалы көзі ретінде қарастыруға болады. Әсіресе фитостеролдар (бетулин, γ -ситостерол) жоғары биологиялық әлеуетімен ерекшеленіп, гиполипидемиялық, гипохолестеринемиялық және гепатопротекторлық әсер көрсету мүмкіндігімен сипатталады.

О.В. Тринееваның зерттеуі шырғанақ жемістеріндегі ББЗ тұрақтылығына консервілеу тәсілдерінің әсерін анықтауға арналған [6]. 1991-2021 жылдар аралығындағы мәліметтерді талдай отырып, -18°C температурада мұздату С дәруменін, флавоноидтарды және фенолдық қосылыстарды жылулық кептіруге қарағанда жақсы сақтайтыны көрсетілген. Мұздатылған жемістерді 9 айға дейін сақтау ұсынылады, бұл ретте С дәруменінің шығымы 27–34% деңгейінде, ал кептіру кезінде ББЗ деградациясы айтарлықтай жоғары болады. Автор фармацевтикалық және тағамдақ мақсаттарда шырғанақты өңдеудің тиімді технологияларын енгізудің маңыздылығын атап өтеді.

Төмендегі 1-кестеде көрсетілген зерттеулердің салыстырмалы талдауы шырғанақтың негізгі ББЗ ретінде флавоноидтар мен полифенолдардың жетекші рөл атқаратынын көрсетеді. Зерттеулердің басым бөлігі антиоксиданттық және қорғаныштық әсерге бағытталған, алайда биотехнологиялық әдістер арқылы алынған экстракттардың салыстырмалы тиімділігі мен қолдану бағыттары әлі де терең эксперименттік зерттеуді талап етеді.

Кесте 1. Шырғанақ (*Hipporhae rhamnoides* L.) бойынша зерттеулердің салыстырмалы талдауы

Авторлар, жыл	Зерттеу объектісі	Негізгі зерттеу бағыты	Анықталған БАВ	Негізгі нәтижелер мен қорытындылар
Chen Y. et al., 2023 [2]	Шырғанақ жемістері мен экстракттары	Метаболизмдік синдромды алдын алу	Флавоноидтар, каротиноидтар, витаминдер, май қышқылдары	Шырғанақ БАВ антиоксиданттық, қабынуға қарсы және липидалмасуды реттеуші әсер көрсетеді
Raal A. et al., 2023 [7]	Шырғанақтың әртүрлі бөліктері	Полифенолдар мен антиоксиданттық белсенділік	Полифенолдар, флавоноидтар	Полифенолдардың мөлшері өсімдік бөліктеріне байланысты; антиоксиданттық белсенділік жоғары
Murariu O.C. et al., 2025 [8]	Жеміс бөліктері (қабығы, целлюлоза, тұқым)	Физико-химиялық және биологиялық қасиеттер	Полифенолдар, каротиноидтар, липидтер	БАВ-тың таралуы жеміс бөліктеріне тәуелді; мақсатты өңдеу қажет
Gao C. et al., 2025 [9]	Шырғанақ (шолу мақала)	Биологиялық белсенді компоненттерге шолу	Флавоноидтар, полисахаридтер, май қышқылдары	Шырғанақ имуномодуляциялық және антиоксиданттық әлеуетке ие перспективалы шикізат
Zhu P., 2025 [10]	Шырғанақ қосылыстары	Тағам өнеркәсібінде қолдану	Каротиноидтар, полифенолдар, майлар	Тағам өнімдерінің биологиялық құндылығын арттыруда тиімді

Kazhygeldiyeva L.K., 2025 [11]	Қазақстандық шырғанақ экстракттары	Флавоноидтардың сандық анықтауы	Флавоноидтар	Флавоноид мөлшері мен антиоксиданттық белсенділік арасында оң корреляция анықталған
Караматов И.Д., Букаев М.К., 2018 [12]	Шырғанақ (дәрілік өсімдік)	Адаптогендік қасиеттер	Витамины, полифенолдар	Шырғанақ жалпы сергіткіш, бейімделу қабілетін арттыратын өсімдік ретінде сипатталған

Көптеген шет елдік зерттеу жұмыстарына жасалған әдеби шолу нәтижесінде шырғанақтың (*Hippophae rhamnoides* L.) флавоноидтар, полифенолдар, витаминдер және органикалық қышқылдар сияқты әртүрлі табиғаттағы биологиялық белсенді компоненттерге өте бай өсімдік екені анықталды. Эксперименттік мәліметтер жемістер, жапырақтар және тұқым экстракттарының айқын антиоксиданттық, адаптогендік, иммуномодуляциялық және метаболикалық белсенділік көрсететінін дәлелдейді. Ферментативтік экстракция сияқты биотехнологиялық әдістердің қолданылуы ББЗ шығымын едәуір арттырып, олардың сақталуын қамтамасыз ететіні анықталды. Сонымен қатар, тек жемістерін ғана емес, жапырақтарын да құнды фармакологиялық шикізат ретінде пайдалануға болады.

Шырғанақтан ББЗ алудың биотехнологиялық тәсілдері өсімдік шикізатын өңдеудің дәстүрлі әдістеріне заманауи балама ретінде қарастырылады. Бұл әдістер мақсатты қосылыстардың шығымын арттыруға, олардың биологиялық белсенділігін сақтауға және қоршаған ортаға әсерлі азайтуға мүмкіндік береді. Шырғанақ жағдайында биотехнологиялық әдістер полифенолдар, флавоноидтар, каротиноидтар, витаминдер және басқа да функционалды маңызды компоненттерді тиімді алуға жағдай жасайды. Биотехнологиялық әдістерге мыналар жатады:

- Ферментативтік экстракция. Өсімдік жасуша қабырғаларын ыдырататын целлюлаза, пектиназа, гемицеллюлаза сияқты ферменттерді қолдануға негізделген. Бұл әдіс жоғары селективтілікпен, жеңіл өңдеу шарттарымен және термолабильді заттарды сақтау мүмкіндігімен ерекшеленеді.

- Ультрадыбыстық экстракция кавитациялық әсерге сүйенеді, ол жасушалық құрылымдардың бұзылуына және жаппай тасымалдау жылдамдығының артуына ықпал етеді. Ультрадыбыстың қолданылуы экстракция уақытын едәуір қысқартады және төмен температурада жоғары нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

- Микротолқынды экстракция шикізатты полярлы молекулалардың микротолқындармен әрекеттесу арқылы қыздыруға негізделеді. Процесс жылдамдығымен және тиімділігімен ерекшеленгенімен, сезімтал қосылыстардың бұзылуына жол бермеу үшін параметрлерді қатаң бақылауды талап етеді.

- Жоғары критикалық CO_2 - экстракциясы экологиялық қауіпсіздігімен және жоғары тазалықтағы экстракттар алуға мүмкіндік беруімен бағаланады. Әсіресе май қышқылдары мен каротиноидтар сияқты липофильді компоненттерді алу үшін тиімді.

Шырғанақтан биологиялық белсенді заттарды (ББЗ) алудың биотехнологиялық әдістері дәстүрлі экстракциялау тәсілдерімен салыстырғанда бірқатар айтарлықтай артықшылықтарға ие. Оларды енгізу жоғары биологиялық құндылығы бар тамақ өнімдерін, биологиялық белсенді қоспаларды және фармацевтикалық препараттарды әзірлеуге негіз болады [8].

Шырғанақтан ББЗ алудың тиімділігі шикізаттың қасиеттеріне, технологиялық параметрлерге және қолданылатын ферменттер мен физикалық факторларға байланысты. Шикізаттың сорты, өсу жағдайлары, пісу деңгейі, алдын ала өңдеу әдістері (кептіру, мұздату, ұсақтау) ББЗ құрамына тікелей әсер етеді.

Негізгі факторлардың бірі болып өсімдік шикізатының түрі мен оның жағдайы саналады. Шырғанақ жемістерінің химиялық құрамы өсімдік сортына, өсу жағдайларына, пісу

дәрежесіне және жинау уақытына байланысты өзгереді. Шикізатты алдын ала дайындау тәсілдері (ұнтақтау, кептіру немесе мұздату) биологиялық белсенді заттардың бөлінуіне ықпал етіп қана қоймай, сондай-ақ олардың ішінара деградациясына да алып келуі ықтимал. Экстракциялық үдерістің температура, өңдеу ұзақтығы, шикізат пен экстрагенттің арақатынасы, сондай-ақ ортаның рН мәні сияқты параметрлері маңызды рөл атқарады. Аталған параметрлердің оңтайлы көрсеткіштерден ауытқуы биологиялық белсенді қосылыстардың шығымын төмендетуі немесе термолабильді компоненттердің, оның ішінде С дәрумені мен кейбір полифенолдардың бұзылуына алып келуі мүмкін. Ультрадыбыстық және микротолқынды экстракция сияқты физикалық әдістерді қолдану кезінде әсер ету қарқындылығы, ультрадыбыстың жиілігі немесе микротолқындардың қуаты, сондай-ақ өңдеу режимдері маңызды факторлар болып саналады. Шамадан тыс әсер ету биологиялық белсенді заттардың тотығуына немесе олардың құрылымының бұзылуына әкелуі мүмкін.

Мысалы, Chen Y. және әріптестері жүргізген зерттеуде шырғанақ жемістерінен биологиялық белсенді заттарды алуда шикізаттың пісу деңгейі мен экстракция температурасының шешуші рөл атқаратыны көрсетілген [2]. Авторлар пісудің толық фазасында жиналған жемістерде флавоноидтар мен каротиноидтардың мөлшері айтарлықтай жоғары болатынын анықтаған. Сонымен қатар, экстракция температурасының 40–50 °C аралығында болуы биологиялық белсенді заттардың максималды шығымын қамтамасыз етіп, ал жоғары температураларда (60 °C-тен жоғары) термолабильді қосылыстардың, әсіресе С дәруменінің едәуір ыдырауға ұшырайтыны байқалған.

Raal A. және т.б. (2023) зерттеуінде шырғанақ шикізатын алдын ала өңдеу тәсілдерінің әсері талданған [7]. Нәтижелер көрсеткендей, мұздатылған шикізатты қолдану жасуша қабырғаларының бұзылуына байланысты полифенолдардың экстракция тиімділігін арттырған, алайда ұзақ уақыт кептіру кезінде фенолды қосылыстардың бір бөлігінің тотығуға ұшырауы байқалған. Бұл деректер алдын ала өңдеу әдісін таңдау биологиялық белсенді заттардың сапасы мен мөлшеріне тікелей әсер ететінін дәлелдейді.

Murariu O.C. және әріптестері (2025) жүргізген жұмыста ультрадыбыстық экстракция параметрлерінің әсері зерттелген [8]. Авторлар ультрадыбыстың орташа қарқындылығы мен қысқа өңдеу уақыты (15–30 минут) биологиялық белсенді заттардың шығымын арттырып, ал жоғары қуат пен ұзақ әсер ету режимдері кейбір қосылыстардың деградациясына алып келуі мүмкін екенін көрсеткен.

Экстрагентті таңдау да жеке мәнге ие, өйткені ол мақсатты қосылыстардың жоғары ерігіштігін қамтамасыз етуі және алынған экстрактілерді тағамдық және фармацевтикалық өнеркәсіпте одан әрі қолдану үшін қауіпсіз болуы тиіс. Су-спирттік жүйелер мен экологиялық тұрғыдан қауіпсіз еріткіштерді пайдалану басым бағыт ретінде қарастырылады. Zhu P. зерттеуінде экологиялық қауіпсіз еріткіштерді қолдану алынған экстракттардың тағам өнімдеріне енгізілу мүмкіндігін кеңейтетіні және қосымша тазалау кезеңдерін қысқартатыны көрсетілген. Бұл деректер экстрагентті дұрыс таңдаудың биологиялық белсенді заттардың шығымына ғана емес, сонымен қатар алынған өнімнің қауіпсіздігі мен практикалық қолданылуына да тікелей әсер ететінін дәлелдейді [10].

Шырғанақтан биологиялық белсенді заттарды алудың биотехнологиялық әдістерінің тиімділігі шикізат сипаттамаларының, технологиялық үдеріс параметрлерінің және қолданылатын көмекші құралдарының оңтайлы үйлесімімен айқындалады. Аталған факторларды кешенді есепке алу экстрактілердің шығымын және сапасын арттыруға, сондай-ақ олардың тұрақтылығы мен функционалдық құндылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Шырғанақтың (*Hipporhae rhamnoides* L.) құрамындағы биологиялық белсенді заттарды алу үшін қолданылатын қазіргі биотехнологиялық әдістер әсер ету механизмі, экстракция тиімділігі, технологиялық параметрлері және практикалық қолданылу салалары бойынша бір-бірінен ерекшеленеді. Бұл әдістерді салыстырмалы талдау олардың артықшылықтары мен

шектеулерін айқындауға, сондай-ақ әрі қарай ғылыми зерттеулер мен өнеркәсіптік енгізу үшін ең перспективалы бағыттарды анықтауға мүмкіндік береді.

Ферментативтік экстракция үдеріске тән жұмсақ жағдайлармен және термотұрақсыз қосылыстардың жоғары деңгейде сақталуымен сипатталады. Бұл әдіс ферменттік кешендердің жасушалық қабырғаларды ыдырату қабілетіне негізделіп, биологиялық белсенді заттардың селективті түрде босап шығуын қамтамасыз етеді. Алайда тиімділік фермент құрамын дәл таңдауды және реакция параметрлерін оңтайлы деңгейде ұстап талап етеді.

Ультрадыбыстық экстракция әсер арқылы мақсатты қосылыстардың шығымын арттырып, өңдеу уақытын айтарлықтай қысқартады. Дегенмен, ультрадыбыс қарқындылығының шектен тыс жоғарылауы жекелеген биологиялық белсенді компоненттердің тұрақтылығын төмендетуі мүмкін. Микротолқынды экстракция шикізатты жылдам қыздыру арқылы биологиялық белсенді заттарды тиімді бөлуге жағдай жасайды. Соған қарамастан, температура мен қуаттың дәл реттелуі қажет, себебі жылудың біркелкі таралмауы сезімтал қосылыстардың деструкциясына әкелуі ықтимал. Жоғарғы критикалық CO₂ – экстракция экологиялық қауіпсіздігімен және уытты еріткіштерді қолданбастан жоғары тазалықтағы экстрактілер алуға мүмкіндік беруімен ерекшеленеді. Әдіс әсіресе липофильді компоненттерді (май қышқылдары, каротиноидтар) бөлу үшін тиімді, алайда жабдықтың құны мен технологиялық күрделілігі оның кең көлемде қолданылуын шектейді. In vitro жасушалық және тіндік дақылдарды пайдалану биологиялық белсенді заттардың стандартталған құрамын алуға және экстракцияны маусымдық өзгерістерге тәуелсіз жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл тәсілдің ғылыми әлеуеті жоғары болғанымен, ол көп уақыт пен ресурстарды қажет ететіндіктен, негізінен зерттеу мақсатында қолданылып келеді.

Биотехнологиялық әдістер арқылы алынған шырғанақ (*Hipporphae rhamnoides* L.) негізіндегі биологиялық белсенді заттар химиялық құрамының алуан түрлілігі мен айқын биологиялық әсеріне байланысты жоғары қолданбалы әлеуетке ие. Заманауи экстракциялық тәсілдер мақсатты қасиеттері бар стандартизатталған экстрактілер алуға мүмкіндік беріп, олардың әртүрлі салаларда қолданылу аясын кеңейтеді.

Тағам өнеркәсібінде шырғанақ экстрактілері антиоксиданттармен, дәрумендермен және полифенолдық қосылыстармен байытылған функционалдық тағамдар әзірлеу үшін перспективалы ингредиент ретінде қарастырылады. Мұндай қосылыстарды тағам өнімдеріне енгізу олардың қоректік және биологиялық құндылығын арттырып иммундық жүйені қолдауға және алиментарлық сипаттағы аурулардың алдын алуға ықпал етеді [13].

Фармацевтика саласында шырғанақ негізінде биологиялық белсенді заттар антиоксиданттық, иммуномодуляциялық және қабынуға қарсы әсері бар биокоспалар мен фитопрепараттар жасау үшін қолданылады [14]. Биотехнологиялық әдістер алған экстрактілердің тазалығы мен тұрақтылығын күшейтіп, оларды медициналық мақсатта пайдалануға қолайлы етеді. Косметологияда шырғанақ экстрактілері табиғи текті регенеративтік, қабынуға қарсы және қорғаныс қасиеттері бар компонент ретінде бағаланады [15]. Стандартталған экстрактілер негізінде жасалған косметикалық өнімдер болжамды тиімділігімен және жоғары қауіпсіздігімен ерекшеленеді. Сонымен қатар, шырғанақ биокоспоненттері мал азығын өндіру мен ветеринариялық тәжірибеде де қолданыс табуда. Олар жануарлар организміндегі алмасу үдерістерін жақсартып, стресс факторларына төзімділікті арттыруға ықпал етеді.

Отандық және шетелдік ғылыми еңбектерді талдау шырғананың (*Hipporphae rhamnoides* L.) полифенолдар, флавоноидтар, каротиноидтар, дәрумендер мен органикалық қышқылдарға бай бағалы өсімдік шикізаты екенін көрсетеді. Бұл қосылыстардың жиынтық әсері шырғананың биологиялық қасиеттерінің кең спектрін анықтап, оны тағам, фармацевтика және косметология салаларында пайдалануға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, экстракт алудың түлерін салыстырмалы талдау нәтижелері биотехнологиялық әдістердің тиімділігі өсімдік шикізатының ерекшеліктеріне, технологиялық параметрлерге және экстракция шарттарының дұрыстығына тәуелді екенін көрсетті.

Оптималды әдісті таңдау алынатын экстрактілердің мақсаты мен сапа талаптарын ескеруді қажет етеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Макарова М.И., Макаров В.Г., Станкевич Н.М., Ермаков С.Б., Яшакина И.А. Характеристика антирадикальной активности экстрактов из растительного сырья и соединение в них // Растительные ресурсы. - 2005. - Т. 41, № 2. - С. 106–115.
2. Chen Y., Cai Y., Wang K., Wang Y. Bioactive compounds in sea buckthorn and their efficacy in preventing and treating metabolic syndrome // Nutrients. – 2023. – Vol. 15, No. 11. – Art. 2521. – DOI: 10.3390/nu15112521.
3. Зейналова А. М., Новрузов Э. Н., Мустафаева Л. А., Биотехнология получения биологически активного концентрата из плодов *Hippophae rhamnoides* L. // Биотехнология. Теория и практика. – 2018. – № 2. – С. 34–41.
4. Новрузов Э. Н., Алиева С. М., Аббасова Г. А. Состав и содержание флавоноидов листьев *Hippophae rhamnoides* L., произрастающих в Азербайджане // Химия растительного сырья. – 2017. – № 4. – С. 157–163.
5. Ковалёва Н. А. Исследование состава биологически активных веществ листьев облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) методом ГХ-МС // Химия растительного сырья. – 2023. – № 1. – С. 150–158.
6. Тринева О. В. Облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.) как источник биологически активных веществ: обзор литературы // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 5. – С. 112–120.
7. Raal A., Orav A., Arak E. Polyphenolic compounds and antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) // Food Chemistry. – 2023. – Vol. 404. – Art. 134623. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.134623.
8. Murariu O. C., Stanciu S., Dobrinas S., et al. Influence of sea buckthorn fruit part on physical, quality, and bioactive properties // Horticulturae. – 2025. – Vol. 11, No. 10. – Art. 1187. – DOI: 10.3390/horticulturae11101187.
9. Gao C., Kou J., He J., Zhang Y. Research progress on bioactive components and their activities in sea buckthorn // Journal of Future Foods. – 2025. – Vol. 5, No. 1. – P. 1–12. – DOI: 10.26599/JFB.2025.95030410.
10. Zhu P. Compounds from sea buckthorn and their application in food // Journal of Food Composition and Analysis. – 2025. – Vol. 125. – Art. 105679. – DOI: 10.1016/j.jfca.2025.105679.
11. Kazhygeldiyeva L. K. Quantitative determination of flavonoids and antioxidant activity in sea buckthorn extracts // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Chemistry and Technology. – 2025. – Vol. 2, No. 464. – P. 45–53.
12. Караматов И. Д., Букаев М. К. Облепиха как адаптогенное, повышающее физическую силу лекарственное растение // Научный журнал. – 2018. – № 6. – С. 141–145.
13. Zielińska, A., Nowak, I. (2022). *Abundance of active ingredients in sea buckthorn oil and their biological activity*. Molecules, 27(1), 134. <https://doi.org/10.3390/molecules27010134>
14. Varshneya, C., Kant, V., Mehta, M. (2023). *Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides) in dermatology and cosmetic applications*. Journal of Cosmetic Dermatology, 22(5), 1462–1471. <https://doi.org/10.1111/jocd.15509>
15. Wani, S. A., Kumar, P., Verma, A. K. (2020). *Use of sea buckthorn bioactive compounds in animal nutrition and veterinary practices*. Animal Feed Science and Technology, 269, 114676. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114676>