https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-3(23)-47

BY 4.0
Check for updates

ҒТАХР: 62.09.37

Ж.Д. Асқар, Ш.А. Абжанова, Ә.У. Байбекова, Н.С. Төкен, А.Н. Құрманәлі*
Алматы технологиялық университеті,
050012, Қазақстан Республикасы, Алматы, Төле би к-сі, 100
*e-mail: aktoty.kurmanali@mail.ru

ШЫРҒАНАҚ ЖЕМІСТЕРІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ЭКСТРАКЦИЯ АРҚЫЛЫ БӨЛІП АЛУ ӘДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа: *Мақалада Іле Алатауының (Қазақстан) тау бөктерінде өсетін шырғанақ (Hippophae L.) жемістерінің жабайы түрінен ультрадыбыстық экстракция арқылы сығынды алу жағдайлары қарастырылды. Экологиялық-географиялық шығу тегіне, сорттарына байланысты шырғанақ жидектері биохимиялық құрамымен айтарлықтай ерекшеленеді. Қазақстан аумағында өсетін шырғанақтың жабайы және мәдени жемістері құрамы жағынан бай және қол жетімді өсімдік шикізатты ретінде аса бағаланады. Шырғанақ жемістерінің құрамында аскорбин қышқылы, токоферолдар, каротиноидтар, флавоноидтар, органикалық қышқылдар, полиқанықпаған май қышқылдары, таниндер және полисахаридтер бар. Зерттеуде шикізат пен еріткіш 1:5 және 1:10 қатынасында 30%, 50% және 70% болатын этанол концентрациясында алынған алты үлгіге салыстырмалы бағалау жүргізілді. Құрғақ заттардың шығымы гравиметриялық әдіспен анықталды. Сығынды құрамындағы полифенолдардың мөлшерін Фолин-Чокальтеу реактиві есебінде спектофотометрлік әдіспен жасалды және галл қышқылының эквивалентімен есептелді. Сығындылардың антиоксиданттық белсенділігі FRAP және DPPH әдістерімен анықталды. Зерттеу нәтижелері ультрадыбыстық экстракция тиімділігі шикізат пен еріткіш қатынасына айтарлықтай тәуелді екенін көрсетті. Құрғақ заттардың ең жоғары шығымы 1:10 шикізат пен еріткіш қатынасында 70% этанолды қолданғанда байқалды, ал жалпы полифенолдар мен антиоксиданттық белсенділіктің ең жоғары мәндеріне 1:5 шикізат пен еріткіш қатынасында 70% этанолды қолданғанда қол жеткізілді. Алынған ғылыми деректер шырғанақ жемісі негізіндегі табиғи антиоксидант пен функционалдық өнімдерді өндірудің өнеркәсіптік технологияларын жасауға практикалық негіз бола алады.*

Түйін сөздер: *шырғанақ жемісі, ультрадыбыстық экстракциясы, полифенолдар, антиоксиданттық белсенділік, сығынды.*

Кіріспе

Қазіргі уақытта өсімдік шикізатының биологиялық белсенді компоненттерін және олардың адам денсаулығын нығайтуды қамтамасыз ететін ағзаға әсерін зерттеуге көп көңіл бөлінеді. Жеміс-жидек өнімдерін қолдану саласы дәрумендер, минералды заттар және полиқанықпаған май қышқылдарының ағза үшін маңызы туралы білімнің артуына, сондай-ақ оларды өңдеу кезінде биологиялық құнды компоненттердің сақталуын қамтамасыз ететін технологияларға қызығушылықтың өсуіне байланысты қарқынды дамып келеді. Жидектердің құрамындағы қоректік заттардың тұтынуды арттыру үшін, шырғанақ жемісінен құрамы бай сығынды алу өзекті болып саналады [1].

Шырғанақ *(Hippophae L.)* − қысқа сабақты, сары жемістері бар тармақталған тікенді бұта. Қазақстан жерінде шырғанақ жемісінің жабай және мәдени түрлері кездеседі. Бұта түрінде шырғанақ екі метрге дейін, ағаш түрінде 3,5 метрге дейін өседі. Ылғал сүйгіш, қысқа төзімді, жеміс беру ұзақтығы 15 жылға дейін, шамамен бір бұтаға 10 кг дейін өнім бере алады [2]. Көптеген әдеби дереккөздерде шырғанақ жемістері үйлесімді пайдалы элементтер (темір, каротин, В, С, Е дәрумендері, фолий қышқылы, антиоксиданттық қосылыстар, липидтер, фенолдық қосылыстар) жиынтығы бар екені айтылған. Шырғанақ жемістерін ежелден тағамдық және емдік өсімдік ретінде қолданылған. Ғалымдардың зерттеулерінде шырғанақ жемістері мен өсімдік бөліктері де жүйелі түрде антиоксидантты, қабынуға қарсы ісікке қарсы, күйзеліске қарсы, тромбоздың алдын алатын, иммундық жүйені нығайтатын, антимикробтық қасиеттері бар екені айтылған [3]. Бұл шырғанақ жемісінен алынған сығындылардың әртүрлі

©Ж.Д. Асқар, Ш.А. Абжанова, Ә.У. Байбекова, Н.С. Төкен, А.Н. Құрманәлі, 2026

тіндердің зақымдануы мен сырқатына, асқазан ішек жолдарының, бауыр мен бүйрек ауруларын еміне шипасы бар екенін көрсетеді. Жемістердің пайдалы құрамын бұзбай олардың сақталуын қамтамассыз ету арқылы оңтайлы экстракция жағдайын таңдау негізгі мәселе болып табылады [4].

Зерттеудің мақсаты – Іле Алатауында өсетін шырғанақ өсімдігінің жабайы түрлерінен ультрадыбыстық экстракция арқылы биологиялық белсенді заттарды бөліп алудың оңтайлы әдісін зерттеу. Сығындылардың құрамындағы жалпы полифенолдардың мөлшерін және антиоксиданттық қасиетін анықтау.

Зерттеу әдістері. Іле Алатауында (Қазақстан) өсетін шырғанақтың жабайы жемістері 2025 жылдың қыркүйек айында экологиялық таза аймақтан теріп алынды. Жиналған жемістер бөгде қоспалардан зертханалық жағдайда тазартылды. Жуылған жемістерді кептіргіш шкафта 50°C температурада 24 сағат бойы кептірілді. Кепкен жемістер ЛЗМ-1 зертханалық диірменінде ұсақталып, шамамен 200-400 мкм бөлшек өлшеміне дейін жеткізіліп, негізгі шикізат ретінде пайдаланылды. Экстракция үшін 30, 50 және 70 % (көлемдік үлесі бойынша) сулы этанол ерітінділері пайдаланылды. Шикізат пен экстрагенттің қатынасы 1:5 және 1:10 болды. Ультрадыбыстық экстракция әдісі үшін генератор жиілігі 35 кГц және қуаты 150 Вт болатын ТТС «Сапфир» құрылғысы қолданылды. Экстракция үрдісі 50°C температурада, 30 минут аралықта жүргізілді. Экстракция үрдісінен кейін алынған қоспаны бөлу үшін РЕ-6900 маркалы зертханалық центрифугасы қолданылды (центрифугалау 5000 айн/мин жылдамдықта, 10 минут бойы, 20°C температурада жүргізілді). Центрифугалаудан кейін сұйық фаза қатты тұнбадан бөлініп алынды. Алынған сұйықтықтан артық этанол IKA RV 10 digital айналмалы буландырғышында (50°C, 200 мбар, 45-60 мин) буландырып шығарылды. Нәтижесінде концентрлі қою сығынды алынды.

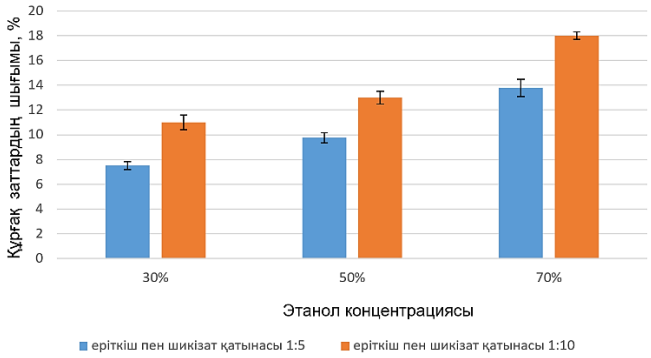
Құрғақ заттардың шығымын анықтау үшін қою сығындының аликвотасы алынып, гравиметриялық әдіспен МЕМСТ Р 51437-99 стандартына сәйкес тұрақты массаға дейін кептірілді. Құрғақ заттардың мөлшері массаның айырмасы бойынша есептелді [5]. Полифенолды қосылыстар Фолин–Чокальтеу реактивін қолдана отырып, спектрофотометриялық әдіспен анықталды. Калибрлеу графигін құру үшін гал қышқылының бастапқы сулы ерітіндісі (200 мг/1000 мл) дистилденген сумен әртүрлі концентрацияларға дейін сұйылтылды. Талдау барысында стандартты ерітіндіге 4,00 мл дистилденген су, 0,25 мл Фолин-Чокальтеу реактиві және 0,25 мл натрий карбонатының қаныққан сулы ерітіндісі қосылды. Нәтижелер галл қышқылының эквиваленті (мг ГҚЭ/г) түрінде көрсетілді [6]. Әрбір тәжірибе үш қайталауда орындалды.

Сығынды құрамындағы антиоксиданттық белсенділік DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) радикалын тежеу әдісімен анықталды. Зерттелетін үлгінің аликвоталары (0,05; 0,10; 0,40; 0,80; 1,00 және 2,00 мл) 100 мл дистилденген суда дайындалды. Әрбір ерітіндінің 0,2 мл көлемі 2,0 мл DPPH ерітіндісіне қосылып, 20°C температурада қараңғы жерде 30 минут бойы ұсталды. Кейін 517 нм толқын ұзындығында оптикалық тығыздығы өлшенді. Антирадикалдық белсенділік IC_{50} (50 % бос радикалды бейтараптандыратын концентрация, мг/мл) түрінде көрсетілді. Барлық тәжірибелер үш мәрте қайталанып жүргізілді [7, 8].

Салыстырмалы антиоксиданттық белсенділік FRAP әдісімен анықталды. Талдау үшін 300 mM ацетат буферінен (pH 3,6), 10 mM TPTZ ерітіндісінен және 20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ерітіндісінен 10:1:1 көлемдік қатынаста дайындалған FRAP реактиві пайдаланылды. Реактив 37 °C температурада 10 минут инкубацияланды. Зерттелетін үлгінің 0,1 мл көлеміне 3,0 мл дистилденген су және 1,0 мл FRAP реактиві қосылды. Қоспа 37 °C температурада 4 минут ұсталғаннан кейін, оптикалық тығыздығы 593 нм толқын ұзындығында өлшенді. Trolox стандартты ерітінділерінің 0-1,0 mM концентрациялар диапазонында калибрлеу қисығы құрылып, зерттелетін үлгілердің антиоксиданттық белсенділігі осы калибрлеу қисығының сызықтық регрессия теңдеуі бойынша есептелді. Нәтижелер mM Trolox эквиваленті (mM TE) түрінде көрсетілді [9,10]. Әрбір тәжірибе үш қайталауда орындалды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау. Экстракцияның әртүрлі жағдайларында құрғақ заттардың шығуын анықтау нәтижелері 1-суретте көрсетілген. Этанол концентрациясының жоғарылауы экстракция тиімділігін арттырып, құрғақ заттардың шығуы ұлғайғанын көрсетті. Ең жоғарғы көрсеткіш 70 % этанол концентрациясы және 1:10 шикізат пен еріткіш қатынасында байқалды. Төменгі көрсеткіш 30% этанол концентрациясы және 1:5

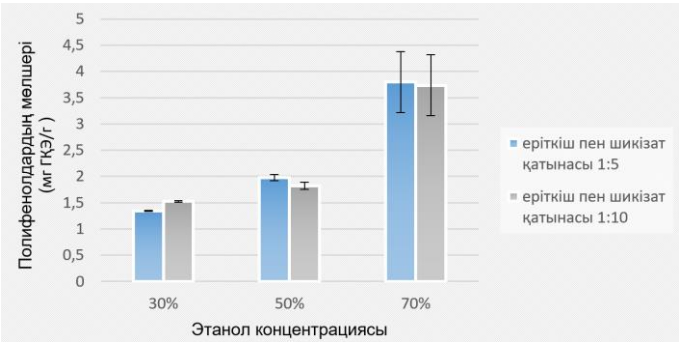
шикізат пен еріткіш қатынасында байқалды. Еріткіш пен шикізаттың арақатынасы ұлғайған сайын шикізат пен еріткіш арасындағы заттардың тасымалдану қарқындылығы артады.



Сурет 1 – Этанол концентрациялары мен шикізат пен еріткіш қатынастарына байланысты экстракция шығымы

Нәтижесінде биологиялық белсенді қосылыстардың жасуша құрылымынан ерітіндіге өтіп, экстракция шығымы ұлғаяды. 1:10 қатынасында байқалған жоғары көрсеткіштер осы заңдылықпен түсіндіріледі [9]. Өнеркәсіптік жағдайда еріткіш мөлшерін арттыру экстракция шығымының пропорционалды өсуіне әрдайым әкелмейді. Еріткішті буландыру, тазарту және қайта қалпына келтіру процестеріне жұмсалатын энергия шығындарын ескергенде, 1:5 қатынасы технологиялық және экономикалық тұрғыдан неғұрлым тиімді нұсқа болып табылады.

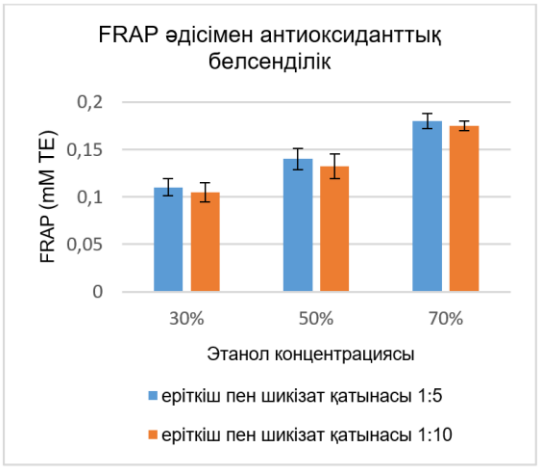
2 – суретте көрсетілгендей, полифенолдардың мөлшері де этанол концентрациясына байланысты. 70%-дық этанолды қолдану кезінде және шикізат пен экстрагент қатынасы 1:5 болған жағдайда жалпы полифенолдардың жоғары мөлшері – 3,800 ± 0,580 мг ГҚЭ/г құрады. Бұл көрсеткіш 30%-дық этанолмен алынған үлгідегі мәннен шамамен 2,8 есе жоғары болды. Талдау нәтижелерінде екі қатынаста да (1:5 және 1:10) 70%-дық этанол жоғары нәтижелерді байқалды. Фенолдық қосылыстарды бөліп алу үшін құрамында 70% сулы этанол оңтайлы еріткіштер ретінде қарастырылып, өсімдік жасушаларынан тиімді бөлініп шығуына ықпал етеді [11].



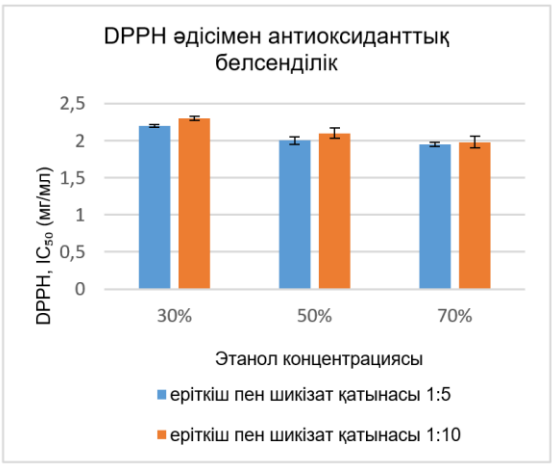
Сурет 2 – Сығындының құрамындағы полифенолдардың мөлшері

Сығынды құрамындағы антиоксиданттық белсенділікті анықтау үшін FRAP әдісі және DPPH әдісі жүргізілді. 3 – суретте FRAP әдісі бойынша алынған үлгілердің мөлшері көрсетілген. FRAP әдісі бойынша жоғары антиоксиданттық белсенділік 70%-дық этанол концентрациясында және 1:5 шикізат пен еріткіш қатынасында анықталды. Бұл үлгіде көрсеткіш 0,180 ± 0,008 mM TE құрайды, яғни 30% – дық этанол концентрациясымен салыстырғанда шамамен 1,6 есе жоғары мән көрсетті. 4 – суретте DPPH әдісі бойынша анықталған антирадикалдық белсенділік нәтижелері IC_{50} (мг/мл) көрсетілген. Төмен IC_{50} мәні 70% -дық этанолдың концентрациясында және 1:5 шикізат пен еріткіш қатынасында анықталып, 1,95 ± 0,03 мг/мл құрады. Этанол концентрациясының артуымен IC_{50} мәні төмендеп, антирадикалдық белсенділік жоғарылағаны байқалды. Екі әдіс бойынша да 70% -дық этанолдың концентрациясында 1:5 шикізат пен еріткіш қатынасында жоғары

антиоксиданттық белсенділік байқалды. FRAP әдісі антиоксиданттардың Fe^{3+} иондарын Fe^{2+} иондарына дейін тотықсыздандыру қабілетін сипаттайды, ал DPPH әдісі бос радикалдарды бейтараптандыру қабілетін бағалайды [12].



Сурет 3 − Сығынды құрамындағы FRAP әдісімен анықталған антиоксиданттық белсенділік мәні



Сурет 4 – Сығынды құрамындағы DPPH әдісімен анықталған антиоксиданттық белсенділік мәні

Қорытынды. 70%-дық этанол зерттелген көрсеткіштер бойынша тиімді экстрагент болды. Құрғақ заттардың ең жоғары шығымы 1:10 қатынасында байқалды және 18,0 ± 0,3% құрады, алайда жалпы полифенолдар мөлшері (3,80 ± 0,58 мг ГҚЭ/г) мен антиоксиданттық белсенділік (FRAP әдісі бойынша 0,180 ± 0,008 mM TE) жоғары мәндерге 1:5 қатынасында анықталды. DPPH әдісі бойынша төмен IC_{50} мәні 1,95 ± 0,03 мг/мл болды, бұл 70%-дық этанолмен 1:5 қатынасында алынған сығындының ең жоғары антирадикалдық белсенділікке ие екенін көрсетті. Өнеркәсіптік қолдану кезінде еріткіш шығынын азайту және жоғары биологиялық белсенділікті қамтамасыз ету мақсатында 70% этанол және 1:5 шикізат пен еріткіш қатынасы оңтайлы технологиялық параметр ретінде ұсынылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Облепиха крушиновидная (Hippophae Rhamnoides L.) – Источник биоактивных веществ / А.Б. Хасенова и др. // Вестник Алматинского технологического университета. – 2020. – № 1. – P. 82-88.
2. Ершова И.В. Содержание биологически активных фенольных соединений в плодах облепихи (Hippophaë rhamnoides L.) в условиях юга Западной Сибири / И.В. Ершова // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2025. – № 3. – С. 98-109.
3. Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides L.) berries / R. Guo et al // Food Chemistry. – 2017. – Vol. 221. – P. 997-1003. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.063.
4. Optimization of ultrasound-assisted enzymatic extraction of flavonoids from sea buckthorn pomace (Hippophae rhamnoides L.): chemical composition and biological activity / W. Suo et al // Foods. – 2025. – Vol. 14(10). – P. 1656. https://doi.org/10.3390/foods14101656.
5. ГОСТ Р 51437-99. Соки фруктовые и овощные. Гравиметрический метод определения массовой доли общих сухих веществ по убыли массы при высушивании. – М.: Стандартинформ, 2018.
6. Нилова Л.П. Антиоксидантные комплексы облепихи крушиновидной (Hippophaë rhamnoides L.) северо-запада России / Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова // Вестник ВГУИТ (Proceedings of VSUET). – 2021. – Т. 83, № 1. – С. 108-114. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-108-114.
7. Применение ультразвуковой экстракции для выделения флавоноидов из листьев облепихи крушиновидной / Н. Каловава и др. // Биофармацевтический журнал. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 13-19. https://doi.org/10.30906/2073-8099-2024-16-1-13-19.

8. Phenolic compounds, antioxidant activity, antiproliferative activity and bioaccessibility of sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides L.) berries as affected by in vitro digestion / R. Guo et al // Food & Function. – 2017. – Vol. 8, № 11. – P. 4229-4240. https://doi.org/10.1039/c7fo00917h.
9. Еремеева Н.Б. Изучение содержания антиоксидантов и их активности в концентрированных экстрактах из ягод клюквы (Vaccinium oxycoccos), облепихи (Hippophae rhamnoides L.), ежевики (Rubus fruticosus), калины (Viburnum opulus L.) и рябины (Sorbus aucuparia L.) / Н.Б. Еремеева, Н.В. Макарова // Химия растительного сырья. – 2021. – № 4. – С. 157-164. https://doi.org/10.14258/jcprm.2021049365.
10. Ultrasound assisted extraction of food and natural products: Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications / F. Chemat et al // Ultrasonics Sonochemistry. – 2017. – Vol. 34. – P. 540-560. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035.
11. Optimizing the Solvent Selection of the Ultrasound-Assisted Extraction of Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) Pomace: Phenolic Profiles and Antioxidant Activity / D. Wu et al // Foods. – 2024. – Vol. 13, № 3. – Art. 482. https://doi.org/10.3390/foods13030482.
12. Health promoting properties and sensory characteristics of phytochemicals in berries and leaves of sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides) / X. Ma et al // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2022. – Vol. 62, № 14. – P. 3798-3816. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1869921.

References

1. Oblepikha krushinovidnaya (Hippophae Rhamnoides L.) – Istochnik bioaktivnykh veshchestv / A.B. Khasenova i dr. // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2020. – № 1. – R. 82-88. (In Russian).
2. Ershova I.V. Soderzhanie biologicheski aktivnykh fenol'nykh soedinenii v plodakh oblepikhi (Hippophaë rhamnoides L.) v usloviyakh yuga Zapadnoi Sibiri / I.V. Ershova // Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture. 2025. – № 3. – S. 98-109. (in Russian).
3. Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides L.) berries / R. Guo et al // Food Chemistry. – 2017. – Vol. 221. – P. 997-1003. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.063. (in English).
4. Optimization of ultrasound-assisted enzymatic extraction of flavonoids from sea buckthorn pomace (Hippophae rhamnoides L.): chemical composition and biological activity / W. Suo et al // Foods. – 2025. – Vol. 14(10). – P. 1656. https://doi.org/10.3390/foods14101656. (in English).
5. GOST R 51437-99. Soki fruktovye i ovoshchnye. Gravimetricheskii metod opredeleniya massovoi doli obshchikh sukhikh veshchestv po ubyli massy pri vysushivanii. – M.: Standartinform, 2018. (in Russian).
6. Nilova L.P. Antioksidantnye kompleksy oblepikhi krushinovidnoi (Hippophaë rhamnoides L.) severo-zapada Rossii / L.P. Nilova, S.M. Malyutenkova // Vestnik VGUIT (Proceedings of VSUET). – 2021. – T. 83, № 1. – S. 108-114. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-108-114. (in Russian).
7. Primenenie ul'trazvukovoi ehkstraktsii dlya vydeleniya flavonoidov iz list'ev oblepikhi krushinovidnoi / N. Kalovava i dr. // Biofarmatsevticheskii zhurnal. – 2024. – T. 16, № 1. – S. 13-19. https://doi.org/10.30906/2073-8099-2024-16-1-13-19. (in Russian).
8. Phenolic compounds, antioxidant activity, antiproliferative activity and bioaccessibility of sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides L.) berries as affected by in vitro digestion / R. Guo et al // Food & Function. – 2017. – Vol. 8, № 11. – P. 4229-4240. https://doi.org/10.1039/c7fo00917h. (in English).
9. Eremeeva N.B. Izuchenie soderzhaniya antioksidantov i ikh aktivnosti v kontsentrirovannykh ehkstraktakh iz yagod klyukvy (Vaccinium oxycoccos), oblepikhi (Hippophae rhamnoides L.), ezheviki (Rubus fruticosus), kaliny (Viburnum opulus L.) i ryabiny (Sorbus aucuparia L.) / N.B. Eremeeva, N.V. Makarova // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2021. – № 4. – S. 157-164. https://doi.org/10.14258/jcprm.2021049365. (in Russian).
10. Ultrasound assisted extraction of food and natural products: Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications / F. Chemat et al // Ultrasonics Sonochemistry. – 2017. – Vol. 34. – P. 540-560. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035. (in English).
11. Optimizing the Solvent Selection of the Ultrasound-Assisted Extraction of Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) Pomace: Phenolic Profiles and Antioxidant Activity / D. Wu et al // Foods. – 2024. – Vol. 13, № 3. – Art. 482. https://doi.org/10.3390/foods13030482. (in English).

12. Health promoting properties and sensory characteristics of phytochemicals in berries and leaves of sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides) / X. Ma et al // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2022. – Vol. 62, № 14. – P. 3798-3816. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1869921. (in English).

Ж.Д. Аскар, Ш.А. Абжанова, А.У. Байбекова, Н.С. Токен, А.Н. Курманали*
Алматинский технологический университет,
050012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100
*e-mail: aktoty.kurmanali@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ВЫДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭКСТРАКЦИИ

В статье рассмотрены условия получения экстрактов из дикорастущих плодов облепихи (Hippophae L.), произрастающей в предгорьях Заилийского Алатау (Казахстан), с использованием ультразвуковой экстракции. В зависимости от эколого-географического происхождения и сортовых особенностей ягоды облепихи существенно различаются по биохимическому составу. Дикорастущие и культурные формы облепихи, произрастающие на территории Казахстана, высоко ценятся как богатое и доступное растительное сырьё. Плоды облепихи содержат аскорбиновую кислоту, токоферолы, каротиноиды, флавоноиды, органические кислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, дубильные вещества и полисахариды.

В исследовании проведено сравнительное изучение шести образцов, полученных при соотношении сырья и растворителя 1:5 и 1:10, а также при концентрации этанола 30%, 50% и 70%. Выход сухих веществ определяли гравиметрическим методом. Содержание полифенолов в экстрактах определяли спектрофотометрическим методом с реактивом Фолина-Чокальтеу и выражали в эквивалентах галловой кислоты. Антиоксидантная активность экстрактов оценивалась методами FRAP и DPPH. Результаты исследования показали, что эффективность ультразвуковой экстракции существенно зависит от соотношения сырья и растворителя. Установлено, что наивысший выход сухих веществ достигается при соотношении сырья и растворителя 1:10 с использованием 70% этанола, тогда как максимальное содержание полифенолов и антиоксидантная активность достигаются при соотношении сырья и растворителя 1:5 с использованием 70% этанола. Полученные данные могут служить практической основой для разработки промышленных технологий производства натуральных антиоксидантов и функциональных продуктов на основе плодов облепихи.

Ключевые слова: *облепиха, ультразвуковая экстракция, полифенолы, антиоксидантная активность, экстракт.*

Zh.D. Askar, Sh.A. Abzhanova, A.U. Baybekova, N.S. Token, A.N. Kurmanali*
Almaty Technological University,
100 Tole bi Street, 050012, Almaty, Republic of Kazakhstan
*e-mail: aktoty.kurmanali@mail.ru

OPTIMIZATION OF THE METHOD OF ISOLATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM SEA BUCKTHORN FRUITS BY ULTRASONIC EXTRACTION

The article examines the conditions for obtaining extracts from wild-growing sea buckthorn fruits (Hippophae L.) collected in the foothills of the Ile Alatau (Kazakhstan) using ultrasound-assisted extraction. Depending on their eco-geographical origin and varietal characteristics, sea buckthorn berries significantly differ in their biochemical composition. Wild and cultivated forms of sea buckthorn growing in Kazakhstan are highly valued as a rich and accessible plant raw material. Sea buckthorn fruits contain ascorbic acid, tocopherols, carotenoids, flavonoids, organic acids, polyunsaturated fatty acids, tannins, and polysaccharides.

The study presents a comparative analysis of six samples obtained at solid-to-solvent ratios of 1:5 and 1:10, using ethanol concentrations of 30%, 50%, and 70%. The dry matter yield was determined by the gravimetric method. The total polyphenol content in the extracts was measured spectrophotometrically using the Folin-Ciocalteu reagent and expressed as gallic acid equivalents. The antioxidant activity of the extracts was evaluated using FRAP and DPPH methods.The results showed that the efficiency of ultrasound-assisted extraction is strongly dependent on the solid-to-solvent ratio. The highest dry matter yield was achieved at a 1:10 solid-to-solvent ratio using 70% ethanol, whereas the maximum polyphenol content and antioxidant activity were achieved at a 1:5 solid-to-solvent ratio using 70% ethanol. The obtained data can serve as a practical basis for developing industrial technologies for producing natural antioxidants and functional products based on sea buckthorn fruits.

Key words: *sea buckthorn, ultrasonic extraction, polyphenols, antioxidant activity, extract.*

Авторлар туралы мәліметтер

Жанель Досжанқызы Асқар – магистрант, Алматы технологиялық университеті, «Қолданбалы биотехнология» кафедрасы, Алматы, Қазақстан; e-mail: zhishchanova@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3266-1486.

Шолпан Аманкелдыкызы Абжанова – техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Алматы технологиялық университеті, Қолданбалы биотехнология кафедрасы, Алматы, Қазақстан; e-mail: sholpan-ab@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3209-6855.

Әйгерім Уакитқызы Байбекова – магистр, Алматы технологиялық университеті, Қолданбалы биотехнология кафедрасы, Алматы, Қазақстан; e-mail: aiko_1995kz@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4070-5844.

Нұргүл Сәкенқызы Төкен – 1 курс докторанты, Алматы технологиялық университеті, «Қолданбалы биотехнология» кафедрасы, Алматы, Қазақстан; e-mail: nurgul_token@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-5587-591X.

Ақтоты Нұрданқызы Құрманәлі* – 2 курс докторанты, ассистент, Алматы технологиялық университеті, Қолданбалы биотехнология кафедрасы, Алматы, Қазақстан; e-mail: aktoty.kurmanali@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-8118-1321.

Сведения об авторах

Жанель Досжанкызы Аскар – магистрант, кафедра «Прикладная биотехнология», Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан; e-mail:zhishchanova@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3266-1486.

Шолпан Аманкелдыкызы Абжанова – кандидат технических наук, профессор кафедры «Прикладная биотехнология», Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан; e-mail:sholpan-ab@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3209-6855.

Айгерим Уакиткызы Байбекова – магистр, кафедра «Прикладная биотехнология», Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан; e-mail: aiko_1995kz@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4070-5844.

Нургуль Сакенкызы Токен – докторант 1 курса, кафедра «Прикладная биотехнология», Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан; e-mail: nurgul_token@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-5587-591X.

Актоты Нурданкызы Курманали* – докторант 2 курса, ассистент кафедры «Прикладная биотехнология», Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан; e-mail: aktoty.kurmanali@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-8118-1321.

Information about the authors

Zhanel Doszhanqyzy Askar – 1st year master's student, Almaty Technological University, Department of Applied Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; e-mail: zhishchanova@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3266-1486.

Sholpan Amankeldikyzy Abzhanova – Candidate of Technical Sciences, Professor, Almaty Technological University, Department of Applied Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; e-mail:sholpan-ab@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3209-6855.

Aigerim Uakitkyzy Baibekova – Master's degree, Almaty Technological University, Department of Applied Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; e-mail:aiko_1995kz@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4070-5844.

Nurgul Sakenkyzy Token – doctoral student, Almaty Technological University, Department of Applied Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; e-mail:nurgul_token@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-5587-591X.

Aktoty Nurdankyzy Kurmanali* – doctoral student, assistant, Almaty Technological University, Department of Applied Biotechnology, Almaty, Kazakhstan; e-mail:aktoty.kurmanali@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-8118-1321.

Редакцияға енуі 02.06.2026
Өңдеуден кейін түсуі 29.06.2026
Жариялауға қабылданды 30.06.2026