

Сведения об авторах

Альбина Канатовна Абдрасилова* – докторант, младший научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы, email: albina06.07@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9560-6464.

Гулзира Кажмуратовна Василина – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы, email: gulzira.vasilina@kaznu.edu.kz. ORCID: 0000-0002-5407-6751.

Камилла Манапқызы Абдильдина – PhD, научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы, email: kamilla.u.m21@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0474-5240.

Фатима Мухидиновна Канапиева – ведущий научный сотрудник, Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, Алматы, email: fatima31@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9829-3117.

Received 08.12.2023

Revised 24.12.2023

Accepted 10.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-45

МРНТИ: 31.23.15, 31.23.17, 31.23.21



Г.Е. Берганаева^{1*}, М.А. Дюсебаева¹, А.Е. Берганаева², С.А. Сыдыкбаева³

¹эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., эл-Фараби даңғылы, 71

²«Инфекцияға қарсы препараттар ғылыми орталығы» АҚ,

050060, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., эл-Фараби даңғылы, 75А

³І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті,

040009, Қазақстан Республикасы, Талдықорған қ., І.Жансүгіров көш., 187А

*e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru

ЗАҚЫМДАНҒАН «КАНАДСКАЯ» СҰРЫПТЫ БИДАЙ ТҰҚЫМЫНАН АЛЫНҒАН СО₂-СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ САРАПТАМАСЫ

Аңдатпа: Бұл мақалада «Канадская» сортының тұтас және өнген (зақымданған) бидай тұқымына сапалық және сандық талдау нәтижелері келтірілген. Өнген (зақымданған) бидай дәнінен жоғарыкритикалық флюидті СО₂-экстракциясы арқылы сығынды алынды. Фитохимиялық талдау нәтижесі бойынша СО₂-сығындының құрамында көмірсулар, аминқышқылдар, флавоноидтар, май қышқылдары айқындалды. Газды хроматография әдісі арқылы сығындыда 14 май қышқылы бар екені анықталды, оның басым бөлігі метил миристат (42,57%), метил деканоат (25,85%), цис-10-пентадекен қышқылының метил эфирі (16,80%) және метил палмитат (7,35%) құрады. «Уралосибирская 2» бидай таза тұтас дәнінен алынған СО₂-сығындысымен салыстырғанда зақымдаған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған сығындыда айтарлықтай айырмашылық байқалмады. Тек метил лаурат мөлшері 4 есе, метил стеарат – 12 есе, цис-10-гептадецен қышқылының метил эфирі – 3 есе аз болды. Керісінше, зақымдаған бидайдан алынған СО₂-сығындысында метил деканоат мөлшері 4,48 %-ға, ал цис-10-пентадецен қышқылының метил эфирі – 14,52%-ға жоғары болды. Сонымен қатар, осы сығындыда «Уралосибирская 2» бидай таза тұтас дәнінен алынған СО₂-сығындысында болмаған метил ундеканат, метил пальмитат, метил бегенат қаныққан май қышқылдары анықталды. Тағы ескеретін жайт, зақымданған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған СО₂-экстракта қанықпаған май қышқылдарының өкілдері идентификацияланды. Жалпы олардың үлесі 19,7% құрады. Капиллярлы электрофорез нәтижелері бойынша В тобындағы дәрумендер ішінен тиаминнің (В1 дәруменінің) үлесі жоғары болды және $0,13 \pm 0,03$ мг/100 г құрады, алайда оның бидай тұқымында болатын

қалыпты мөлшерімен салыстырғанда бұл көрсеткіш 3 (үш) есе төмен болды. Сығындыда аминқышқылдардың да үлесі өте төмен болды, олардың арасында алмастырылмайтын амин қышқылы – фенилаланиннің мөлшері сәл басымырақ болып, 0,098% құрады. Жоғарыэффektivті сұйықты хроматография арқылы майда еритін дәрумендердің ішінен токоферолдың (Е дәруменнің) мөлшері анықталды (0,72 мг/100 г), ретинол (А дәрумені) CO_2 -сығындыда жоқ болып шықты.

Түйін сөздер: тұтас бидай дәні; өнген (бұзылған) бидай дәні; биологиялық белсенді заттар; биологиялық белсенді заттар; бидайдың ББЗ; жоғарыкритикалық флюидті CO_2 -экстракциясы; CO_2 -экстракт; газды хроматография; дәрумендер; майда еритін дәрумендер, капиллярлы электрофорез.

Кіріспе

Бидай – әлемдегі ең көп таралған дәнді-дақыл. Әр түрлі себептердің есебінен (климаттық жағдайдың күрт өзгеруі, астың сақтау шарттарының сақталмауы, уақтылы жиналмауы) көптеген дәнді дақылдардың өнімінде айтарлықтай шығындар пайда болады. Көбіне зиянкестермен зақымдалған және ауру жұқтырған дақылдарды лақтыруға тура келеді. Өсімдіктің осы түрін қайта өңдеу және қайта қолдану мүмкіндігі – өте өзекті мәселе болып табылады.

Жұмыстың мақсаты: екінші реттік өсімдік материалдарынан жоғарыкритикалық флюидты CO_2 экстракциялау әдісі арқылы сығындыны алып оған фитохимиялық сараптама жүргізу.

Өсімдік компоненттерін бөлудің бұл жаңа үнемді технологиясы көмірқышқыл газының критикалық мәннен жоғары температура мен қысымда флюид деп аталатын белгілі бір агрегаттық күйге айналу қабілетіне негізделген. Сонымен қатар, суперкритикалық флюидтың тығыздығы сұйықтықтың тығыздығынан аздап ерекшеленеді. Қасиеттердің мұндай үйлесімі экстрагент ретінде аса критикалық көмірқышқыл газын пайдалануды өте тартымды етеді. CO_2 сығындыларындағы биологиялық белсенді заттар жеңіл сіңетін формаларда – майда еритін күйде болады, сонымен қатар, олар өздерінің табиғи (тірі) түрінде және табиғи пропорцияларында сақталады. Биологиялық белсенді заттарды (петролей эфирі, бензол, гексан, изопропанол, трихлорэтилен және т.б.) бөлген кезде қолданылатын басқа дәстүрлі еріткіштермен салыстырғанда, аса критикалық көмірқышқыл газының бұлтартпас артықшылықтары: тұрақты, инертті, жанбайды, арзан және қолжетімді. Көміртек диоксидін пайдалану қоршаған орта үшін қауіпсіз, қысымды төмендету кезінде экстракция өнімдерінен оңай бөлінеді.

Зерттеу нысаны: Алматы облысы, Талғар ауданы ТОО «Байсерке-Агро» кәсіпорнынан 2020 жылдың қыркүйек айында алынған «Канадская» сұрыпты бидайдың бүтін және зақымданған дәндері (1-сурет).



а



б

Сурет 1 – Канадалық сұрыпты бидайдың тұтас (а) және зақымданған (б) дәндері

Жұмыстың зерттеу әдістері: жоғарыкритикалық CO_2 -экстракция, газды хроматография, ИҚС, капиллярлы электрофорез, жоғарыэффektivті сұйықты хроматография, қағазды хроматография.

«Канадалық» сұрыпты бидайдың бүтін және зақымданған астығына ауа-құрғақ күйінде және табиғи күйінде Швециялық «Infraact7500» инфрақызыл анализаторын қолдана отырып химиялық талдау жүргізілді. Бұл әдістің артықшылығы – талдау кезінде реактивтер мен еріткіштерді қажет етпейді [2].

Бидайдың зақымданған дәнінен (650 г) жоғарыкритикалық флюидті CO₂-экстракция әдісі арқылы сығынды алынды. Экстракцияны зертханалық СКФ-CO₂ (Thar 1000 F, АҚШ) экстракторында 180 бар қысымда, 40°C-та, қосалқы еріткіш ретінде 70%-ды этанол қолданылды, оны 10 г/мин жылдамдықпен жіберіп отырды. Нәтижесінде сұр түсті сығынды алынып, кейін роторлы буландырғыш арқылы концентрленді.

«Канадская» зақымданған бидай сұрыпынан алынған CO₂-экстракт құрамындағы ББЗ-ға сәйкес реагенттерді қолдана отырып қағазды хроматография арқылы фитохимиялық сараптама жасалынды.

Сандық сараптама АО «Алматы Технологиялық Университеті» «Азық-түлік өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін бағалау жөніндегі ғылыми зерттеу зертханасында» жүргізілді. Май қышқылдарының сандық сараптамасы газды хроматография арқылы MEMCT 30623-2018 талаптарына сәйкес «Кристаллюкс-4000М» хроматографында жүргізілді. Сараптама параметрлері: детектор температурасы 250°C; бұландырғыш температурасы 230°C; 1-ші капиллярлы колонкасының қысымы 2,8 атм; 2-ші капиллярлы колонкасының қысымы 1 атм; газ – тасымалдаушы – азот.

Аминқышқылдар және В тобындағы дәрумендердің мөлшері «Капель 105М» капиллярлы электрофорез аппараты арқылы М-04-38-2009 және М-04-41-2005 нормативтік құжаттарына сәйкес анықталды [3, 4]. А және Е дәрумендердің мөлшерін жоғарыэффektivті сұйықтық хроматография арқылы (ЖЭСХ) MEMCT Р 54635-2011, MEMCT EN 12822-2014 талаптарына сәйкес анықталды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Жұмыс барысында "Канадалық" сұрыпты бидайдың бүтін және зақымданған дәндердің химиялық құрамын салыстыру мақсатында талдау жүргізілді. Зерттеу нысаналардың ауа құрғақ күйіндегі химиялық талдауы "Мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ҚазҒЗИ" ЖШС-нің сынақ орталығында инфрақызыл анализаторды қолдана отырып іске асырылды. Алынған нәтижелер 1-2- кестелерде келтірілген.

Кесте 1 – «Канадалық» сұрыпты бидайдың шынайылығы, %мас

Үлгінің атауы	Бастапқы ылғалдылық	Гигроскопиялық ылғалдылық	Жалпы ылғалдылық	Құрғақ зат	Күлділік
Тұтас бидай дәні	7,16	2,84	9,80	90,20	2,10
Зақымданған бидай дәні	58,00	3,16	59,33	40,67	5,20

Жоғарыда келтірілген мәліметтерден көрініп тұрғанымыздай, өнген (зақымданған) дәннің ылғал мөлшері әлдеқайда жоғары және 58% құрайды. Бұл астық қоймасында астықты сақтау шарттарының бұзылуымен байланысты болуы мүмкін. Алынған нәтижелер бойынша ылғалдың жоғарылауы құрғақ қалдық құрамының 90,2%-дан 40,67%-ға дейін айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Тұтас және өнген астықтың күлділігі тиісінше 2,1 және 5,2%-ды құрады.

Кесте 2 – Канадалық бидай дәнінің құрғақ затының химиялық құрамы, %

Үлгінің атауы	Протеин	Майлар	Клетчатка	Азотсыз экстрактивті заттар	Крахмал
Тұтас бидай дәні	19,4	2,20	2,5	71,0	54,1
Зақымданған бидай дәні	26,4	2,8	7,0	55,4	39,3

2-кестеде келтірілген мәліметтер бойынша, зақымдалған (өніп шыққан) дәндегі протеин, май және клетчатка мөлшері тұтас астыққа қарағанда сәл жоғары болды. Мұны ылғалдылықтың жоғарылауымен тыныс алу қарқындылығы мен басқа метаболизм процестерін күрт арттыратын бос су пайда болуымен түсіндіруге болады. Бос судың әсерінен жасуша қабырғаларының өткізгіштігі жақсарады. Бұл эндоспермге астықтың резервтік ерімейтін заттарын еритін және оңай сіңетін ұрыққа айналдыратын ферменттердің енуіне қолайлы жағдай жасайды. Сонымен қатар, крахмал мөлшері, сәйкесінше, тұтас дәндерде 54,1%, ал зақымданған дәндерде – 39.3% құрады.

Кәзіргі уақытта жоғарыкритикалық флюидті СО₂-экстракция әдісі тиімді әдістердің бірі болып табылады. Әдіс бастапқы шикізаттан ондағы барлық пайдалы заттарды "жаппай" алуға мүмкіндік береді және оны кейіннен пайдалану және сақтау үшін мүмкіндігінше ыңғайлы етіп жасайды. Сонымен қатар, сығынды стерилді боп шығады, яғни экстракция кезінде аэробты және анаэробты микрофлорасы толық жойылады; саңырауқұлақтардың споралары мен мицелиясы да болмайды [5]. Осыған орай "Канадалық" сұрыпты бидайдың зақымданған дәнінен жоғарыкритикалық флюидті СО₂-экстракция арқылы сығынды алынды. Экстракцияны зертханалық СКФ-СО₂ (Thar 1000 F, АҚШ) экстракторында 180 бар қысымда, 40°C-та, қосалқы еріткіш ретінде 70%-ды этанол қолданылды, оны 10 г/мин жылдамдықпен жіберіп отырды.

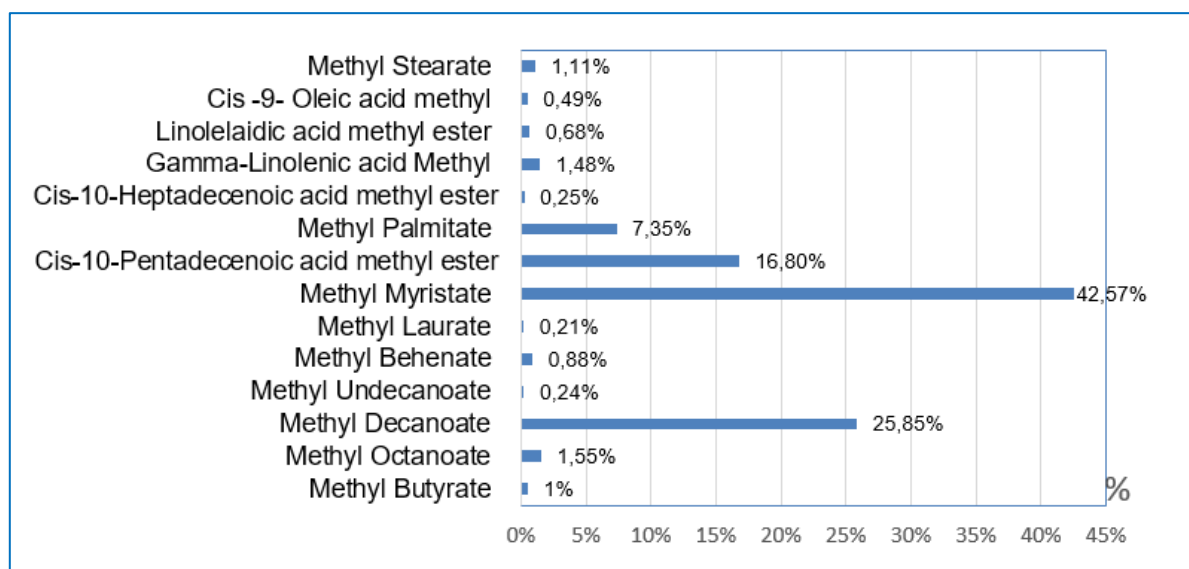
Сәйкес реагенттер қолдана отырып, СО₂-экстракт құрамындағы ББЗ-ға фитохимиялық сараптау жасалынды. Зерттеу нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3 – СО₂-экстракт құрамындағы ББЗ-ға фитохимиялық сараптама нәтижелері

Реагенттер	Анықталатын заттар	Зерттеу нәтижесі
Йод суы	Қанықпаған қышқылдар, крахмал	+
NaOH 10%	Антрахинон	-
AlCl ₃ (1%)	Флавоноидтар	+
ЖАК	Тері илегіш заттар	-
o-Толулдин	Альдозолар	+
Нингидрин	Амин қышқылдар	+
Резорцин	Амин қышқылдар	+
Аммиак суы	Флавоноидтар	+

Май қышқылдарының биологиялық рөлі маңызы зор екені бәрімізге мәлім. Олар адам ағзасы үшін энергия көзі болады, сондай-ақ, жасушалық мембраналарды құруға, гормондарды синтездеуге, дәрумендер мен микроэлементтерді тасымалдауға қатысады [6,7]. Экстракт құрымында май қышқылдарына сапалық және сандық сараптама газды хроматография әдісі арқылы жүргізілді. Алынған нәтижелер 1-суретте және 4-кестеде көрсетілген.

Алынған нәтижелер бойынша бұзылған бидай СО₂-сығындының құрамында 14 май қышқылы анықталды. Сонымен қатар, оның құрамында май қышқылдарының жалпы санына шаққанда *метил миристан* (42,57 %), *метил деканоат* (25,85 %), *цис-10-пентадекен қышқылының метил эфирі* (16,8 %), *метил палмитат* (7,35 %) сияқты май қышқылдарының мөлшері басым болып тұрғаны көрініп тұр. Кейінгі жұмыстарда салыстыру мақсатында «Уралосибирская 2» бидай таза (зақымданбаған) тұтас дәнінен СО₂-сығындысы алынған болатын [8]. Таза СО₂-сығындысында май қышқылдарының 9 түрі анықталған болатын (4-кесте).



Сурет 1 – Бұзылған бидай СО₂-экстракттың май қышқылдарының сандық сараптамасы (% мас)

4-кестеде берілген нәтижелерді салыстыратын болсақ, зақымдаған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған сығындыда айтарлықтай айырмашылық байқалмады. Тек метил лаурат мөлшері 4 есе, метил стеарат – 12 есе, цис-10-гептадецен қышқылының метил эфирі – 3 есе аз болды. Керісінше, зақымдаған бидайдан алынған CO₂-сығындысында метил деканоат мөлшері 4,48 %-ға, ал цис-10-пентадецен қышқылының метил эфирі – 14,52%-ға жоғары болды. Сонымен қатар, осы сығындыда «Уралосибирская 2» бидай тұтас дәнінен алынған CO₂-сығындысында болмаған *метил ундеканоат, метил пальмитат, метил бегенат* қаныққан май қышқылдары анықталды. Тағы ескеретін жайт, зақымданған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған CO₂-экстракта қанықпаған май қышқылдарының өкілдері идентификацияланды. Жалпы олардың үлесі 19,7% құрады.

Шетелдік ғалымдардың мәліметтеріне сүйенетін болсақ, мысалы Мысыр еліндегі Ұлттық ғылыми орталығынан алынған тұтас бидай ұрығының CO₂-экстрактысында басым бөлігі олеин қышқыл (41,69%), линол қышқылы (39,73%) және пальмитин қышқылы (18,0 %) құраған екен [9].

Кесте 4 – «Уралосибирская 2» және «Канадская» бидай сорттарының CO₂-сығындысының құрамындағы май қышқылдарының сандық мөлшері

Бидай сорты Компонент	Мөлшері, %мас	
	Уралосибирская 2	Канадская
Метил бутират	1,42	1,00
Метил октаноат	1,35	1,55
Метил деканоат	21,37	25,85
Метил ундеканоат	-	0,24
Метил лаурат	4,27	0,21
Метил тридеканоат	30,86	-
Метил миристит	24,47	42,57
Метил палмитат	-	7,35
Метил стеарат	13,27	1,11
Метил бегенат	-	0,88
Линолелаид қышқылының метил эфирі	-	0,68
Метил γ-линолен қышқылы	-	1,48
Метил цис-9-олеин қышқылы	-	0,49
Метилді эфир цис-10-пентадецен қышқылы	2,28	16,80
Метилді эфир цис-10-гептадецен қышқылы	0,72	0,25

Жұмыс барысында бұзылған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған CO₂-сығындыда В тобының дәрумендері және аминқышқылдық құрамы мен мөлшері анықталды. Сараптама капиллярлы электрофорез әдіс арқылы жүргізілді (5-кесте). Зерттеу нәтижелері бойынша CO₂-экстракт құрамында дәрумендер ішінен В1 дәруменінің үлесі едәуір жоғары болды, алайда оның қалыпты мөлшері тұтас бидайда 0,44 мг/100 болады екен [12], яғни мөлшері 3 есе азайған. Аминқышқылдардың да үлесі өте төмен болатынын байқаймыз, олардың арасында фенилаланиннің мөлшері сәл басымырақ болып, 0,098% құрады.

Кесте 5 – CO₂-экстрактың В тобындағы дәрумендер мен аминқышқылдық құрамы

В тобы дәрумендері	мг/100 г	Аминқышқылдар	%
В1 (тиаминхлорид)	0,13±0,03	аргинин	0,055±0,020
В2 (рибофлавин)	0,020±0,009	лизин	0,036±0,012
В6 (пиридоксин)	0,016±0,003	тирозин	0,057±0,017
В3 (пантотен қышқылы)	0,020±0,004	фенилаланин	0,098±0,030
В5(никотин қышқылы)	0,010±0,002	гистидин	0,046±0,023
Вс (фоль қышқылы)	0,011±0,002		

Сонымен қатар, CO₂-сығындысында жоғары эффективті сұйықтық хроматография арқылы майда еритін дәрумендерге сараптама жүргізілді. Экстракт құрамында Е дәруменінің мөлшері 0,72 мг/100 г құрады, А дәрумені жоқ болып шықты. Аталған дәрумендердің қалыпты мөлшері әдебиет бойынша токоферол – 10-15 мг/100 г, ал ретинол үшін 0,3 % (3 мкг) болады [12].

Қорытынды

Қорытындай келе, алғашқы рет «Канадская» сұрыпты бидайының зақымданған дәнінен жоғарыкритикалық флюидті CO₂ экстракция арқылы сығынды алынды. Алынған сығындыда ББЗ әлі де бар екені анықталды. Атап айтқанда, экстракт құрамында қаныққан және қанықпаған май қышқылдары, флавоноидтар, кейбір дәрумендер, аминқышқылдар айқындалды. Газды хроматография әдісі арқылы сығындыда 14 май қышқылдары айқындалды, оның басым бөлігі метил миристанат (42,57 %), метил деканоат (25,85 %), цис-10-пентадекен қышқылының метил эфирі (16,80 %) және метил палмитат (7,35 %) құрады. «Уралосибирская 2» бидай таза тұтас дәнінен алынған CO₂-сығындысымен салыстырғанда зақымдаған «Канадская» бидай сұрыпынан алынған сығындыда айтарлықтай айырмашылық байқалмады. Тек метил лаурат мөлшері 4 есе, метил стеарат – 12 есе, цис-10-гептадецен қышқылының метил эфирі – 3 есе аз болды. Керісінше, зақымдаған бидайдан алынған CO₂-экстрактысында метил деканоат мөлшері 4,48 %-ға, ал цис-10-пентадецен қышқылының метил эфирі – 14,52%-ға жоғары болды. Сонымен қатар, осы сығындыда «Уралосибирская 2» бидай таза тұтас дәнінен алынған CO₂-сығындысында болмаған метил ундеканат, метил пальмитат, метил бегенат қаныққан май қышқылдары және қанықпаған май қышқылдарының өкілдері анықталды. Қанықпаған май қышқылдарының жалпы үлесі 19,7% құрады. Капиллярлы электрофорез нәтижелері бойынша В тобындағы дәрумендер ішінен тиаминнің (В1 дәруменінің) үлесі жоғары болды және 0,13 ± 0,03 мг/100 г құрады, алайда оның бидай тұқымында болатын қалыпты мөлшерімен салыстырғанда бұл көрсеткіш 3 (үш) есе төмен болды. Сығындыда АҚ-дың да үлесі өте төмен болды. Жоғарыэффективті сұйықты хроматография нәтижелері бойынша Е дәруменінің мөлшері 0,72 мг/100 г құрады, ал А дәрумені CO₂-сығындыда жоқ болып шықты.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, бидайдың зақымданған дәнінен алынған CO₂-сығындыны қосымша басқа да ББЗ-мен байытып, оларды қайта пайдалануға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Ahangari H. et al. Supercritical fluid extraction of seed oils – A short review of current trends / H. Ahangari // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 111. – P. 249-260. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.066>.
2. Анализатор InfraXact (FOSS Electric, Швеция) [Электрон. ресурс]. – 2020. – URL: http://granat-e.ru/foss_infraXact.html.
3. М-04-38-2009 Методика измерения массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза "Капель 105М" [Электрон. ресурс]. https://www.nv-lab.ru/catalog_info.php?ID=2490.
4. М-04-41-2005 Методика измерения массовой доли свободных форм водорастворимых витаминов в пробах премиксов, витаминных добавок, концентратов и смесей методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза "Капель-105". [Электрон. ресурс]. <https://www.lumex.ru/catalog/capel-105105m.php>.
5. Dhara O. Supercritical carbon dioxide extraction of vegetable oils: Retrospective and prospects / O. Dhara, K.N.P. Rani, P.P. Chakrabarti // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2022. – Vol. 124. – №. 8. – С. 2200006. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202200006>.
6. Miyamoto J. Nutritional signaling via free fatty acid receptors / J. Miyamoto, S. Hasegawa, M. Kasubuchi and etc. // International journal of molecular sciences. – 2016. – Vol. 17. – №. 4. – P. 450. <https://doi.org/10.3390/ijms17040450>.
7. Briggs M.A. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk / M.A. Briggs, K.S. Petersen, P.M. Kris-Etherton // Healthcare. – MDPI, 2017. – Vol. 5. – №. 2. – P. 29. <https://doi.org/10.3390/healthcare5020029>.
8. Тоқбаева Н.Н. «Уралосибирская 2» бидай дәні сорттының химиялық құрамын зерттеу / Н.Н. Тоқбаева // «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» атты студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конф. матер. – Алматы қ.: 2022. Б. 34. <https://student.kaznu.kz/kz/Main/FileGet/?fileId=207492>.
9. Insights on traditional and modern oil extractions of wheat germ: Chemical and antimicrobial evaluation / M.M. Soltan and etc. // Int. J. Pharm. Tech. Res. – 2020. – Vol. 13. – P. 30-34. <http://dx.doi.org/10.20902/IJPTR.2019.130205>.

10. Калорийность. Пшеница мягкая, зерно. Химический состав и пищевая ценность. [Электрон. ресурс]. – 2020. – URL: https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/290.php.

References

1. Ahangari H. et al. Supercritical fluid extraction of seed oils – A short review of current trends / H. Ahangari // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 111. – P. 249-260. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.066>. (In English).
2. Analizator InfraXact (FOSS Electric, Shvetsiya) [Elektron. resurs]. – 2020. – URL: http://granat-e.ru/foss_infraxact.html. (In Russian).
3. M-04-38-2009 Metodika izmerenii massovoi doli aminokislot metodom kapillyarnogo ehlektroforeza s ispol'zovaniem sistemy kapillyarnogo ehlektroforeza "Kapel' 105M" [Elektron. resurs]. https://www.nv-lab.ru/catalog_info.php?ID=2490. (In Russian).
4. M-04-41-2005 Metodika izmerenii massovoi doli svobodnykh form vodorastvorimykh vitaminov v probakh premiksov, vitaminnykh dobavok, kontsentratsiy i smesei metodom kapillyarnogo ehlektroforeza s ispol'zovaniem sistemy kapillyarnogo ehlektroforeza "Kapel'-105". [Elektron. resurs]. <https://www.lumex.ru/catalog/capel-105105m.php>. (In Russian).
5. Dhara O. Supercritical carbon dioxide extraction of vegetable oils: Retrospective and prospects / O. Dhara, K.N.P. Rani, P.P. Chakrabarti // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2022. – Vol. 124. – №. 8. – S. 2200006. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202200006>. (In English).
6. Miyamoto J. Nutritional signaling via free fatty acid receptors / J. Miyamoto, S. Hasegawa, M. Kasubuchi and etc. // International journal of molecular sciences. – 2016. – Vol. 17. – №. 4. – P. 450. <https://doi.org/10.3390/ijms17040450>. (In English).
7. Briggs M.A. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk / M.A. Briggs, K.S. Petersen, P.M. Kris-Etherton // Healthcare. – MDPI, 2017. – Vol. 5. – №. 2. – P. 29. <https://doi.org/10.3390/healthcare5020029>. (In English).
8. Tokbaeva N.N. «Uralosibirskaya 2» bidai dani sorttynyn khimiyalyk kыramyn zertteu / N.N. Tokbaeva // «FARABI ALEMI» atty studentter men zhas galymdardyn khalykaralyk gыlymi konf. mater. – Almaty k.: 2022. B. 34. <https://student.kaznu.kz/kz/Main/FileGet/?fileId=207492>. (In Kazakh).
9. Insights on traditional and modern oil extractions of wheat germ: Chemical and antimicrobial evaluation / M.M. Soltan and etc. // Int. J. Pharm. Tech. Res. – 2020. – Vol. 13. – P. 30-34. <http://dx.doi.org/10.20902/IJPTR.2019.130205>. (In English).
10. Kaloriinost'. Pshenitsa myagkaya, zerno. Khimicheskii sostav i pishchevaya tsennost'. [Elektron. resurs]. – 2020. – URL: https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/290.php. (In Russian).

Г.Е. Берганаева^{1*}, М.А. Дюсебаева¹, А.Е. Берганаева², С.А. Сыдыкбаева³

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Аль-Фараби, 71

²АО «Научный центр противомикробных препаратов»,
050060, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Аль-Фараби, 75А

³Жетысуйский университет им. И. Жансугурова,
040009, Республика Казахстан, г. Талдыкорган, ул. Жансугурова, 187А

*e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СО₂-ЭКСТРАКТА ИЗ ПОВРЕЖДЕННЫХ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ СОРТА «КАНАДСКАЯ»

В данной статье представлены результаты качественного и количественного анализа цельных и проросших (поврежденных) семян пшеницы сорта «Канадская». Из проросшего (поврежденного) зерна пшеницы получен экстракт сверхкритической флюидной СО₂-экстракцией. По результатам фитохимического анализа в составе СО₂-экстракта выявлены углеводы, аминокислоты, флавоноиды, жирные кислоты. С помощью метода газовой хроматографии было обнаружено, что экстракт содержит 14 жирных кислот, большая часть которых составляли метил-миристат (42,57%), метил-деcanoат (25,85%), метиловый эфир цис-10-пентадекеновой кислоты (16,80%) и метил-пальмитат (7,35%). Существенной разницы в экстракте, полученном из поврежденного сорта

пшеницы «Канадская», по сравнению с CO₂-экстрактом, полученным из чистого цельного зерна пшеницы «Уралосибирская 2», не наблюдалось. Только количество метиллаурата было в 4 раза меньше, метилстеарата – в 12 раз, метилового эфира цис-10-гептадеценовой кислоты – в 3 раза меньше. Напротив, в CO₂-экстракте, полученном из поврежденной пшеницы, количество метилдеcanoата было выше на 4,48%, а метилового эфира цис-10-пентадеценовой кислоты – на 14,52%. Кроме того, в этом экстракте обнаружены метилундеcanoат, метилпальмитат и метилбегенат насыщенных жирных кислот, которых не было в CO₂-экстракте, полученном из чистого цельного зерна пшеницы «Уралосибирская 2». Также следует отметить, что в CO₂-экстракте, полученном из поврежденного сорта пшеницы Канадская, были выявлены представители ненасыщенных жирных кислот. В общей сложности их доля составила 19,7%. По результатам капиллярного электрофореза доля тиамина (витамина B1) среди витаминов группы B была высокой и составляла 0,13±0,03 мг/100 г, однако этот показатель был в 3 (три) раза ниже его нормального количества в семенах пшеницы. Доля аминокислот в экстракте также была очень низкой, среди них количество незаменимой аминокислоты - фенилаланина было несколько выше и составляло 0,098%. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии определены жирорастворимые витамины, так количество токоферола (витамина E) составило 0,72 мг/100 г, ретинол (витамин A) в CO₂-экстракте отсутствовал.

Ключевые слова: зерно цельной пшеницы, проросшее (испорченное) зерно пшеницы, БАС пшеницы, сверхкритическая флюидная CO₂-экстракция, CO₂-экстракт, газовая хроматография, капиллярный электрофорез.

G.E. Berganayeva^{1*}, M.A. Dyusebayeva¹, A.E. Berganayeva^{2*}, S.A. Sydykbayeva³

¹Kazakh National University named after Al-Farabi,
050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Avenue, 71,

²Scientific Center of Anti-infectious Drugs,
050060, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Avenue, 75A,

³Zhetysu University named after I. Zhansugurov,
040009, Republic of Kazakhstan, Taldykorgan, Zhansugurov Street, 187A

*e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru

PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF CO₂-EXTRACTS FROM DAMAGED SEEDS OF WHEAT VARIETY «CANADIAN»

This article presents the results of qualitative and quantitative analysis of whole and germinated (damaged) seeds of wheat variety «Kanadskaya». An extract was obtained from germinated (damaged) wheat grain by supercritical fluid CO₂-extraction. According to the results of phytochemical analysis, carbohydrates, amino acids, flavonoids, and fatty acids were detected in the composition of CO₂-extract. Using gas chromatography method, the extract was found to contain 14 fatty acids, most of which were methyl myristate (42,57%), methyl decanoate (25,85%), methyl ester of cis-10-pentadecenoic acid (16,80%) and methyl palmitate (7,35%). No significant difference was observed in the extract obtained from the damaged variety of wheat «Kanadskaya» in comparison with CO₂-extract obtained from pure whole grain of wheat «Uralosibirskaya 2». Only the amount of methyl laurate was 4 times less, methyl stearate – 12 times less, methyl ester of cis-10-heptadecenoic acid – 3 times less. On the contrary, in the CO₂-extract obtained from damaged wheat, the amount of methyldecanoate was higher by 4,48% and methyl ester of cis-10-pentadecenoic acid by 14,52%. In addition, methylundecanoate, methyl palmitate and methyl behenate of saturated fatty acids were found in this extract, which were not present in the CO₂-extract obtained from pure whole wheat grain «Uralosibirskaya 2». It should also be noted that representatives of unsaturated fatty acids were detected in the CO₂-extract obtained from the damaged variety of wheat «Kanadskaya». In total, their share amounted to 19,7%. According to the results of capillary electrophoresis, the proportion of vitamin B1 from B vitamins was higher and amounted to 0,13±0,03 mg/100 g; however, compared to the normal amount, this figure was 3 times lower. The proportion of amino acids was also very low, with phenylalanine content being slightly more dominant at 0,098%. Vitamin E content (0,72 mg/100 g) was determined by high-performance liquid chromatography, while vitamin A was absent in the extract.

Key words: whole wheat grain, germinated (spoiled) wheat grain, wheat BAC, supercritical fluid CO₂ extraction, CO₂ extract, gas chromatography, capillary electrophoresis.

Авторлар туралы мәліметтер

Гульзат Ергазиевна Берганаева* – химия ғылымдарының кандидаты, «Органикалық заттар, табиғи қосылыстар және полимерлер химиясы мен технологиясы» кафедрасының доцент м.а.; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан; e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7213-7458>.

Мольдыр Акимжановна Дюсебаева – химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Органикалық заттар, табиғи қосылыстар және полимерлер химиясы мен технологиясы» кафедра меңгерушісінің ғылыми-инновациялық жұмыс және халықаралық байланыстар жөніндегі орынбасары; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан; e-mail: moldyr.dyusebaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3873-5099>.

Алия Ергазиевна Берганаева – Фармацевтикалық химия және фармацевтикалық технология зертханасы меңгерушісінің міндетін атқарушы, «Инфекцияға қарсы препараттар ғылыми орталығы» АҚ; Алматы қаласы, Қазақстан; e-mail: aberganayeva@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1417-2992>.

Сандугаш Аубакировна Сыдыкбаева – химия ғылымдарының кандидаты, Жаратылыстану кафедрасының аға оқытушысы, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қаласы, Қазақстан; e-mail: Sandugash78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4383-4286>

Сведения об авторах

Гульзат Ергазиевна Берганаева * – кандидат химических наук, и.о. доцента кафедры «Химия и технология органических веществ, природных соединений и полимеров»; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан; e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7213-7458>.

Молдыр Акимжановна Дюсебаева – кандидат химических наук, заместитель заведующего кафедрой «Химия и технология органических веществ, природных соединений и полимеров» по научной, инновационной работе и международным связям, и.о. профессора; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан; e-mail: moldyr.dyusebaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3873-5099>.

Алия Ергазиевна Берганаева – исполняющий обязанности заведующего лаборатории фармацевтической химии и фармацевтической технологии, АО «Научный центр противомикробных препаратов»; город Алматы, Казахстан; e-mail: aberganayeva@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1417-2992>.

Сандугаш Аубакировна Сыдыкбаева – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры естественных наук Жетысуского университета им. И. Жансугурова, г. Талдыкорган, Казахстан; e-mail: Sandugash78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4383-4286>.

Information about the authors

Gulzat Ergazievna Berganayeva* – candidate of chemical sciences, acting associate professor of the department "Chemistry and technology of organic substances, natural compounds and polymers"; Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: gulzat-bakyt@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7213-7458>.

Moldyr Akimzhanovna Dyusebayeva – candidate of chemical sciences, deputy head of the department "Chemistry and technology of organic substances, natural compounds and polymers" for scientific and innovative work and international relations, acting professor; Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: moldyr.dyusebaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3873-5099>.

Aliya Ergazyevna Berganayeva – Acting Head of the Laboratory of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology, "Scientific center of anti-infective drugs" JSC; Almaty city, Kazakhstan; e-mail: aberganayeva@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1417-2992>.

Sandugash Aubakirovna Sydykbaeva – Candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Natural Sciences, Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan; e-mail: Sandugash78@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4383-4286>.

Редакцияға енуі 12.12.2023
Өңдеуден кейін түсуі 28.12.2023
Жариялауға қабылданды 03.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-46

МРНТИ: 65.01.91; 70.25.17



Ж.К. Идришева, Г.К. Даумова*, М.Д. Даниярова, О.А. Петрова, И.В. Денисов

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті,
070010, Қазақстан Республикасы, Өскемен қаласы, Д. Серікбаев көшесі, 19

*e-mail: gulzhan.daumova@mail.ru

АЗЫҚ-ТҮЛІК ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН СУДЫ ТАЗАЛАУ ҮШІН СОРБЕНТТЕРДІ АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Мақалада азық-түлік дақылдары қалдықтарының негізіндегі сорбенттерден түрлендірілген түрлерін алу және олармен Ca^{2+} және Mg^{2+} иондарынан ауыз суды тазарту мүмкіндіктері бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Түрлендірілген сорбенттерді алу үшін Шығыс Қазақстан облысында кеңінен таралған күнбағыс дәні мен қарақұмықтың қалдықтары таңдалынды. Күнбағыс дәні мен қарақұмық қауыздарының құрылымдық ерекшеліктері зерттелді. Дистилденген сумен шайылған қарақұмық және күнбағыс дәнінің бастапқы пішініндегі үлгілері өте тығыз және ұсақ микрокеуектерден тұратыны анықталынды. Спирт ерітіндісімен шайылған сорбент бөлшектерінің беттік қабаты өзгеріп, күнбағыс дәнінің қауыздары бөлшектерінің бетінде кеуектер мен төмпешіктер көрінетіні анықталынды. Қышқылды-негізді өңдеуден өткен сорбенттерде макрокеуектер мөлшерінің артуы және жалпы морфологиялық құрылымының өзгерісі байқалды. Сіңіргіштік сыйымдылығын анықтау нәтижелері қышқыл-негіздік белсендіру жолымен алынған сорбенттердің медициналық белсендірілген көмірден орта есеппен иод бойынша 0,06 мг/г және метилен көк бойынша 1,3 мг/г шамасында жоғары болатынын айқындады. 8,2% тұз қышқылы және 16,5% натрий гидроксиді ерітінділерімен өңделген күнбағыс дәнінің қауызынан алынған материалдардың сорбциялық қабілетін зерттеу нәтижелері Ca^{2+} және Mg^{2+} иондарына қатысты тазалаудың сәйкесінше 98,7 % және 95,8 % жоғары тиімділігін көрсетті. Жоғарыда аталған түрлендірілген сорбент ауыз суды тазалауға арналған сүзгілер өндірісінде сіңіргіш материал ретінде ұсынылады.

Түйін сөздер: қалдықтарды кәдеге жарату, сорбенттер, түрлендіру, кеуек, сіңіргіштік сыйымдылығы, суды тазалау, сіңіру.

Кіріспе

Су ресурстарын тиімді пайдалану қоршаған ортаны қорғау саласындағы басым бағыттардың бірі болып табылады. Суға деген қарқынды өсіп келе жатқан қажеттілік және оның қорларының шектеулілігі, су дайындау үдерістерінің қымбаттауымен қатар, суды өңдеудің жаңа экономикалық жағынан тиімді технологияларын жасау қажеттілігіне алып келеді.

Ауыз суды тазалау үдерісін қолжетімді, сіңіргіштік қабілеті жоғары, агрессивті ортаға төзімділікке ие бола алатын заманауи сіңіргіш материалдарды пайдалануға негізделген суды өңдеудің технологиясы арқылы жүзеге асыруға болады. Мұндай сорбенттерді қайталама шикізаттан, мысалы, ағаш өңдеу өнеркәсібінің, ауыл шаруашылығының қалдықтарынан дайындауға болады, бұл өз кезегінде бір мезгілде суды тазарту және қалдықтарды кәдеге жарату бойынша өзекті екі міндетті шешуге мүмкіндік береді.

Атап айтқанда, ауыл шаруашылығының дәнді-дақыл қалдықтарынан сорбенттерді алу қазіргі уақытқа дейін ғалымдардың назарын аударуда.