ҒТАМР 65.63.35 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.2.31-1604**

CO_2-ЭКСТРАКТАРЫН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЖАНТАҚТЫҢ КОМПОНЕНТТІК ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

[1]М.М. Куйколакова✉, [2]И.Ю. Сергеева, [1]Г.И. Байгазиева, [3]Э.Б. Аскарбеков, [1]А.К. Кекибаева

[1]Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,
[2]Кемерово мемлекеттік университеті, Кемерово, Ресей,
[3]Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан

✉ *Корреспондент-автор: realmadina@mail.ru*

Мақалада жантақ өсімдік шикізатынан экстракттар алу технологиясын зерттеу нәтижелері қарастырылған. Зерттеу барысында аса критикалық CO_2-экстракция әдісі қолданылып, этанол қосалқы еріткіш ретінде пайдаланылды. Сонымен қатар алынған экстракттардың компоненттік құрамы талданды. Зерттеудің өзектілігі өсімдік шикізатын өңдеудің экологиялық қауіпсіз және селективті технологияларын қолдану қажеттілігімен негізделеді. Жұмыстың мақсаты – аса критикалық CO2 экстракция процесінің жантақ өсімдігі үшін оңтайлы параметрлерін анықтау.

Экстракция процесі 10 МПа қысымда және 35°С температурада жүргізілді, ал қосымша еріткіш ретінде 96% этил спирті пайдаланылды. Алынған экстракттарды фракцияларға бөлу үш сепараторда жүзеге асырылып, олардың жұмыс қысымдары тиісінше 7, 6 және 4 МПа деңгейінде ұсталды. Экстракттардың компоненттік құрамы газды хроматография-масс-спектрометрия әдісі арқылы анықталды. Жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде экстракттың жиынтық шығымы абсолютті құрғақ затқа шаққанда 9,31 г/100 г болды. Ал алынған нәтижелер аса критикалық CO_2-экстракция әдісінің өсімдік шикізатынан биологиялық белсенді қосылыстарды тиімді бөліп алуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Түйін сөздер: аса критикалық CO_2-экстракция, жантақ, химиялық технология, компоненттік құрам, газды хроматография–масс-спектрометрия, экстракттарды фракциялау, биологиялық белсенді заттар.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ CO_2-ЭКСТРАКТОВ ВЕРБЛЮЖЬЕЙ КОЛЮЧКИ И АНАЛИЗ ИХ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА

[1]М.М. Куйколакова✉, [2]И.Ю. Сергеева, [1]Г.И. Байгазиева, [3]Э.Б. Аскарбеков, [1]А.К. Кекибаева

[1]Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,
[2]Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия,
[3]Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова, Астана, Казахстан,
e-mail: realmadina@mail.ru

В статье представлены результаты исследования технологии получения экстрактов из растительного сырья верблюжьей колючки. В ходе работы применялся метод сверхкритической CO_2-экстракции с использованием этанола в качестве сорастворителя. Также был проведён анализ компонентного состава полученных экстрактов. Актуальность исследования обусловлена необходимостью внедрения экологически безопасных и селективных технологий переработки растительного сырья. Целью работы является определение эффективных параметров сверхкритической CO_2-экстракции верблюжьей колючки и изучение химического состава полученных экстрактов.

Процесс экстракции проводился при давлении 10 МПа и температуре 35 °С, при этом в качестве дополнительного растворителя использовался 96% этиловый спирт. Фракционирование полученных экстрактов осуществлялось в трёх сепараторах при давлениях 7, 6 и 4 МПа соответственно. Компонентный состав экстрактов определяли методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии. В результате проведённых экспериментов установлено, что суммарный выход экстракта составил 9,31 г/100 г в пересчёте на абсолютно сухое вещество. Полученные данные свидетельствуют о

высокой эффективности метода сверхкритической CO_2-экстракции для извлечения биологически активных соединений из растительного сырья.

Ключевые слова: сверхкритическая CO_2-экстракция, верблюжья колючка, химическая технология, компонентный состав, газовая хромато-масс-спектрометрия, фракционирование экстрактов, биологические активные вещества.

DEVELOPMENT OF CO_2 EXTRACTION TECHNOLOGY FOR CAMELTHORN AND ANALYSIS OF ITS CHEMICAL COMPOSITION

[1]M.M. Kuikolakova✉, [2]I.Yu. Sergeeva, [1]G.I. Baigaziyeva, [3]E.B. Askarbekov, [1]A.K. Kekibaeva

[1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Kemerovo State University, Kemerovo, Russia,
[3]K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,
e-mail: realmadina@mail.ru

The article presents the results of studying a technology for obtaining extracts from camelthorn plant raw material. The study employed the supercritical CO_2 extraction method using ethanol as a co-solvent. In addition, the component composition of the obtained extracts was analyzed. The relevance of the research is associated with the need to introduce environmentally friendly and selective technologies for processing plant raw materials. The aim of the study was to determine effective parameters of supercritical CO_2 extraction of camelthorn and to investigate the chemical composition of the obtained extracts.

The extraction process was carried out at a pressure of 10 MPa and a temperature of 35 °C, while 96% ethanol was used as an additional solvent. Fractionation of the obtained extracts was performed in three separators operating at pressures of 7, 6, and 4 MPa, respectively. The component composition of the extracts was determined using gas chromatography–mass spectrometry. The experimental results showed that the total extract yield reached 9.31 g/100 g calculated on an absolutely dry basis. The obtained results confirm the high efficiency of the supercritical CO_2 extraction method for isolating biologically active compounds from plant raw materials.

Keywords: supercritical CO_2 extraction, camelthorn, chemical technology, component composition, GC-MS, extract fractionation, biologically active compounds.

Кіріспе. Өсімдік шшикізатында биологиялық белсенді заттар көп. Оған осы уақытқа дейін жүргізілген көптеген зерттеулер дәлел бола алады. Сол заттарды экологиялық қауіпсіз әдістермен бөліп алу өзекті мәселе болып отыр. Бірінші ден, олар пайдалы болса, екіншіден, адам ағзасына ешқандай кері әсер тигізбеуі қажет. Экологиялық қауіпсіз әдіспен бөлуге мүмкіндік беретін аса критикалық CO2 экстракция әдісі болып тұр. Зерттеулер бойынша, CO2 экстракция әдісі медицинада қолданылғаны белгілі. Бұл технология органикалық еріткіштерді қолдануды азайтып, жоғары сападағы экстрактты алуға мүмкіндік береді [1].

Алынған экстракттың компоненттік құрамын анықтаудың ең тиімді тәсілдерінің бірі - газды хроматография-масс-спекторметрия (ГХ-МС). Экстрактты бөлу кезінде көп компонеттер қалыптасады. Солардың бәрін сәйкестендіруге ГХ-МС әдісі мүмкіндік береді [2].

Зерттеу объектісі ретінде алынған жантақтың құрамында терпендер, май қышқылдары, фитостеролдар сияқты белсенді қоспалар бар. Олар фармацевтика және алкогольсіз сусын дайындау өндірісінде өте маңызды рөл атқарады [3].

Зерттеу нысаны – жантақ. Зерттеу пәні – аса критикалық CO_2 экстракция процесі және жантақтан алынған экстракттың компоненттік құрамы.

Зерттеу мақсаты – аса критикалық CO_2 экстракция процесінің жантақ өсімдігі үшін оңтайлы параметрлерін анықтау.

Зерттеу міндеттері:

- аса критикалық CO_2 экстракция процесінің параметрлерін таңдау;

- сепараторлардағы экстракт шығымын анықтау;

- жантақ экстрактысының компоненттік құрамын ГХ-МС әдісімен жүйелеу.

Ғылыми жаңалығы - аса критикалық CO_2 эсктракция процесін алкогольсіз сусын өндірісінде қолдану. Фракциялау параметрлерінің жантақ құрамына әсерін бағалау.

Тәжірибелік маңыздылығы - алынған экстракттарды алкогольсіз сусын өндірісінде пайдалану мүмкіндігі анықталады.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу объектісі ретінде кептірілген жаңтақ өсімдігі алынды. Жантақтағы ылғалдың массалық үлесі 9,08%. Құрамындағы биологиялық белсенді заттар химия және алкогольсіз сусын өндірісінде маңызды болғандықтан, зерттеу объектісі ретінде жантақ таңдалды. Зерттеу жүргізу үшін алынған жаңтақтың массасы 0,6 кг болды. Бұл мөлшер экстракт алып, анализдер жүргізу үшін жеткілікті.

Жантақтан биологиялық белсенді қоспаларды экстракциялау үшін аса критикалық CO_2 әдісі пайдаланылды. Экстрагент ретінде көмірқышқыл газы қолданылды. Ол аса критикалық күйде өзінің физика-химиялық қасиеттерінің арқасында жоғары диффузиялық қасиетке ие және реттелетін еріту қабілеті бар [4, 5]. Бұл төмен температурада әлсіз полярлы қосылыстарды бөліп алуға және термиялық деградациясын барынша азайтуға мүмкіндік береді.

Экстракция процесі 10МПа қысымда және 35 температурада жүргізілді. Экстракт құрамындағы монотерпендер мен сесквитерпендер жоғары температураға өте сезімтал болып келеді. Таңдалған параметрлер сезімтал қосылыстарды сақтауға және изомерленуін болдырмауға ең оңтайлы. Көмірқышқыл газының шығыны 2,1-2,3 л/мин аралығында ұсталып тұрды, бұл процестің тұрақтылығын қамтамасыз етті.

Экстракция арқылы алынатын қосылыстардың құрамын кеңейту мақсатында қосымша еріткіш ретінде 150 мл 96% этил спирті қолданылды. Этанолды қолдану өсімдік шикізатынан, құрамында оттегі бар терпеноидтардың, май қышқылдарының, эфирлердің тиімді бөлінуін қамтамасыз етеді [6]. Бұл тәсіл өсімдік шикізатымен жұмыс істеу кезінде аса критикалық экстракция процесінде кеңінен қолданылады. Жұмыстың мақсатына және зерттеу объектісіне байланысты спирттің концентрациясы әр түрлі болуы мүмкін.

Экстрактты фракциялау бір-бірімен жүйелі жалғанған үш сепараторда 7, 6 және 4МПа қысымда жүргізілді. Қысымның төмендеуі кезінде CO_2-нің еріту қабілеті өзгереді. Бұл молекулалық массасы мен ұшқыштығы әртүрлі қосылыстардың біртіндеп тұтынуына алып келеді. Бұл технология экстрактты химиялық құрамы бойынша фракцияларға бөлуге және соңғы шыққан өнімнің сапасын басқаруға мүмкіндік береді.

Алынған экстракттың компоненттік құрамы газды хроматография-масс-спектрометрия (ГХ-МС) әдісімен зерттелді. Экстракт шығымы абсолютті құрғақ затқа есептеліп, г/100г түрінде көрсетілді. Құрамын талдау GCMS-QP2010 Ultra және GCMS-QP2010 SE аспаптарында іске асты (1-сурет).

Сызбада экстракция процесінің параметрлері, қондырғының негізгі бөліктері, соның ішінде экстракциялау колонналары (К-1, К-2, К-3), сепараторлар (С-1, С-2, С-3), жоғарғы қысымды сорғы, салқындатқыш және көмірқышқыл газын беру желілері көрсетілген.

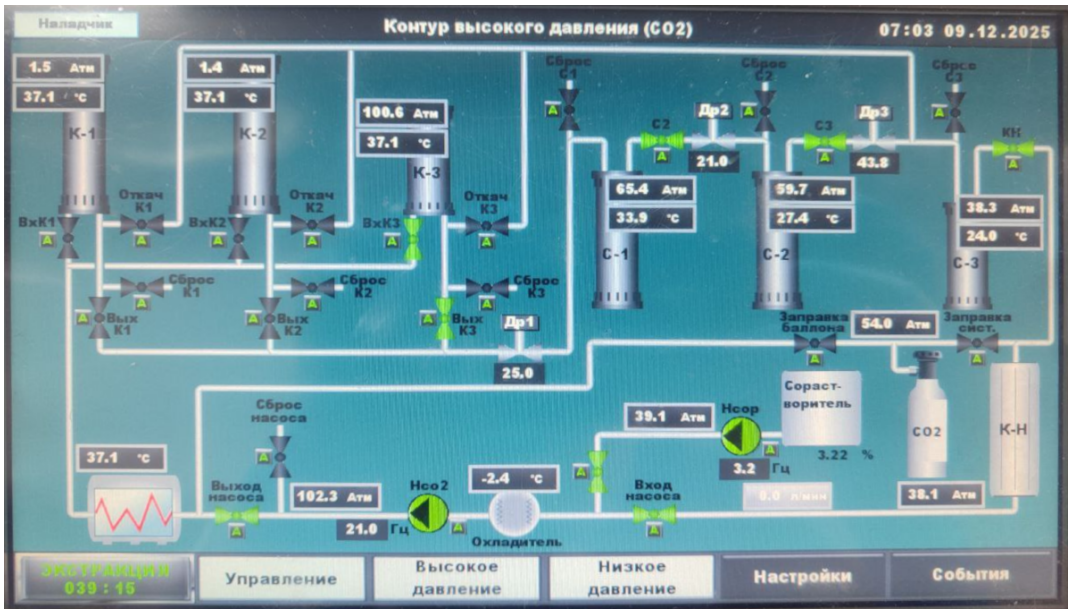
Нақты уақыт режимінде процестің негізгі параметрлерін, яғни, қысым (атм.), температура, CO_2 шығыны, сонымен қатар, жапқыш пен реттеуіш арматураның күйін бақылауға болады (1-кесте). Экстракциялау коланналары көмірқышқыл газының аса критикалық күйіне сәйкес келетін 100 атм қысымда және 37 температурада жұмыс жасайды.

Сызбада сонымен қатар CO_2 салқындату және сығымдау жүйесінің элементтері көрсетілген. Ол экстрагенттің тұйық циркуляциясын қамтамасыз етеді. Параметрлерді тіркеу жүйесінің блогы процестің тұрақтылығын бақылауға мүмкіндік береді. Ұсынылған интерфейс CO_2

процесін автоматты түрде жүргізуге болатынын және нақты, қажетті технологиялық режимдерді реттеуге мүмкіндік беретінін дәлелдейді.

1-кесте. Экстракциялау процесінің параметрлері

Экстракция қысымы/колоннадағы температура	1-сепаратор	2-сепаратор	3-сепаратор	Газ шығыны, л/мин	Қосымша еріткіш
10 МПа, 35	7 МПа	6 МПа	4 МПа	2,1-2,3	Этил спирті, 96% 150 мл



1-сурет. Аса критикалық CO_2-экстракциялық қондырғының жоғары қысымды контурын басқару жүйесінің интерфейс экраны

Экстракт компонеттерін сәйкестендіру масс-спектрлерді әдеби деректермен салыстыру және ұсталу уақытын талдау негізінде іске асты. Осы технология экстракттардың жеке компоненттерін нақты анықтауға және олардың мөлшерін білуге мүмкіндік береді.

Нәтижелер және талқылау. CO_2 экстракциялау процесі арқылы алынған жантақ экстрактысының жалпы шығымы құрғақ затқа шаққанда 9,30г/100г болды. Экстракт шығымының сепараторларды қалыптасуын 2-кестеден көруге болады.

Қысымы 7Мпа болатын сепараторда ең көп мөлшерде экстракт алдынды (6,20г/100г). Бұл сепаратордағы ұсталардың ұшқыштығы төмен болып келеді. Екінші және үшінші сепараторда экстракт шығымы төменірек. Яғни, бұл сепараторларда жеңіл және ұшқыш қосылыстар көп.

Тәжірибе нәтижесінен көпсатылы фракциялау әдісінің тиімді екенін көруге болады. Осы технологияны қолдана отырып, экстракт құрамындағы заттарды олардың физика-химиялық қасиеттеріне байланысты фракцияларға бөлуге болады. Газды хроматография-масс спектрометрия (ГХ-МС) әдісі арқылы жантақ экстрактысының құрамында 170-тен аса жеке компонент бар екені анықталды. Экстракт құрамында монотерпендер, сесквитерпендер, оттегі құрамды терпеноидтар, май қышқылдары мен олардың эфирлері, фитостеролдар кездеседі [7, 8].

2-кесте. Абсолютті құрғақ затқа шаққандағы экстракт шығымы, г/100 г

Көрсеткіш	1-сепаратор	2-сепаратор	3-сепаратор	Жалпы шығым
Экстракт шығымы, г/100 г	6,20	0,90	2,21	9,31

Негізгі анықталған компоненттер қатарында көп мөлшерде лимонен, линалоол, карвон бар екен. Бұл қосылыстардың көп мөлшерде болуы аса критикалық CO_2 экстракция процесінің параметрлерінің дұрпыс таңдалғанын көрсетеді. Этил спиртін де қосымша еріткіш ретінде пайдалану осы заттардың тиімді бөлінуіне алып келді. Әдеби деректерді терпендік қосылыстардың антиоксиданттық және антимикробтық қасиетке ие екені айтылады. Бұл алынған экстракттың биологиялық және фнкционалдық құндылығын арттыратыны сөзсіз.

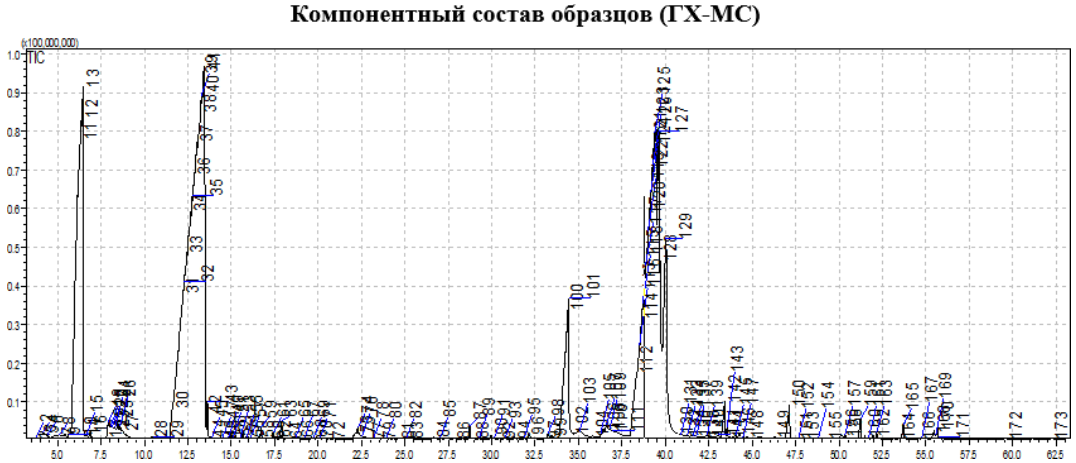
Экстракт құрамының тағы бір көп мөлшерін май қышқылдары мен эфирлері құрайды. Соның ішінде ең негізгілері линол және олеин қышқылдары болып келеді. Бұл компоненттер технологиялық тұрғыдан өте маңызды. Олар экстракттың липидтік құрылымын қалыптастыруға қатысады және басқа биологиялық белсенді заттардың ерігіштігін арттырады. Сонымен қатар, май қышқылдары антиоксиданттық қасиеттің қалыптасуына және экстракт тұрақтылығының жоғары болуына септігін тигізеді.

Зерттеу кезінде экстракт құрамында фитостеролдар да кездесті. Ол жантақ экстрактысының перспективалы екенін көрсетеді. Себебі, фитостеролдар да антиоксиданттық қасиетке ие және сол үшін тағам және фармацевтика өндірісінде кеңінен қолданылады [9, 10].

2 және 3-суреттерде жантақтың CO_2 экстракттарының хроматограммалары көрсетілген. Хроматограммада әртүрлі ұсталу уақытына қарай шыңдар байқалады. Ол экстракт құрамының күрделі және көп компонентті екенін дәлелдейді. Екі үлгіде де ең биік шыңдар 10-15 минут және 38-42 минуттарға сәйкес келіп тұр. Яғни, осы интервалдарда ең көп компонент орналасқан.

2-суретте көрсетілген бірінші үлгінің хроматограммасында ең жоғары шыңдар ерте және орташа ұсталу уақытында тіркелген. Бұл осы интервалда ұшқыш және орташа молекулалық массасы бар қосылыстардың орналасқанын көрсетеді. Сонымен қатар, 35 минуттан кейін байқалатын шыңдар жоғары молекулалық массасы бар қосылыстардың шоғырлануын айқындайды. Оған май қышқылдары мен фитостеролдар жатады.

3-суреттегі хроматограммада 38-42 минутта қарқынды шыңдардың айқын көрінуі жоғары молекулалық массасы бар және ұшқыштығы төмен қосылыстарға байланысты.



2-сурет. CO_2-экстракттың хроматограммасы (1-үлгі)

Екі үлгінің хроматограммаларын салыстыру арқылы үлгілердің құрамының ұқсас екенін байқауға болады. Бірақ компоненттердің мөлшерінде айтарлықтай айырмашылық бар. Бұл айырмашылықтар аса критикалық CO_2 экстракция және кейінгі фракциялау параметрлеріне байланысты бөліну дәрежесі өзгеріп отыратынына негізделеді.

Зерттеу нәтижесі аса критикалық CO_2 экстракцияның дәстүрлі әдіспен салыстырғанда біршама артықшылықтарға ие екенін көрсетеді. Сонымен қатар, қосымша еріткішті пайдалануға, компоненттердің шығымын арттыруға, соңғы өнімнің құрамын реттеуге мүмкіндік береді [11, 12].

Экстрактың көп мөлшері бірінші сепараторда бөлінген. Бұл жоғары молекулалық массасы бар және ұшқыштығы төмен өосылыстардың басым екенін көрсетеді. Мұндай құбылыс аса критикалық CO2 процесінің заңдалықтарына сәйкес келеді. Қысымның біртіндеп төмендеуі кезінде әртүрлі фракциялардың кезеңімен бөлінуі іске асырылады [13].

3-кесте. Бірінші үлгідегі жантақтың құрамында анықталған қосылыстар

№ п/п	Время пика	Начало выхода	Конец выхода	Содержание относительно всех компонентов, %	Название
1.	3,635	3,610	3,725	0,00	Гептанал (CAS)
2.	3,760	3,725	3,785	0,00	Бицикло[3,1,0]гекс-2-эн, 2-метил-5-(1-метилэтил)-
3.	4,023	3,785	4,070	0,15	альфа,-Тужен
4.	4,140	4,070	4,155	0,05	Сабинен
5.	4,190	4,155	4,380	0,09	альфа,-Тужен
6.	4,410	4,380	4,575	0,03	2-гептеналь, (е)- (cas)
7.	5,055	4,945	5,080	0,01	Бета,-мирцен
8.	5,095	5,080	5,145	0,00	3-октанон (CAS)
9.	5,423	5,360	5,570	0,02	Бета,-мирцен
10.	5,670	5,570	5,705	0,03	Бензол, 1-метил-2-(1-метилэтил)- (CAS)
11.	6,325	5,705	6,340	10,29	Лимонен
12.	6,385	6,340	6,400	1,96	3-метилен-бицикло[4,3,0]нонан
13.	6,471	6,400	6,750	3,26	3-метилен-бицикло[4,3,0]нонан
14.	6,562	6,545	6,600	0,00	2-октенальный, (Е)-
15.	6,695	6,655	6,750	0,01	бета,-Оцимен
16.	6,886	6,820	6,940	0,02	Гамма,-терпинен
17.	7,796	7,740	7,820	0,01	1,6-октадиен-3-ол, 3,7-диметил-
18.	7,916	7,820	7,955	0,15	1,6-октаден-3-ол, 3,7-диметил-
19.	7,981	7,955	8,010	0,07	Линалул
20.	8,050	8,010	8,085	0,09	1,6-октадиен-3-ол, 3,7-диметил-

21.	8,095	8,085	8,115	0,03	L-linalool
22.	8,143	8,115	8,170	0,06	Линалул
23.	8,209	8,170	8,275	0,11	Линалул
24.	8,303	8,275	8,355	0,08	Линалул
25.	8,452	8,355	8,555	0,24	Цис-4-метокси туян
26.	8,598	8,555	8,700	0,13	Бицикло[2,2,1]гептан-2-один, 1,7,7-триметил-, (1S)-
27.	8,736	8,700	9,230	0,16	Оксид лимонена
28.	10,415	10,365	10,495	0,00	P-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol
29.	10,520	10,495	10,635	0,00	1,5-гептадиен, 2,5-диметил-3-метилен-
30.	11,609	11,415	11,625	0,34	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)-, (S)- (CAS)
31.	12,207	11,625	12,220	5,27	(-)-Карвоне
32.	12,274	12,220	12,290	1,10	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)- (CAS)
33.	12,441	12,290	12,465	3,16	Бицикло[3,1,1]гепт-2-эне-2-карбоксальдегид, 6,6-диметил-, (1S)- (CAS)
34.	12,655	12,465	12,685	4,80	Циклогексан, 4-метил-2-метилен-1-(1-метилэтилиден)-
35.	12,757	12,685	12,770	2,10	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)- (CAS)
36.	12,866	12,770	12,885	3,06	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)- (CAS)
37.	13,046	12,885	13,075	5,59	Бицикло[3,3,0]октан-3-один, 7-этилиден-
38.	13,216	13,075	13,230	5,03	1,6-диметилтрицикло[3,3,1,0e4,6]октан-3-один
39.	13,291	13,230	13,310	2,81	Транс-карвеол
40.	13,335	13,310	13,350	1,43	Бицикло[3,1,0]гекс-3-эн-2-он, 4-метил-1-(1-метилэтил)- (CAS)
41.	13,438	13,350	13,915	5,19	5-гидрокси-1-циклоктен
42.	13,530	13,515	13,560	0,02	2,6-октаден-1-ол, 3,7-диметил-, (e)-
43.	13,624	13,575	13,675	0,12	1-циклогексен-1-карбоксальдегид, 4-(1-метиленил)-
44.	13,750	13,730	13,780	0,00	2-Карен-10-ал
45.	13,885	13,815	13,910	0,00	1-Гептен-3-ол, 1-фенил-
46.	14,410	14,335	14,465	0,01	4A-метил-1,2,3,4,4a,5,6,7-октагидронафталин
47.	14,507	14,465	14,540	0,01	Undecanal

48.	14,555	14,540	14,685	0,00	Циклогексен, 3-(хлорметил)-
49.	14,840	14,685	14,865	0,01	2-гептадеканон, 1-[(2,2-диметил-1,3-диоксолан-4-ил)метокси]-
50.	14,949	14,865	15,015	0,04	2,6-октадиеновая кислота, 3,7-диметил-, метилэфир
51.	15,109	15,015	15,185	0,02	1,2-циклогексанодиол, 1-метил-4-(1-метиленил)-
52.	15,264	15,185	15,380	0,02	2-циклогексен-1-ол, 2-метил-5-(1-метиленил)-, ацетат, цис-
53.	15,505	15,380	15,605	0,01	2-Бутен-1-ол, пропаноат
54.	15,675	15,605	15,780	0,05	3-циклогексен-1-метанол, ,альфа,,,альфа,,4-триметил-, ацетат
55.	15,908	15,780	15,925	0,02	Цис-сескисабинен гидрат
56.	15,980	15,925	16,080	0,02	2-метил-7-оксабицикло [2,2,1]гептан
57.	16,137	16,080	16,285	0,02	4-гептенал
58.	16,589	16,530	16,630	0,01	Пентановая кислота, 2-метил-, ангидрид
59.	16,713	16,630	16,815	0,08	2,6-октаден-1-ол, 3,7-диметил-, ацетат
60.	17,173	17,105	17,240	0,01	Циклогексан, 1-этенил-1-метил-2,4-бис(1-метиленил)-, [1S-(1,альфа,,2,бета,,4,бета,)]-
61.	17,413	17,280	17,460	0,05	Лонгифолен
62.	17,516	17,460	17,615	0,02	Бицикло[7,2,0]undec-4-ene, 4,11,11-триметил-8-метилен-, (z)-(1r,9s)-(-)-
63.	17,895	17,740	17,995	0,15	Bicyclo[7,2,0]undec-4-ene, 4,11,11-триметил-8-метилен-,[1R-(1R*,4Z,9S*)]-
64.	18,176	18,125	18,240	0,00	Бета,-копэйн
65.	18,695	18,625	18,755	0,00	(-)-1,2,2,альфа,,3,3,4,6,7,8,8,альфа,-декагидро-2,альфа,,7,8-триметилаценафттилен
66.	18,830	18,755	18,910	0,01	Гумулен
67.	19,200	19,135	19,285	0,00	Цис-, бета, -фарнезена
68.	19,631	19,520	19,690	0,02	Гермакрен Д
69.	19,745	19,690	19,825	0,01	Бензол, 1-(1,5-диметил-4-гексенил)-4-метил-
70.	19,887	19,825	20,015	0,02	Нонаноновая кислота, 9-оксо-, этиловый эфир
71.	20,105	20,015	20,190	0,01	Торрейол
72.	20,664	20,610	20,775	0,00	бета,-Бисаболен

73.	22,195	21,950	22,220	0,10	1,2-бензендиол, 4-(1,1-диметилэтил)- (CAS)
74.	22,283	22,220	22,330	0,08	Оксид кариофиллена
75.	22,367	22,330	22,490	0,04	2-циклопентен-1-карбонная кислота, 1,2,3-триметил-, этилэфир, (,+-,)- (CAS)
76.	22,539	22,490	22,600	0,01	Salvial-4(14)-в-1-одном
77.	22,982	22,945	23,040	0,00	Оксид гумулена
78.	23,195	23,140	23,265	0,00	Додекановая кислота, этиловый эфир
79.	23,511	23,445	23,590	0,00	Оксиран, додецил-
80.	23,912	23,855	24,010	0,00	1H-бензоциклогептен-7-ол, 2,3,4,4a,5,6,7,8-октагидро-1,1,4a,7-тетраметил-, цис-
81.	24,659	24,600	24,715	0,00	Валериновая кислота, 2-пентадециловый эфир
82.	25,070	25,025	25,100	0,00	2-додесятеналь (cas)
83.	25,143	25,100	25,205	0,01	1h-циклопроп[e]азулен, декагидро-1,1,7-триметил-4-метилен-, [1ar-(1a,alpha, 4a,alpha, 7,alpha, 7a,beta, 7b,alpha)]-
84.	26,649	26,570	26,770	0,02	Ситронеллал
85.	27,019	26,940	27,120	0,01	4,8,13-циклоттрадекатриен-1,3-диол, 1,5,9-триметил-12-(1-метилэтил)- (CAS)
86.	27,841	27,770	27,965	0,01	Z-8-Тетрадецен-1-илацетат
87.	28,727	28,620	28,845	0,09	Тетрадеканоевая кислота, этиловый эфир
88.	28,915	28,845	28,950	0,00	Оксиран, 2,2-диметил-3-(3,7,12,16,20-пентаметил-3,7,11,15,19-хенейкозапентаенил)-, (все-E)-
89.	29,261	29,210	29,315	0,00	Тетрадекан
90.	29,972	29,885	30,095	0,03	2-пентадеканон, 6,10,14-триметил- (CAS)
91.	30,161	30,095	30,225	0,01	Неофитадиен
92.	30,418	30,345	30,485	0,00	Этил E-4-деценоат
93.	30,760	30,665	30,845	0,00	Этил E-4-деценоат
94.	31,306	31,245	31,380	0,01	Пентадекановая кислота, этиловый эфир
95.	31,861	31,800	31,930	0,01	Гептадекан
96.	32,114	32,015	32,305	0,06	Гексадекановая кислота, метилэфир (CAS)
97.	33,046	32,975	33,135	0,01	Z-8-Тетрадецен-1-илацетат
98.	33,229	33,135	33,360	0,06	Этил9-гексадеценоат
99.	33,436	33,360	33,590	0,03	Изомер геранил линалол b

100.	34,372	33,835	34,385	3,23	Гексадекановая кислота, этиловый эфир
101.	34,438	34,385	34,705	1,00	Гексадекановая кислота, этиловый эфир
102.	34,645	34,625	34,690	0,00	Октадекан (CAS)
103.	35,071	34,800	35,375	0,11	Олеиновая кислота
104.	35,779	35,730	35,855	0,00	Этил-9-гексадеценоат
105.	36,269	36,185	36,320	0,02	9,12-октадекадиеновая кислота, метилэфир
106.	36,414	36,320	36,480	0,07	Ситронеллал
107.	36,612	36,480	36,685	0,14	6-октадеценовая кислота, метилэфир (CAS)
108.	36,710	36,685	36,755	0,03	13-докозеновая кислота, метилэфир, (Z)-(CAS)
109.	36,776	36,755	36,845	0,03	11-октадеценовая кислота, метилэфир (CAS)
110.	36,920	36,845	36,955	0,02	6-октадеценовая кислота, метилэфир, (Z)-
111.	36,970	36,955	37,005	0,00	Бутановая кислота, 3,7-диметил-6-октенилэфир (CAS)
112.	38,340	37,920	38,360	1,46	9,12-октадекадиеновая кислота (Z, Z)-
113.	38,505	38,360	38,520	1,30	9,12-октадекадиеновая кислота (Z, Z)-, метилэфир
114.	38,620	38,520	38,640	1,33	9,12-октадекадиеновая кислота (Z,Z)-
115.	38,676	38,640	38,700	0,79	Этиловый эфир линолевой кислоты
116.	38,769	38,700	38,785	1,25	Этиловый эфир линолевой кислоты
117.	38,848	38,785	38,865	1,35	Этиловый эфир линолевой кислоты
118.	38,911	38,865	38,950	1,60	9,12-октадекадиеновая кислота (Z, Z)-, метилэфир
119.	38,994	38,950	39,015	1,35	9,12-октадекадиеновая кислота (Z, Z)-
120.	39,095	39,015	39,110	2,17	Этиловый эфир линолевой кислоты
121.	39,150	39,110	39,170	1,50	Этиловый эфир линолевой кислоты
122.	39,232	39,170	39,260	2,43	Этиловый эфир линолевой кислоты
123.	39,280	39,260	39,295	0,99	Этиловый эфир линолевой кислоты
124.	39,331	39,295	39,355	1,80	Этиловый эфир линолевой кислоты
125.	39,384	39,355	39,410	1,71	Этиловый эфир линолевой кислоты
126.	39,439	39,410	39,485	2,33	9,12-октадекадиеновая кислота (Z, Z)-, метилэфир
127.	39,616	39,485	39,670	5,10	Этилолеат
128.	39,683	39,670	39,790	1,46	Олеиновая кислота
129.	40,024	39,790	41,395	5,14	Этил-9-гексадеценоат

130.	40,664	40,620	40,825	0,01	Z-(13,14-эпоксидка) тетрадек-11-en-1-ol ацетат
131.	40,881	40,830	41,085	0,01	8-гексадеценальный, 14-метил-, (Z)-
132.	41,122	41,085	41,155	0,00	Олеиновая кислота
133.	41,267	41,155	41,360	0,01	Неролидол
134.	41,478	41,405	41,540	0,01	Оксиранооктановая кислота, 3-октил-, цис-
135.	41,590	41,540	41,630	0,01	Гексадекановая кислота, 2-гидрокси-1-(гидроксиметил)этилэфир
136.	41,650	41,630	41,695	0,00	2H-Pyran-2-one, тетрагидро-6-пентил- (CAS)
137.	41,770	41,695	41,835	0,00	10-гептадецен-8-иноевая кислота, метилэфир, (E)- (CAS)
138.	42,147	42,085	42,205	0,01	Изопропиллинолеат
139.	42,377	42,205	42,415	0,02	Октадекан
140.	42,445	42,415	42,510	0,01	Этиловый эфир линолевой кислоты
141.	43,059	42,925	43,155	0,03	9-октадеценовая кислота, 12-гидрокси-
142.	43,414	43,160	43,475	0,48	9,12-октадекадиеновая кислота (Z, Z)-
143.	43,541	43,475	43,615	0,07	Этил9-гексадеценоат
144.	43,660	43,615	43,770	0,01	Cis-9-Гексаценал
145.	44,045	43,915	44,135	0,03	Гексанедионовая кислота, бис(2-этилгексил) эфир (CAS)
146.	44,253	44,135	44,375	0,05	Этил козаноат
147.	44,461	44,410	44,540	0,00	Трицикло [8,6,0,0(2,9)] hexadeca-8,16,голова, хвост-дион, транс-2,9-cisoid-9,10-cis-1,10
148.	44,699	44,615	44,855	0,01	Октакозан
149.	46,279	46,190	46,365	0,01	1H-бензоциклогептен-7-ол, 2,3,4,4a,5,6,7,8-октагидро-1,1,4a,7-тетраметил-, цис- (CAS)
150.	47,138	46,850	47,280	0,46	Ди-н-октилфталат
151.	47,553	47,470	47,605	0,01	8,11-октадекадиеноновая кислота, метилэфир (CAS)
152.	47,659	47,605	47,710	0,00	2-Тридеценовая кислота, (E)-
153.	47,928	47,865	47,995	0,00	9 октября —
154.	48,808	48,730	48,875	0,01	Октадекановая кислота, этиловый эфир
155.	49,253	49,180	49,335	0,01	Гексакозан
156.	50,165	49,960	50,270	0,06	9-октадеценовая кислота (Z)-, 2-гидрокси-1-(гидроксиметил)этилэфир

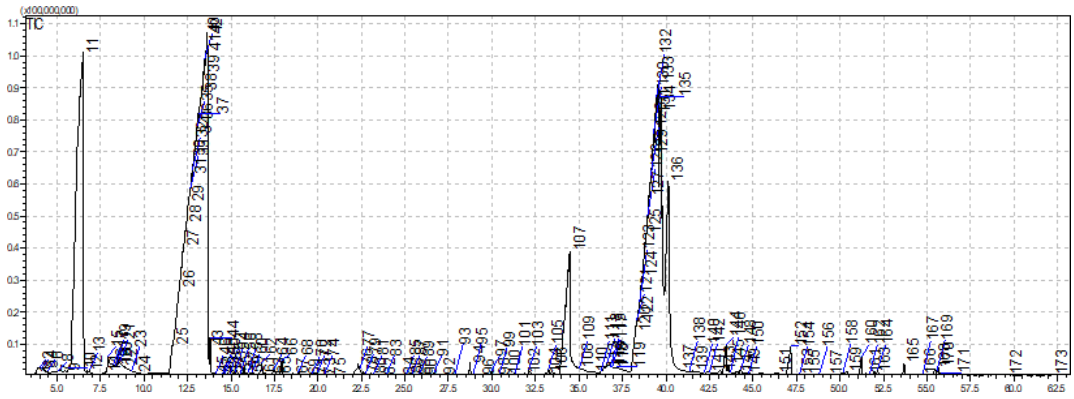
157.	50,335	50,270	50,375	0,03	Гексанедионовая кислота, бис(2-этилгексил) эфир
158.	50,395	50,375	50,530	0,02	Адипиновая кислота, децил-эфир
159.	51,223	51,055	51,300	0,18	Гексанедионовая кислота, бис(2-этилгексил) эфир (CAS)
160.	51,469	51,395	51,555	0,02	Хенейкозане
161.	51,683	51,625	51,760	0,00	1,3-бензолдикарбонная кислота, бис(2-этилгексил) эфир
162.	51,960	51,860	52,055	0,02	2,6-октаден-1-ол, 3,7-диметил-, пропаноат, (E)-
163.	52,152	52,055	52,270	0,05	Бицикло [4,1,0]гептан-3-ол, 4,7,7-триметил-, [1R-(1,альфа„3,альфа„4,альфа„6,альфа,)]-
164.	53,431	53,375	53,500	0,00	9-гексакозен
165.	53,685	53,530	53,790	0,12	2,6,10,14,18,22-тетракозагексаен, 2,6,10,15,19,23-гексаметил- (CAS)
166.	54,596	54,510	54,670	0,01	(1S-(1Alpha,2alpha,4beta))-1-изопропенил-4-метил-1,2-циклогексанодиол
167.	54,754	54,675	54,800	0,00	(1S-(1Alpha,2alpha,4beta))-1-изопропенил-4-метил-1,2-циклогексанодиол
168.	55,473	55,275	55,520	0,10	(E)-3,7-диметилокта-2,6-диенилизобутилкарбонат
169.	55,564	55,520	55,585	0,02	Нерол (CAS)
170.	55,651	55,585	55,720	0,08	1-бромодокозан
171.	55,759	55,720	55,830	0,01	Бицикло [2,2,1] гептан, 2-[9-борабицикло[3,3,1]не-9-илокси]-, 1,7,7-триметил-
172.	59,567	59,490	59,665	0,01	Тетратраконтан
173.	62,215	62,130	62,355	0,01	Гамма,-ситостерол

3 және 4-кестеде жантақтың құрамында анықталған қосылыстар және оның топтары көрсетілген. Мәліметтерге сүйене отырып, экстрактың жоғары биологиялық белсенділікке ие екенін айтуға болады.

4-кесте. Жантақ CO_2-экстрактындағы негізгі қосылыстар топтары және олардың биологиялық-технологиялық маңызы

Қосылыстар тобы	Өкілдері	Маңызы
Монотерпендер	лимонен, линалоол	антиоксиданттық белсенділікке ие
Терпеноидтар	карвон	жоғары биологиялық белсендік

Май қышқылдары	линол, олеин қышқылдары	экстракттың липидтік құрамының қалыптасуына қатысады
Фитостеролдар	γ-ситостерол	жоғары функционалдық құндылыққа ие



3-сурет. CO_2-экстракттың хроматограммасы (3-үлгі)

5-кесте. Бірінші үлгідегі жантақтың құрамында анықталған қосылыстар

№ п/п	Время пика	Начало выхода	Конец выхода	Содержание относительно всех компонентов, %	Название
1.	3,755	3,705	3,790	0,00	альфа,-Фелландрена
2.	3,970	3,790	4,025	0,13	Бицикло[3,1,0]гекс-2-эн, 2-метил-5-(1-метилэтил)-
3.	4,035	4,025	4,090	0,04	Бета-оцимен-х
4.	4,095	4,090	4,125	0,02	6-метилен-3-окса(экзо)трицикло[3,2,1,02̂,4]-октан
5.	4,135	4,125	4,400	0,11	Альфа, фелландрене
6.	4,443	4,400	4,580	0,02	2-Гептин-1-ол
7.	4,990	4,970	5,015	0,00	Бета,-мирцен
8.	5,080	5,025	5,095	0,00	Нерол (CAS)
9.	5,443	5,390	5,565	0,01	Транс-гераниол
10.	5,662	5,565	5,720	0,04	Бензол, 1-метил-4-(1-метилэтил)- (CAS)
11.	6,518	5,720	6,750	15,67	Лимонен
12.	6,701	6,665	6,745	0,01	бета,-Оцимен
13.	6,891	6,755	7,095	0,03	Гамма,-терпинен
14.	7,798	7,740	7,830	0,01	1,6-октаден-3-ол, 3,7-диметил-

15.	7,935	7,830	8,120	0,32	Цис-3-гексенальный диэтилацеталь
16.	8,145	8,120	8,170	0,05	Линалул
17.	8,210	8,170	8,230	0,06	1,6-октаден-3-ол, 3,7-диметил-
18.	8,331	8,230	8,365	0,12	Линалул
19.	8,384	8,365	8,405	0,04	1,6-октаден-3-ол, 3,7-диметил-
20.	8,463	8,405	8,560	0,19	Транс-4-метокси туян
21.	8,609	8,560	8,715	0,17	Бицикло[2,2,1]гептан-2-один, 1,7,7-триметил-, (1S)-
22.	8,748	8,715	9,245	0,31	Оксид лимонена
23.	9,290	9,245	9,405	0,04	2,3-диазатрицикло[4,2,1,0(4,8)]не-2-ене, 7,7,8-триметил-
24.	9,475	9,405	9,725	0,03	1,2,3-пропанетриол (CAS)
25.	11,634	11,425	11,655	0,38	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)-, (S)- (CAS)
26.	12,020	11,655	12,035	2,30	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)-, (S)- (CAS)
27.	12,275	12,035	12,295	3,05	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)- (CAS)
28.	12,411	12,295	12,425	1,97	Карвоне
29.	12,556	12,425	12,570	2,51	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)- (CAS)
30.	12,662	12,570	12,670	1,93	Псевдолимонен
31.	12,731	12,670	12,745	1,55	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)- (CAS)
32.	12,777	12,745	12,790	0,97	2-циклогексен-1-один, 2-метил-5-(1-метиленил)- (CAS)
33.	12,856	12,790	12,870	1,82	Трицикло[3,3,0,0(2,8)]октан-3-один, 5,8-диметил-
34.	12,994	12,870	13,020	3,69	2(1H)-нафталенон, 3,4,5,6,7,8-гексагидро- (CAS)
35.	13,055	13,020	13,070	1,31	Трицикло[3,3,0,0(2,8)]октан-3-один, 5,8-диметил-
36.	13,096	13,070	13,110	1,08	1,7,7-триметилбицикло[2,2,1]гепт-5-эн-2-один

37.	13,126	13,110	13,155	1,24	Бицикло[3,3,0]октан-3-один, 7-этилиден-
38.	13,299	13,155	13,315	4,67	1,7,7-триметилбицикло[2,2,1]гепт-5-эн-2-один
39.	13,419	13,315	13,430	3,60	Бицикло[4,4,0]dec-5-en-4-one-1-карбоновая кислота
40.	13,472	13,430	13,490	1,97	2-циклогексен-1-ол, 2-метил-5-(1-метиленил)-, цис-
41.	13,545	13,490	13,560	2,35	Спиро[bicyclo[3,3,0]октан-6-на-3-циклопропан]
42.	13,624	13,560	13,745	3,91	Альфа,-оксид пинена
43.	13,705	13,690	13,740	0,02	Гераниол
44.	13,794	13,745	14,050	0,20	1-циклогексен-1-карбоксальдегид, 4-(1-метиленил)-
45.	13,966	13,940	14,045	0,00	Нерол (CAS)
46.	14,127	14,090	14,150	0,00	Уксусная кислота, 1,7,7-триметил-бицикло[2,2,1]гепт-2-ил эфир
47.	14,304	14,260	14,340	0,00	2-ундеканоне (cas)
48.	14,523	14,425	14,565	0,01	Фенол, 2-метил5-(1-метилэтил)-(CAS)
49.	14,603	14,565	14,635	0,01	Андеканаль (CAS)
50.	14,650	14,635	14,775	0,01	2-гексил фуран
51.	14,823	14,775	14,885	0,01	9-гидрокси-линалол
52.	14,935	14,885	14,955	0,00	Бутан, 1,1’-[метиленебис(окси)]бис[3-метил-
53.	15,032	14,955	15,090	0,04	2,6-октадиеновая кислота, 3,7-диметил-, метилэфир
54.	15,205	15,090	15,285	0,03	1,2-циклогексанодиол, 1-метил-4-(1-метиленил)-
55.	15,342	15,285	15,480	0,03	2-циклогексен-1-ол, 2-метил-5-(1-метиленил)-, ацетат
56.	15,530	15,480	15,665	0,01	3-октанон, 4-метил-
57.	15,749	15,665	15,840	0,05	3-циклогексен-1-метанол, ,альфа,,,альфа,,4-триметил-, ацетат
58.	15,955	15,840	15,995	0,02	7-эпи-цис-сесквисабинен гидрат
59.	16,029	15,995	16,125	0,02	2-undecenal, e-
60.	16,204	16,125	16,390	0,03	4-гептенал

61.	16,655	16,585	16,675	0,01	Пентановая кислота, 2-метил-, ангидрид
62.	16,767	16,675	16,880	0,09	2,6-октаден-1-ол, 3,7-диметил-, ацетат
63.	17,228	17,160	17,295	0,01	(-)-,бета,-Элемене
64.	17,461	17,320	17,540	0,06	Джунипене
65.	17,575	17,540	17,710	0,01	Бицикло[7,2,0]undec-4-ene, 4,11,11-триметил-8-метилен-, (z)-(1r,9s)-(-)-
66.	17,939	17,775	18,055	0,14	Кариофиллен
67.	18,519	18,435	18,660	0,01	2(3H)-фуранон, 5-гексилдигидро-
68.	18,859	18,775	19,015	0,03	2,6-октадиен, 1-(1-этоксиэтокси)-3,7-диметил- (CAS)
69.	19,228	19,175	19,310	0,00	Цис-, бета, -фарнезена
70.	19,663	19,550	19,720	0,02	Гермакрен Д
71.	19,770	19,720	19,850	0,01	Бензол, 1-(1,5-диметил-4-гексенил)-4-метил-
72.	19,924	19,850	20,055	0,02	Нонаноновая кислота, 9-оксо-, этиловый эфир
73.	20,152	20,055	20,235	0,01	2-додеканоне
74.	20,364	20,235	20,495	0,01	3,9-эпокситрицикло[4,2,1,1(2,5)]dec-7-en-10-ol, 9,10-диметил-
75.	20,685	20,625	20,800	0,00	бета,-бисаболен (CAS)
76.	22,313	21,975	22,370	0,20	Оксид кариофиллена
77.	22,393	22,370	22,515	0,05	2-циклопентен-1-карбонная кислота, 1,2,3-триметил-, этилэфир, (,+-,)-
78.	22,570	22,515	22,685	0,02	Сальвиал-4(14)-в-1-одном
79.	22,731	22,685	22,805	0,00	Оксид кариофиллена
80.	23,024	22,970	23,100	0,00	Нафталин, декагидро- (CAS)
81.	23,210	23,100	23,275	0,00	Додекановая кислота, этиловый эфир
82.	23,525	23,465	23,585	0,00	9-Октадецен-1-ол, (Z)- (CAS)
83.	23,930	23,885	24,035	0,00	1H-бензоциклогептен-7-ол, 2,3,4,4a,5,6,7,8-октагидро-1,1,4a,7-тетраметил-, цис- (CAS)

84.	24,661	24,565	24,735	0,01	Валериновая кислота, 2-пентадециловый эфир
85.	25,070	25,035	25,115	0,00	2-додеканал
86.	25,161	25,115	25,230	0,01	Эремофилен (CAS)
87.	25,382	25,340	25,465	0,00	3-(4-оксоциклогексил)-пропионовая кислота, этиловый эфир
88.	25,594	25,555	25,655	0,00	2-n-Октилфуран
89.	25,808	25,760	25,900	0,00	Нонан, 1,1-диетокси- (CAS)
90.	25,986	25,940	26,070	0,00	2-гептадеканон
91.	26,665	26,465	26,780	0,03	Ситронеллал
92.	27,026	26,950	27,155	0,01	3,9-диметилтрицикло[4, 2, 1, 1(2,5)]декан-9-ол
93.	27,879	27,765	28,005	0,01	1-Недекацен, 11,11-диетокси-
94.	28,737	28,620	28,860	0,09	Тетрадеканоевая кислота, этиловый эфир
95.	28,915	28,860	28,965	0,00	Цитронелилбутират
96.	29,262	29,220	29,320	0,00	Гептадекан
97.	29,981	29,895	30,105	0,03	2-пентадеканон, 6,10,14-триметил- (CAS)
98.	30,165	30,105	30,235	0,00	Неофитадиен
99.	30,420	30,355	30,495	0,00	Этил E-4-деценоат
100.	30,760	30,700	30,845	0,00	Этил E-4-деценоат
101.	31,309	31,235	31,435	0,01	Пентадекановая кислота, этиловый эфир
102.	31,864	31,795	31,995	0,01	Нонадекан (CAS)
103.	32,115	32,025	32,335	0,06	Ундекановая кислота, 10-метил, метилэфир
104.	33,079	32,980	33,145	0,01	Z-8-Тетрадецен-1-илацетат
105.	33,233	33,145	33,360	0,05	Этил9-гексадеценоат
106.	33,440	33,360	33,645	0,03	1,5,9-декатриен, 2,3,5,8-тетраметил-
107.	34,464	33,835	35,570	4,47	Гексадекановая кислота, этиловый эфир
108.	34,920	34,900	34,970	0,00	Гексадекановая кислота, этиловый эфир (CAS)
109.	35,025	34,970	35,265	0,01	Оксиран, тетрадецил-
110.	35,793	35,740	35,885	0,00	Этил-9-гексадеценоат

111.	36,279	36,200	36,320	0,01	9,12-октадекадиеновая кислота, метилэфир
112.	36,419	36,320	36,480	0,04	9-Деканал, 2,10-диметил-
113.	36,601	36,480	36,670	0,09	6-октадеценовая кислота, метилэфир (CAS)
114.	36,715	36,670	36,780	0,04	(1r,2r,3s,5r)-(-)-2,3-пинандиол
115.	36,800	36,780	36,815	0,01	7-оксабицикло[4,1,0]гептан-2-он, 6-метил-3-(1-метилэтил)- (CAS)
116.	36,865	36,815	36,890	0,02	11-октадеценовая кислота, метилэфир (CAS)
117.	36,905	36,890	36,925	0,00	Метил 3-оксо-5-(1-нитро-2-оксоциклодецил)пентаноат
118.	36,990	36,925	37,005	0,00	Мусколактон
119.	37,115	37,080	37,175	0,00	Серная кислота, октадецил 2-пропиловый эфир
120.	38,226	37,935	38,240	0,58	9,12-октадекадиеновая кислота (Z,Z)-
121.	38,314	38,240	38,335	0,48	Этиловый эфир линолевой кислоты
122.	38,350	38,335	38,365	0,16	Этиловый эфир линолевой кислоты
123.	38,472	38,365	38,495	0,86	9,12-октадекадиеновая кислота (Z,Z)-
124.	38,622	38,495	38,645	1,37	9,12-октадекадиеновая кислота (Z,Z)-
125.	38,850	38,645	38,865	2,82	Этанол, 2-(9,12-октадекадиенилокси)-, (Z,Z)-
126.	38,935	38,865	38,950	1,35	Этиловый эфир линолевой кислоты
127.	39,002	38,950	39,060	2,00	Этиловый эфир линолевой кислоты
128.	39,121	39,060	39,135	1,51	Этиловый эфир линолевой кислоты
129.	39,209	39,135	39,235	2,21	Этиловый эфир линолевой кислоты
130.	39,273	39,235	39,305	1,72	Этиловый эфир линолевой кислоты
131.	39,373	39,305	39,390	2,20	Этиловый эфир линолевой кислоты

132.	39,452	39,390	39,510	3,39	Этиловый эфир линолевой кислоты
133.	39,568	39,510	39,605	2,72	9,12-октадекадиеновая кислота (Z,Z)-, метилэфир
134.	39,680	39,605	39,695	2,31	Этилолеат
135.	39,723	39,695	39,875	3,23	Этилолеат
136.	40,133	39,875	40,895	5,31	Этил9-гексадеценоат
137.	40,748	40,710	40,890	0,00	2,6,6-триметилбицикло[3,1,1]гептан-2-ol
138.	41,339	41,290	41,445	0,01	1,6,10-додекатриен-3-ол, 3,7,11-триметил-, (E)-
139.	41,542	41,480	41,625	0,01	,Бета,-цитронелол, трифтороацетат
140.	42,217	42,155	42,285	0,00	Этиловый эфир линолевой кислоты
141.	42,434	42,285	42,470	0,01	Эйкозане
142.	42,506	42,470	42,580	0,01	Этиловый эфир линолевой кислоты
143.	43,116	42,955	43,215	0,03	Метилэфир рицинолеиновой кислоты
144.	43,479	43,215	43,530	0,47	9,12-октадекадиеновая кислота (Z,Z)-
145.	43,591	43,530	43,675	0,07	Этил9-гексадеценоат
146.	43,705	43,675	43,845	0,01	9,12-октадекадиеновая кислота (Z,Z)-
147.	44,062	43,955	44,185	0,03	Гексанедионовая кислота, бис(2-этилгексил) эфир (CAS)
148.	44,288	44,185	44,420	0,05	Эйкозановая кислота, этиловый эфир
149.	44,502	44,430	44,620	0,01	2-октилциклопропен-1-гептанол
150.	44,762	44,660	44,890	0,01	Жир петуха
151.	46,291	46,205	46,400	0,01	Rac-1,2,4-Триметил-3-нитробицикло[3,3,1], нонан-9-один
152.	47,173	46,865	47,305	0,45	Ди-н-октилфталат
153.	47,570	47,495	47,630	0,00	8,11-октадекадиеноновая кислота, метилэфир (CAS)
154.	47,678	47,630	47,730	0,00	Декан, 1,1’-оксибис- (CAS)

155.	47,944	47,885	48,040	0,00	9-октадецин
156.	48,821	48,735	48,930	0,01	Октадекановая кислота, этиловый эфир
157.	49,268	49,205	49,345	0,00	Гептакозан (CAS)
158.	50,160	49,980	50,275	0,03	9-октадеценовая кислота (Z)-, 2-гидрокси-1-(гидроксиметил)этилэфир (CAS)
159.	50,384	50,275	50,575	0,05	Гексанедионовая кислота, бис(2-этилгексил) эфир (CAS)
160.	51,250	51,055	51,320	0,19	Гексанедионовая кислота, бис(2-этилгексил) эфир (CAS)
161.	51,473	51,410	51,560	0,01	Гексакозан
162.	51,696	51,635	51,805	0,00	1,3-бензолдикарбонная кислота, бис(2-этилгексил) эфир
163.	51,974	51,875	52,065	0,02	2,6-октаден-1-ол, 3,7-диметил-, пропаноат, (E)-
164.	52,163	52,065	52,275	0,04	Бицикло[4,1,0]гептан-3-ол, 4,7,7-триметил-, (1,альфа,,3,альфа,,4,бета,,6,альфа,)-
165.	53,687	53,545	53,775	0,09	2,6,10,14,18,22-тетракозагексаен, 2,6,10,15,19,23-гексаметил- (CAS)
166.	54,610	54,525	54,690	0,01	(1S-(1Alpha,2alpha,4beta))-1-изопропенил-4-метил-1,2-циклогексанодиол
167.	54,763	54,695	54,825	0,00	(1S-(1Alpha,2alpha,4beta))-1-изопропенил-4-метил-1,2-циклогексанодиол
168.	55,478	55,280	55,530	0,09	(E)-3,7-диметилокта-2,6-диенилизобутилкарбонат
169.	55,575	55,530	55,600	0,02	2,6-октаден-1-ол, 3,7-диметил-, ацетат, (Z)-
170.	55,655	55,600	55,725	0,06	1-n-пентадецил-декагидронафтален
171.	55,770	55,725	55,890	0,01	Бицикло[2,2,1]гептан, 2-[9-борабицикло[3,3,1]не-9-илокси]-, 1,7,7-триметил-
172.	59,569	59,510	59,655	0,00	Нонакозане
173.	62,218	62,130	62,335	0,01	Стигмаст-5-ен-3-ол, (3,бета,,24s)-

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу жұмыстары нәтижесінде аса критикалық CO_2 экстракция процесі арқылы жантақтың экстрактысы алынды. Қосымша еріткіш ретінде этил спирті пайдаланылды және көмірқышқыл газы негізгі экстрагент болды. Тәжірибе кезінде таңдалған негізгі параметрлерге келсек, қысым 10Мпа, температура 35 , көмірқышқыл газының шығына 2,1-2,3л/мин, этил спиртінің мөлшері 150 мл. Осындай параметрлер негізінде экстракт шығымы 9,31 г/100г деңгейде болды және биологиялық белсенді компоненттердің белсенді бөлінуі орын алды.

Газды хроматография-масс-спектрометрия әдісі арқылы жүргізілген талдау барысында экстракт құрамында 170-тен астам қосылыс сәйкестендірілді. Алынған компоненттердің ең негізгілері монотерпендер, терпаноидтар, май қышқылдары, фитостеролдар болып табылды. Аталған компоненттердің барлығы жоғары биологиялық белсенділікке және антиоксиданттық, антимикробтық, мембранопротекторлық қасиеттерге ие.

Жүргізілген зерттеулер аса критикалық CO_2 эстракция әдісі жантақ өсімдігінен экстракт алудың қауіпсіз әдіс екенін көрсетті. Бұл әдіс органикалық еріткіштердің қолдану мөлшерін азайтып, экстракттың жоғары сапасын және табиғи қасиеттерінің сақталуын қамтамасыз етеді. Экстракттың биологиялық белсенді қоспаларының көп болуы, оны тағам, алкогольсіз сусын, косметика және химия өнеркәсібінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Нәтижесінде, жүргізілген зерттеу жантақтан аса критикалық CO_2 экстракция арқылы биологиялық белсенді қоспаларға бай экстракт алуға болатынын көруге болады. Ұсынылған технология өсімдік шикізатын экологиялық таза, тиімді түрде өңдеуге, табиғи қосылыстарды бөліп алуға, құндылығы жоғары өнімдер өндіруге жол ашады. Болашақта алынған экстракттардың биологиялық құндылығын тереңірек зерттеу және өнеркәсіптік деңгейде қолдану мақсатында қосымша жұмыстар жүргізуге болады.

Әдебиеттер

1. Uwineza P.A., Waśkiewicz A. Recent Advances in Supercritical Fluid Extraction of Natural Bioactive Compounds from Natural Plant Materials // Molecules. -2020. -Vol.25(17): 3847. DOI 10.3390/molecules25173847.

2. Ahangari H., King J.W., Ehsani A., Yousefi M. Supercritical fluid extraction of seed oils -A short review of current trends // Trends in Food Science & Technology. -2021. -Vol.111. -P.249-260. DOI 10.1016/j.tifs.2021.02.066.

3. Hassim N., et al. Scale-up approach for supercritical fluid extraction with ethanol-water modified carbon dioxide on Phyllanthus niruri for scale enriched herbal extracts // Scientific Reports. -2021. -Vol. 11(1): 15818. DOI 10.1038/s41598-021-95222-0.

4. Saha K., Proma R.Z., Khan N. Phytochemical screening of plant extracts and GC-MS analysis of n-hexane extract of the leaves of Cassia alata Linn // The Journal of Phytopharmacology. -2020. -Vol.9(5). - P. 342–347. DOI 10.31254/phyto.2020.9509.

5. Tavassoli A.P., et al. Phytochemistry and therapeutic effects of Alhagi spp. and tarangabin in traditional and modern medicine: a review // Journal of Herbmed Pharmacology. -2020. -Vol.9(2). -P. 86-104. DOI 10.34172/jhp.2020.13.

6. Hoseinpour F., et al. Protective effect of the hydroethanolic extract of camelthorn (Alhagi maurorum) on benign prostatic hyperplasia induced by testosterone in rats// BMC Complementary Medicine and Therapies. -2025. -Vol.25(1). DOI 10.1186/s12906-025-04862-6.

7. Baldino L., Reverchon E. Challenges in the production of pharmaceutical and food related compounds by SC-CO_2 processing of vegetable matter // Journal of Supercritical Fluids. -2018. -Vol.134. -P.269-273.

DOI 10.1016/j.supflu.2017.11.034.

8. Cuéllar L.M., Escobedo-Avellaneda Z., del Valle J.M. Effect of supercritical CO_2 modified with ethanol on the extraction yield and antimicrobial activity of bioactive compounds from aerial parts of Berberis microphylla G. Forst // LWT - Food Science and Technology. -2024. - Vol.211: 116885. DOI 10.1016/j.lwt.2024.116885.

9. Abd-alkadhem N.A.D., Mohammed R.K. Determination of active phytochemical compounds of Alhagi maurorum using gas chromatography–mass spectroscopy (GC-MS) // Iraqi Journal of Science. -2022. -Vol.63(1). -P.87-97. DOI 10.24996/ijs.2022.63.1.10.

10. Xiao Y., Liu S., Gao Y., Zhang Y., Zhang Q., Li X. Determination of antibiotic residues in aquaculture products by liquid chromatography tandem mass spectrometry: recent trends and developments from 2010 to 2020 // Separations. -2022. -Vol.9(2): 35. DOI 10.3390/separations9020035.

11. Arumugham T., Rambabu K., Hasan S.W., Show P.L., Rinklebe J., Banat F. Supercritical carbon dioxide extraction of plant phytochemicals for biological and environmental applications-A review//Chemosphere. -2021. -Vol.271:129525. DOI 10.1016/j.chemosphere.2020.129525.

12. Dias A.L.B., de Aguiar A.C., Rostagno M.A. Extraction of natural products using supercritical fluids and pressurized liquids assisted by ultrasound: current status and trends // Ultrasonics Sonochemistry. -2021. -Vol.74: 105584. DOI 10.1016/j.ultsonch.2021.105584.

13. Zhang Q.W., et al. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review// Chinese Medicine. -2018. -Vol. 13(1). DOI: 10.1186/s13020-018-0177-x.

Авторлар туралы мәлімет

Куйколакова М.М. - докторант, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: realmadina@mail.ru;

Сергеева И.Ю. - техникалық ғылымдар докторы, доцент, Кемерово мемлекеттік университеті, Кемерово, Ресей Федерациясы, e-mail: sergeeva.76@list.ru;

Байгазиева Г.И. - биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: bgulgaishailias@mail.ru;

Аскарбеков Э.Б.- PhD доктор, Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: erik_ab82@mail.ru;

Кекибаева А.К. - PhD, қауымдастырылған профессор, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: anara_06061983@mail.ru.

Information about the authors

Kuikolakova M.M. - PhD student, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: realmadina@mail.ru;

Sergeeva I.Yu. - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia, e-mail: sergeeva.76@list.ru;

Baigazieva G.I. - PhD in Biological Sciences, Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: bgulgaishailias@mail.ru;

Askarbekov E.B. - PhD Doctor, K. Kulazhanov kazakh university of technology and business, Astana, Kazakhstan, e-mail: erik_ab82@mail.ru;

Kekibaeva A.K. - PhD, Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: anara_06061983@mail.ru.