

INVESTIGATION OF LIPOPHILIC COMPONENTS OF *RHEUM TATARICUM* L.f.

A. A. Turgunbaeva¹, E. E. Shults², O. I. Sal'nikova², V. A. Savelyev², G. N. Gemejiyeva³,
N. A. Sultanova¹, Ye. Ye. Zhatkanbayev¹, Zh. K. Zhatkanbayeva¹

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

²N.N. Vorozhtsov Novosibirsk Institute of Organic Chemistry (SB RAS), Russian Federation

³Republican State Enterprise on the Right of Economic Management "Institute of Botany and Phytointroduction" of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan Almaty, Kazakhstan

*E-mail: Ayman_88@mail.ru

Abstract. Despite the widespread use of *Rheum tataricum* L.f. (genus *Rheum* L., family *Polygonaceae* Juss.) in phytotherapy, its lipophilic components remain insufficiently studied. In this study, we analyzed the lipophilic composition of hexane extracts obtained from *Rheum tataricum* L.f. Plant material was harvested during the fruiting phase in the Almaty region. Metabolites were determined by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The Agilent MSD ChemStation software (version 1701EA) was used to control the gas chromatography system, record and process the obtained results and data. As a result of the study, 11 lipophilic components were found in the underground part, of which 7 were identified; in the aboveground part – 23 components, 12 compounds were identified. The main metabolites of the hexane extract obtained from the underground part of the plant are β -sitosterol (63.23%), campesterol (11.94%) and octacosanol (8.45%). Steroid components predominate among the identified compounds. In the aboveground part, β -sitosterol (28.92%), squalene (16.22%), γ -tocopherol (11.73%) and α -amyrin (4.64%) are dominant. The total proportion of identified components contained in the hexane extracts for the underground part was 91.20%, and for the aboveground part – 76.29%, respectively. Terpenoid compounds predominate in the studied extracts, which indicates potential biological activity and value for conducting further research.

Keywords: *Rheum tataricum* L.f., lipophilic compounds, gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), β -sitosterol, steroids, terpenes, hexane extract, extraction, *aerial part*, underground part.

Turgunbaeva Aiman Akulkuzu	PhD student; E-mail: Ayman_88@mail.ru
Shults Elvira Eduardovna	Doctor of Chemical Sciences, Professor; E-mail: schultz@nioch.nsc.ru
Sal'nikova Olga Iosifovna	Engineer, E-mail: olga@nioch.nsc.ru
Savelyev Victor Aleksandrovich	Candidate of Chemical Sciences; E-mail: vicsav@nioch.nsc.ru

Citation: A. A. Turgunbaeva, E. E. Shults, O. I. Sal'nikova, V. A. Savelyev, G. N. Gemejiyeva, N. A. Sultanova, Ye. Ye. Zhatkanbayev, Zh. K. Zhatkanbayeva. Investigation of lipophilic components of *rheum tataricum* L.f. *Chem. J. Kaz.*, **2025**, 3(91), 44-52. (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2025-3.2710-1185.33>

Gemejiyeva Nadezhda Gennadievna	Doctor of biological Sciences, Professor; E-mail: ngemed58@mail.ru
Sultanova Nurgul Adaybayevna	Doctor of Chemical Sciences, Professor; E-mail: nureu@mail.ru
Zhatkanbayev Yerlan Yerjanovich	Doctor of Technical Sciences, Acting Professor; E-mail: erlan.ntp@mail.ru
Zhatkanbayeva Zhanna Kalanbekovna	Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor; E-mail: zhanna01011973@mail.ru

RHEUM TATARICUM L.f. ӨСІМДІГІНІҢ ЛИПОФИЛЬДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

**А.А. Тургунбаева¹, Э.Э. Шульц², О.И. Сальникова², В.А. Савельев², Н.Г. Гемеджиева³,
Н.А. Султанова¹, Е.Е. Жатканбаев¹, Ж.К. Жатканбаева¹**

¹«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КЕАҚ, Астана, Қазақстан

²Н.Н.Ворожцов атындағы Новосибир органикалық химия институты (СО РАН),
Ресей Федерациясы

³ҚР ЭТРМ ОШЖДК «Ботаника және фитоинтродукция институты» ШЖҚ РМК,
Алматы, Қазақстан

E-mail: Ayman_88@mail.ru

Түйіндеме. *Rheum tataricum* L.f. өсімдігінің (*Rheum* L. туысы, *Polygonaceae* Juss. тұқымдасы) фитотерапияда кеңінен қолданылуына қарамастан, оның липофильді компоненттеріне толық зерттеу жүргізілмеген. Бұл зерттеуде газ *Rheum tataricum* L.f. өсімдігінен алынған гексан сығындысының құрамына талдау жүргізілді. Өсімдік шикізаты Алматы облысында жеміс беру кезеңінде дайындалды. Метаболиттер газ хроматографиясы-масс-спектрометрия (ГХ-МС) әдісімен анықталды. Алынған нәтижелер мен деректерді жазу және өңдеуде Agilent MSD ChemStation бағдарламасы (1701E нұсқасы) пайдаланылды. Зерттеу нәтижесінде жер асты бөлігінде 11 липофильді компонент анықталды және олардың идентификацияланғаны 7. Жер үсті бөлігінен 23 компонент табылды, олардың 12 құрылымы идентификацияланды. Өсімдіктің жер асты бөлігінен алынған гексан сығындысының негізгі метаболиттері β-ситостерол (63.23%), кампестерол (11.94%) және октакозанол (8.45%) болып табылады. Идентификацияланған қосылыстардың арасында стероидты компоненттер басым. Жер үсті бөлігінде β-ситостерол (28.92%), сквален (16.22%), γ-токоферол (11.73%) және α-амирин (4.64%) мөлшері жоғары. Жер асты бөлігі үшін гексан сығындысында идентификацияланған компоненттердің жалпы үлесі 91.20%, ал жер үсті бөлігі үшін сәйкесінше 76.29% құрады. Зерттелген сығындыларда терпеноидты қосылыстар басым, бұл одан әрі зерттеулер жүргізу үшін әр түрлі биологиялық белсенділікті анықтауда құндылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: *Rheum tataricum* L.f., липофильді қосылыстар, газ хроматография-масс-спектрометрия (ГХ-МС), строндтар, терпендер, β-ситостерол, гексан сығындысы, экстракция, жер үсті бөлік, жер асты бөлік.

Тургунбаева Айман Асылқызы	PhD докторант
Шульц Эльвира Эдуардовна	химия ғылымдарының докторы, профессор
Сальникова Ольга Иосифовна	РФА СБ НОХИ химиялық қызмет көрсету орталығының инженері
Савельев Виктор Александрович	Химия ғылымдарының кандидаты, доцент
Гемеджиева Надежда Геннадьевна	биология ғылымдарының докторы, профессор
Султанова Нұргүл Адайбайқызы	химия ғылымдарының докторы, профессор
Жатканбаев Ерлан Ержанович	Техника ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор
Жатканбаева Жанна Каланбековна	Химия ғылымдарының кандидаты, доцент

1. Кіріспе

Қазақстан Республикасы аумағында *Rheum L. (Polygonaceae Juss.)* туысының 9 түрі өседі, олардың 7 түрі дәрілік қасиеттерге ие [1, 2]. *Rheum tataricum* L.f. – Орта Азияның эндемик өсімдіктеріне жатады, ол шөлді және далалы жерлерде, таулы белдеудің төменгі беткейлерінде өседі. Тамыры мен жемістерінің қайнатпасы ішкі қан кетулерде қан тоқтататын құрал ретінде, қызу түсіретін дәрі ретінде, асқазан ауруларына немесе іш жүргізетін құрал ретінде қолданылады, ал оның күлі жараларды жазу үшін пайдаланылады. Бұл өсімдік антиоксиданттық, ісікке қарсы және Р-витаминдік белсенділікке ие дәрілерді алуға негізгі көз болып табылады [3].

Қазіргі уақытқа дейін *Rheum L.* туысының 18 түрінен әр түрлі химиялық қосылыс класына жатқызылған шамамен 200 компонент бөлініп, олардың химиялық құрамы, құрылысы зерттелген. Бұл компоненттер іш жүргізетін, антиоксиданттық, қабынуға қарсы, ісікке қарсы, антимикробтық, зенге қарсы, антиагрегаттық, қант диабетіне қарсы, ойық жараға қарсы, нефропротекторлық және гепатопротекторлық белсенділіктерді көрсеткен [4]. *Rh. ribes* L. өсімдігінің түркиялық жабайы түрінің газ хроматографиясы-масс-спектрометрия (ГХ-МС) талдауы нәтижесінде өсімдіктің барлық бөліктерінде май қышқылдары, май қышқылдарының күрделі эфирлері, қарапайым көмірсутектер және басқа органикалық қосылыстарды қосқанда 72 липофильді зат табылды [5]. Бұрын фитостероидтар, терпеноидтар органикалық қышқылдар және эфир майлар *Rheum* өсімдігінің басқа түрлерінен табылған [6,7].

Rh. tataricum L.f. өсімдігінің липофильді компоненттері бірегей биологиялық белсенді заттар тобына жатқанына қарамастан, қазіргі уақытта жеткілікті дәрежеде зерттелмеген. Бұған дейін негізінен май қышқылдары ғана сипатталған. Сондықтан бұл компоненттерді дәрілік шикізат ретінде қолдану мүмкіндігін анықтау үшін терең әрі кешенді зерттеу қажет. Осы жұмыс аясында өсімдіктің гексан сығындысының химиялық құрамы ГХ-МС әдісі арқылы зерттелді.

2. Тәжірбиелік бөлім

Зерттелетін өсімдік шикізаты *Rh. tataricum* L.f. өсімдігі Қазақстан Республикасының Алматы облысы аумағында бүршіктену кезеңінде жиналды. *Rh. tataricum* L.f. өсімдігі ҚР ЭТРМ ОШЖДК Ботаника және фитоинтродукция институтының «Өсімдік ресурстары» зертханасы қызметкерлерімен өңделіп және идентификацияланды.

Ұнтақталған 20 г *Rh. tataricum* L.f. өсімдігінің жер асты және жер үсті бөлігіне 250 мл гексан құйып (1:12.5) 60-80°C температурада 5-6 сағат бойы экстракцияланды. Алынған сығындыны айналмалы буландырғышта 50-55°C су моншасының температурасын қоса отырып концентрлену жүргізілді. Нәтижесінде сығынды компоненттер құрамы жер асты бөлік үшін 0.085 г, ал жер үсті бөлік үшін 0.198 г құрады.

Концентрленген гексан сығындысыныларына Acros маркалы, өлшемі (60-200 μ m, 60A) силикагелмен және өлшемі (1.0×25 см) бағанды пайдалана

отырып, бағаналы хроматография әдісі жүргізілді. Гексан сығындысының химиялық құрамы (жер асты бөлігі 0.43% және жер үсті бөлігі 0.99%) ГХ-МС арқылы талданды. ГХ-МС Agilent 7890B газ хроматографы және Agilent 5977A (EI, 70 эВ) масс-селективті детекторы бар Agilent 7890B/5977A құрылғысында жүргізілді. Хроматографиялық талдау шарттары: сынама көлемі 1,0 мкл, бөлусіз ағын негізінде сынама енгізу температурасы 240 °С. Бөлу DB-Waxetr хроматографиялық капиллярлық бағанында жүргізілді (30 м × 0.25 мм ішкі диаметрі, пленка қалыңдығы 0.25 мкм); тасымалдаушы газ ағынының жылдамдығы 1 мл/мин болатын гелий. Бағдарламаланған баған температурасы 40°C-тан 240°C-қа дейін (қыздыру жылдамдығы 1 мин ішінде 5°C, ұстау 10 мин) және 240°C 30 мин бойы. Детекция SCAN режимінде m/z 34-850 жүргізілді. Газ хроматографиясы жүйесін басқару, алынған нәтижелер мен деректерді жазу және өңдеуде Agilent MSD ChemStation бағдарламасы (1701E нұсқалы) пайдаланылды. Компоненттерді сәйкестендіру масс-спектрометриялық детектор көмегімен алынған спектрлік деректерді, ұсталу уақытын және шың аудандарын талдау арқылы жүзеге асырылды.

3. Нәтижелер және талқылаулар

Rh. tataricum L.f. өсімдігінің гексан сығындысының химиялық құрамын ГХ-МС әдісімен зерттеу нәтижесінде жер асты бөлігінде 11 липофильді қосылыс анықталды, оның 7 кітапхана деректерімен сәйкестендірілді (кесте 1).

Анықталған заттардың құрамында алканол, стерол және стерондар класына жататын қосылыстар басым болды. Идентификацияланған компоненттер үлесі 91.20% құрады.

Кесте 1 – *Rheum tataricum* L.f. өсімдігінің жер асты бөлігінің гексан сығындысының құрамы

№	Қосылыс атауы	Молекулалық формуласы	Молекулалық массасы	Сақталу уақыты, мин	Мөлшері, %
1	анықталмаған компонент	-	-	23.91	0.56
2	октакозanol	C ₂₈ H ₅₆ O	409	28.84	8.45
3	анықталмаған компонент	-	-	29.74	5.16
4	5-диен, 3-стигмастан	C ₂₉ H ₄₈	396	29.97	1.44
5	кампестерол	C ₂₈ H ₄₈ O	400	32.25	11.94
6	стигмастерол	C ₂₉ H ₄₈ O	412	32.95	2.13
7	β-ситостерол	C ₂₉ H ₅₀ O	414	34.29	63.23
8	анықталмаған компонент	-	-	35.43	0.97
9	5-диен-7-он, 3-стигмаст	C ₂₉ H ₄₆ O	410	36.72	0.90
10	4-ен-3-он-стигмаст	C ₂₉ H ₄₈ O	412	37.80	3.11
11	анықталмаған компонент	-	-	37.57	2.11
	Жалпы				100.00
	Анықталған компонент				91.20
	Анықталмаған компонент				8.80

Rh. tataricum L.f. өсімдігі жер асты бөлігінің гексан сығындысындағы негізгі компоненттер: β -ситостерол (63.23%), кампестерол (11.94%) және октакозанол (8.45%). Стеролдар жер асты бөліктің негізгі метаболиттері болып табылатындығы талдау нәтижесінен белгілі болды. Бұл олардың өсімдік метаболизміндегі маңыздылығын айқындайды. β -Ситостерол *Rh. palmatum* және *Rh. wittrockii* C.E.Lundstr. өсімдіктерінің негізгі компоненттерінің бірі болып табылады [9, 10]. *Rh. ribes* өсімдігінің гүлінен аса критикалық көмірқышқыл газы мен полярлы еріткіштерді қолдану арқылы модификацияланған сығындысынан май қышқылдары мен фитостериндер бөлініп алынған [11].

ГХ-МС талдау нәтижесінде *Rh. tataricum* L.f. өсімдігінің жер үсті бөлігінің гексан сығындысынан жалпы 23 компонент анықталып, олардың 12 нақты сәйкестендірілді (кесте 2). Белгілі болған заттардың негізгі бөлігін терпендер, май қышқылдары, стероидтар, токоферол, стеролдар мен спирттер құрайды. Сандық жағынан β -ситостерол (28.92%), сквален (16.22%), γ -токоферол (11.73%), α -амирин (4.64%) үлесі жоғары мөлшерді құрады. Гексан сығындысындағы заттардың 76.29% кітапханалық мәліметтермен толық сәйкестік көрсетті. Қалған 23.69% сығындыда әлі зерттелмеген немесе сирек кездесетін заттардың болуы мүмкін екенін көрсетеді.

Кесте 2 – *Rheum tataricum* L.f. өсімдігінің жер үсті бөлігінің гексан сығындысының құрамы

№	Қосылыс атауы	Молекулалық формуласы	Молекулалық массасы	Сақталу уақыты, мин	Мөлшері, %
1	анықталмаған компонент	-	-	17.97	2.70
2	анықталмаған компонент	-	-	18.41	0.87
3	9-октодекон қышқылы (9E)	$C_{18}H_{34}O_2$	282	19.54	1.46
4	фитол	$C_{20}H_{40}O$	296	20.71	0.95
5	алкан	-	-	27.09	2.29
6	анықталмаған компонент	-	-	27.19	0.43
7	анықталмаған компонент	-	-	27.88	0.66
8	γ -токоферол	$C_{28}H_{48}O_2$	430	29.24	1.54
9	алкан	-	-	29.57	1.64
10	алканол	-	-	29.74	3.49
11	5-диен, 3-стигмастан	$C_{29}H_{48}$	396	29.95	1.41
12	γ -токоферол	$C_{28}H_{48}O_2$	430	30.44	11.74
13	анықталмаған компонент	$C_{20}H_{38}$	278	30.64	5.01
14	анықталмаған компонент	-	-	33.85	2.87
15	β -ситостерол	$C_{29}H_{50}O$	414	34.17	28.93
16	анықталмаған компонент	-	-	34.79	5.07
17	β – амирин	$C_{30}H_{50}O$	427	34.92	1.98
18	анықталмаған компонент	-	-	35.60	2.20

Кесте 2 жалғасы

19	α -амирин	$C_{30}H_{50}O$	427	36.03	4.64
20	анықталмаған компонент	-	-	37.12	1.36
21	анықталмаған компонент	-	-	37.57	1.83
22	сквален	$C_{30}H_{50}$	410.7	41.19	16.22
23	анықталмаған компонент	-	-	43.42	0.69
	Жалпы				99.98
	Анықталған компонент				76.29
	Анықталмаған компонент				23.69

Бұған дейін *Rh. L.f.* өсімдігінің тамырынан май қышқылдары бөлініп анықталған [12]. *Rh. officinale* өсімдігінің [13], және *Rh. spiciforme* Royle өсімдігінің сулы-метанол сығындысының бактерияларға және зендерге қарсы әсерін зерттегенде құрамындағы негізгі компоненттер стероидтар және терпендер болып табылған [14]. β -ситостерол мөлшері *Rh. tataricum* L.f. өсімдігінде жер үсті бөлігіне (28.92%) қарағанда жер асты бөлігінде (63.23%) жоғары, сонымен қатар жер үсті бөлігінде γ -токоферол (11.73%) және терпендер – сквален (16.22%), α -амирин (4.64%) үлесі басым. Гексан сығындысында терпендердің үлесінің басым болғаны, бұл өз кезегінде *Rh. tataricum* L.f. өсімдігінің жер үсті бөліктерінің түрлі биологиялық белсенділіктерін айқындауда ерекше назар аудартады.

γ -токоферол – липофильдік ортадағы радикалдарға қарсы белсенділігімен ерекшеленетін антиоксидант. Әдебиет көзінде α -амирин және оның туындысының қабыну ауруларын емдеуге арналған жергілікті дәріні жасауда өзектілігі әрі маңыздылығы хабарланған [15].

Барлық анықталған қосылыстар *Rh. tataricum* L.f. өсімдігі үшін алғаш рет табылды.

4. Қорытынды

ГХ-МС әдісі нәтижесінде *Rh. tataricum* L.f. өсімдігінің жер асты бөлігінің гексан сығындысынан 11 липофильді қосылыс анықталып, олардың 7 спектрлік деректер негізінде сәйкестендірілді; жер үсті бөлігінен 23 компонент табылып, олардың 12 нақты анықталды.

Rh. tataricum L.f. өсімдігі жер асты бөлігінде β -ситостерол (63.23%), кампестерол (11.94%) және октакозанол (8.45%) компоненттерінің мөлшері басым, ал жер үсті бөлігінде β -ситостерол (28.92%), сквален (16.22%), γ -токоферол (11.73%), α -амирин (4.64%) үлесі жоғары мөлшерді құрады. Идентификацияланған компоненттердің үлесі жер асты бөлік үшін 91.20%, жер үсті бөлік үшін сәйкесінше 76.29% құрайды.

Алғыс: Бұл жұмыс Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті мен (РФА СБ) Н.Н. Ворожцов атындағы Новосибирск органикалық химия институты арасында жасалған халықаралық ынтымақтастық туралы меморандум шеңберінде орындалды.

Спектрлік және аналитикалық өлшеулер үшін Н.Н. Ворожцов атындағы Новосибирск органикалық химия институтының (РФА СБ) химиялық зерттеулердің көпсалалы орталығына алғыс білдіреміз.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар бұл мақалада өзара мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИПОФИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ *RHEUM TATARICUM* L.f.

А.А. Тургунбаева¹, Э.Э. Шульц², О.И. Сальникова², В.А. Савельев², Н.Г. Гемеджиева³,
Н.А. Султанова¹, Е.Е. Жатканбаев¹, Ж.К. Жатканбаева¹

¹НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан

²Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН,
Новосибирск, Россия

³РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК,
Алматы, Казахстан

*E-mail: Ayman_88@mail.ru

Резюме. Несмотря на широкое применение *Rheum tataricum* L.f., (род *Rheum* L., семейство *Polygonaceae* Juss.) в фитотерапии, его липофильные компоненты остаются недостаточно изученными. В данном исследовании провели анализ липофильного состава гексановых экстрактов, полученных из *Rheum tataricum* L.f. Растительное сырье заготовили в фазу плодоношения в Алматинской области. Метаболиты определили методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС). Для обработки полученных результатов и данных использован программное обеспечение Agilent MSD ChemStation (версия 1701EA). В результате исследования в подземной части обнаружили 11 липофильных компонентов, из которых идентифицировали 7; в надземной части – 23 компонента, идентифицировали 12 соединений. Основными метаболитами гексанового экстракта, полученного из подземной части растения, являются β -ситостерол (63.23%), кампестерол (11.94%) и октакозанол (8.45%). Среди идентифицированных соединений преобладают стероидные компоненты. В надземной части доминируют β -ситостерол (28.92%), сквален (16.22%), γ -токоферол (11.73%) и α -амирин (4.64%). Общая доля идентифицированных компонентов, содержащихся в гексановых экстрактах для подземной части составила 91.20%, а для надземной части – 76.29% соответственно. В исследуемых экстрактах преобладают терпеновые соединения, что свидетельствует о потенциальной биологической активности и ценности для проведения дальнейших исследований.

Ключевые слова: *Rheum tataricum* L.f., липофильные соединения, газовая хроматография-масс-спектрометрия (ГХ-МС), строиды, терпены, β -ситостерол, гексановый экстракт, экстракция, надземная часть, подземная часть.

<i>Тургунбаева Айман Акылкызы</i>	<i>PhD докторант</i>
<i>Шульц Эльвира Эдуардовна</i>	<i>Доктор химических наук, профессор</i>
<i>Сальникова Ольга Иосифовна</i>	<i>Инженер химического сервисного центра Новосибирского института органической химии СО РАН</i>
<i>Савельев Виктор Александрович</i>	<i>Кандидат химический наук, доцент</i>
<i>Гемеджиева Надежда Геннадьевна</i>	<i>Доктор биологических наук, профессор</i>
<i>Султанова Нургуль Адайбаевна</i>	<i>Доктор химических наук, профессор</i>
<i>Жатканбаев Ерлан Ержанович</i>	<i>Доктор технических наук, и.о. профессор</i>
<i>Жатканбаева Жанна Каланбекова</i>	<i>Кандидат химический наук, доцент</i>

Әдебиеттер тізімі

1. Байтенов М.С. *Флора Казахстана*. Алматы, Гылым, **2001**, 280.
2. Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. *Аннотированный список лекарственных растений Казахстана*. Алматы, Справочное издание, **2014**, 200.
3. *Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование*. Ленинград, Наука, Ленинградское отделение, **1984**, 272–277.
4. Qing-Xia Z., Hai-Feng W., Jian G., Hai-Jiang N., Shi-Lin C., Jun-Shan Y., Xu-Dong X. Review of Rhubarbs. Chemistry and Pharmacology. *Chin. Herb. Med.*, **2013**, **1**, № 5, 9–32.
5. Geçibesler İ. H. Analysis of lipophilic fingerprints of edible wild rhubarb (*Rheum ribes* L.)

using GC-MS combined with chemometrics. *Nat. Prod. Res.*, **2024**, 1-12. DOI: 10.1080/14786419.2024.2397045.

6. Khattak A. K., Hassan S. M., Mughal S. S. General overview of phytochemistry and pharmacological potential of *Rheum palmatum* (chinese rhubarb) *Innovare. J. Res. Ayurvedic Sci.*, **2020**, 6, №8, 1-5. DOI: 10.22159/ijas.2020.v8i6.39192.

7. Wang X. F., Zheng J. H., Chen Q. Y. GC/MS in the study of chemical constituents of volatile oil from *Rheum tanguticum*. *Chin. J. Chin. Mater. Med.*, **1995**, 12, № 30, 719-720.

8. Гемеджиева Н.Г., Каржаубекова Ж.Ж. Элементный, amino- и жирнокислотный состав *Rheum tataricum* L. из Южного Прибалхашья. *Изв. НАН РК. Сер. Химия*, **2016**, 84, № 4, 21–25.

9. Yang F., Li X., Zhang Y., Ren Y., Zhang J., Xiao K. Prediction of potential mechanisms of rhubarb therapy for colorectal cancer based on network pharmacological analysis and molecular docking. *Medicine (Baltimore)*, **2024**, 12, № 103, 37477. DOI: 10.1097/MD.00000000000037477.

10. Min D., Xu L., Zhang Z., Wang H., Huang D., Guo D., Zheng J. Chemical constituents of *Rheum wittrochii* Lundstr(I). *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, **1998**, 7, № 23, 416-418.

11. Hoseini S., A., Vazifedoost M., Hajirostamloo B., Didar Z., Nematshahi M., M. Supercritical fluid extraction and encapsulation of Rivas (*Rheum ribes*) flower: Principal component analysis (PCA). *Heliyon*. **2025**, 2, № 11. DOI: 10.1016/j.heliyon.2025.e41746.

12. Semenuta K.N., Kurkin V.A., Shmygareva A.A. Development of the Technique of Quantitative Determination of Anthracene derivatives in roots of *Rheum officinale*. *Res. J. Pharm. Technol.*, **2019**, № 10, 4696-4698.

13. Xie F.P., Wang N., Gao J., Zhang G., Song Z.X., Li Y.Y., Zhang Y.L., Wang D.Y., Li R., Liu M.M., Tang Z.S. Variation and interaction mechanism between active components in *Rheum officinale* and rhizosphere soil microorganisms under drought stress. *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, **2023**, 6, №48, 1498-1509. DOI: 10.19540/j.cnki.cjcm.20221208.104.

14. Dar K.B., Bhat A.H., Amin S., Anees S., Masood A., Zargar M.I., Ganie S.A. Efficacy of Aqueous and Methanolic Extracts of *Rheum Spiciformis* against Pathogenic Bacterial and Fungal Strains. *J. Clin. Diagn. Res.*, **2016**, 9, № 10, 18-22. DOI: 10.7860/JCDR/2016/18036.8486.

15. Medeiros R., Otuki M.F., Avellar M.C., Calixto J.B. Mechanisms underlying the inhibitory actions of the pentacyclic triterpene alpha-amyrin in the mouse skin inflammation induced by phorbol ester 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate. *Eur. J. Pharmacol.*, **2007**, 2-3, № 559, 227-235. DOI: 10.1016/j.ejphar.2006.12.005.

References

1. Bajtenov M.S. *Flora Kazahstana*. Almaty, Gylm, **2001**, 280 p. (In Russian).
2. Grudzhinskaya L.M., Gemedzhieva N.G., Nelina N.V., Karzhaubekova Zh.Zh. *Annotirovannyj spisok lekarstvennyh rastenij Kazahstana*. Almaty, Spravochnoe izdanie, **2014**, 200 p. (In Russian).
3. *Rastitel'nye resursy SSSR: Cvetkovye rasteniya, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie*. Leningrad, Nauka, Leningradskoe otdelenie, **1984**, 272–277 p. (In Russian).
4. Qing-Xia Z., Hai-Feng W., Jian G., Hai-Jiang N., Shi-Lin C., Jun-Shan Y., Xu-Dong X. Review of Rhubarbs. Chemistry and Pharmacology. *Chin. Herb. Med.*, **2013**, 1, No. 5, 9-32.
5. Geçibesler İ. H. Analysis of lipophilic fingerprints of edible wild rhubarb (*Rheum ribes* L.) using GC-MS combined with chemometrics. *Nat. Prod. Res.*, **2024**, 1-12. DOI: 10.1080/14786419.2024.2397045.
6. Khattak A. K., Hassan S. M., Mughal S. S. General overview of phytochemistry and pharmacological potential of *Rheum palmatum* (chinese rhubarb) *Innovare. J. Res. Ayurvedic Sci.*, **2020**, 6, No. 8, 1-5. DOI: 10.22159/ijas.2020.v8i6.39192.
7. Wang X. F., Zheng J. H., Chen Q. Y. GC/MS in the study of chemical constituents of volatile oil from *Rheum tanguticum*. *Chin. J. Chin. Mater. Med.*, **1995**, 12, No. 30, 719-720.
8. Gemedzhieva N.G., Karzhaubekova Zh.Zh. Elementnyj, amino- i zhirkokislотноy sostav *Rheum tataricum* L. iz Yuzhnogo Pribalhash'ya. *Izv. NAN RK. Ser. Himiya*, **2016**, No. 4, 21–25. (In Russian).
9. Yang F., Li X., Zhang Y., Ren Y., Zhang J., Xiao K. Prediction of potential mechanisms of rhubarb therapy for colorectal cancer based on network pharmacological analysis and molecular docking. *Medicine (Baltimore)*, **2024**, 12, No. 103. DOI: 10.1097/MD.00000000000037477.
10. Min D., Xu L., Zhang Z., Wang H., Huang D., Guo D., Zheng J. Chemical constituents of *Rheum wittrochii* Lundstr(I). *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, **1998**, 7, No. 23, 416-418.

11. Hoseini S., A., Vazifedoost M., Hajirostamloo B., Didar Z., Nematshahi M., M. Supercritical fluid extraction and encapsulation of Rivas (*Rheum ribes*) flower: Principal component analysis (PCA). *Heliyon*. **2025**, 2, No. 11. DOI: 10.1016/j.heliyon.2025.e41746.
12. Semeniuta K.N., Kurkin V.A., Shmygareva A.A. Development of the Technique of Quantitative Determination of Anthracene derivatives in roots of *Rheum officinale*. *Res. J. Pharm. Technol.*, **2019**, No. 10, 4696-4698.
13. Xie F.P., Wang N., Gao J., Zhang G., Song Z.X., Li Y.Y., Zhang Y.L., Wang D.Y., Li R., Liu M.M., Tang Z.S. Variation and interaction mechanism between active components in *Rheum officinale* and rhizosphere soil microorganisms under drought stress. *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, **2023**, 6, No. 48, 1498-1509. DOI: 10.19540/j.cnki.cjcmm.20221208.104.
14. Dar K.B., Bhat A.H., Amin S., Anees S., Masood A., Zargar M.I., Ganie S.A. Efficacy of Aqueous and Methanolic Extracts of *Rheum Spiciformis* against Pathogenic Bacterial and Fungal Strains. *J. Clin. Diagn. Res.*, **2016**, 9, No. 10, 18-22. DOI: 10.7860/JCDR/2016/18036.8486.
15. Medeiros R., Otuki M.F., Avellar M.C., Calixto J.B. Mechanisms underlying the inhibitory actions of the pentacyclic triterpene alpha-amyrin in the mouse skin inflammation induced by phorbol ester 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate. *Eur. J. Pharmacol.*, **2007**, 2-3, No. 559, 227-235. DOI: 10.1016/j.ejphar.2006.12.005.