

Ж.Ж. Каржаубекова, Н.Г. Гемеджиева

Институт ботаники и фитоинтродукции КН МОН РК, Алматы
(E-mail: zhanna1322@mail.ru)

Элементный, amino- и жирнокислотный состав *Rheum tataricum* L. из Южного Прибалхашья

Впервые исследован макро- и микроэлементный состав, содержание amino- и жирных кислот в надземной и подземной частях *Rheum tataricum* L. (сем. *Polygonaceae* Juss.) из Южного Прибалхашья. Элементный анализ надземной и подземной частей растения показал наибольшее содержание макроэлементов К и Са, а из микроэлементов Zn. Выявлено 14 аминокислот и 8 жирных кислот. Из выявленных аминокислот в надземной части преобладают пролин, глицин и фенилаланин, а в подземной — тирозин, фенилаланин, глицин. Жирные кислоты представлены преимущественно олеиновой, стеариновой и пальмитиновой кислотами. Представлены современные результаты количественного содержания флавоноидов и дубильных веществ в сырье *Rheum tataricum*, заготовленном из различных популяций на территории Южного Прибалхашья.

Ключевые слова: *Rheum tataricum*, минеральный состав, amino- и жирнокислотное содержание.

Освоение лекарственной флоры и интенсивный поиск новых источников биологически активных веществ с широким спектром фармакологического действия весьма актуальны для развития отечественной фармацевтической промышленности. К числу перспективных источников растительного сырья относятся представители рода ревеня *Rheum* L. из семейства Гречишные *Polygonaceae* Juss.

Так, многие виды рода ревеня используются как кровоостанавливающее, вяжущее, противолихорадочное, слабительное, противоопухолевое, витаминное средство, применяются в официальной и народной медицине [1]. Род насчитывает около 50 видов, из них подавляющее большинство встречается в Азии [2]. Во флоре Казахстана род представлен 9 видами [3], из которых не менее 7 обладают лекарственными свойствами [3], два из них *Rheum altaicum* Losinsk и *Rh. Wittrockii* Lundstr. занесены в «Красную книгу Казахстана» [4].

Rheum tataricum L., түйе жапырақ, ревеня татарский, — хозяйственно ценный вид, наиболее распространенный на территории республики. Значительные запасы его были выявлены в 60-е годы прошлого столетия в Приаралье [5] и Прибалхашье [6]. В рамках проекта 0939/ГФ «Ресурсная характеристика некоторых хозяйственно-ценных растений (солодка, гармала, ревеня) Прибалхашья» (2015–2017 гг.) начаты современные исследования по выявлению распространения, урожайности, фитоценотической характеристике, сырьевой базы ревеня татарского [7].

Фитохимические исследования видов рода *Rheum* L. проводились в середине прошлого столетия на кафедре химии природных соединений КазНУ им. аль-Фараби под руководством д.х.н., профессора Т.К. Чумбалова [8–12]. Л.С. Алюкиной изучено влияние сезона заготовки на доброкачественность сырья. Так, автор отмечает, что в летний период в зависимости от вида ревеня происходит снижение доброкачественности сырья и накопление таннидов. Кроме того, показано влияние «глубины копки, способа рубки, дробления корня и условий сушки» на содержание таннидов [13]. У *Rh. tataricum* (чукры песчаной или равнинной) в подземной части отмечено высокое содержание дубильных веществ — до 25,7 %, в стеблях — 2,3 %, в листьях — 7,7 % [14], в кожуре плодов — 13 % [15]. В.П. Байгозиной исследована динамика накопления простых фенольных соединений, дубильных веществ и антрахиноновых красителей, установлена обратная зависимость между накоплением органических кислот и дубильных веществ [16].

Более современные химические исследования выполнены китайскими исследователями [17], которыми выделены хризофанол, эмодин, фисцион, алое-эмодин, 1,3,8-тригидроксиантрахинон, глюкопиранозиды эмодина, фисциона и хризофанолола, реосмин, ранее идентифицированные и выделенные Г.М. Нурғалиевой [18]. Китайскими исследователями показано ингибирующее действие антрахинонов, выделенных из корней ревеня татарского, на рост HeLa клеток [19].

Цель наших исследований — изучение макро- и микроэлементного состава, качественного и количественного содержания amino- и жирных кислот в сырье ревеня татарского из Южного Прибалхашья — потенциального источника сырья для получения отечественных фитопрепаратов.

Определяли содержание воды в корнях в период цветения (конец апреля — начало мая), средняя влажность составила 69,1 %, тогда как по литературным данным [13, 15] средняя влажность достигала 64,84 %. Нами проведен сравнительный анализ водно-спиртовых извлечений исследуемых образцов, собранных из разных мест популяций Южного Прибалхашья. Качественными реакциями с ДзПНА, ЖАК, $AlCl_3$ и парами NH_3 установили, что качественный состав веществ фенольного характера в надземной части исследуемых образцов практически одинаков и совпадает с ранее выполненными работами [18].

Содержание дубильных веществ, определяемое методом перманганатометрии, обнаружено в пределах 4,9–5,8 %, флавоноидов в пересчете на кверцетин — 2,7–3,8 % в надземной части. В корнях ревеня татарского выявлено 2,2–3,4 % флавоноидов и 4,2–12,3 % дубильных веществ.

В таблице 1 впервые приводятся данные по минеральному составу надземной и подземной частей ревеня татарского. Сырье *Rheum tataricum* было собрано 28.04.2015 г. в 5,5 км юго-восточнее пос. Бура Балхашского района Алматинской области.

Таблица 1
Содержание макро- и микроэлементов в исследуемых образцах *Rheum tataricum* L.

Часть растения	Содержание макро- и микроэлементов, мг/кг										
	K	Na	Mg	Ca*	Al	Fe	Zn	Cu	Ni	Cd	Cr
Надземная	47,59	10,33	6,28	3,75	14,27	4,21	39,8	4,95	2,45	0,02	3,34
Подземная	45,8	10,13	10,01	4,23	15,62	4,41	32,92	4,17	0,54	0,01	0,53

Примечание. Содержание Ca в %.

В исследуемых частях растения нами обнаружено 11 макро- и микроэлементов. Наблюдается высокое содержание калия, цинка, натрия как в надземной, так и в подземной частях растения. Содержание таких микроэлементов, как Fe и Cu совпадает в исследуемых органах растения, тогда как содержание Ni и Cr на порядок выше в надземной части по сравнению с подземной.

Нами проводилось определение amino- и жирных кислот в исследуемых частях ревеня татарского, которое позволило выявить 14 аминокислот и 8 жирных кислот (табл. 2, 3). Из 14 аминокислот, найденных в надземной части ревеня татарского, максимальными по содержанию являются пролин, сумма лейцина и изолейцина, треонин, глицин (0,352–0,196 %), а также фенилаланин, аланин, валин (0,185–0,176 %).

В подземной части сумма аминокислот значительно ниже, преобладают тирозин, глицин, фенилаланин и пролин (0,157–0,128 %). Содержание остальных обнаруженных аминокислот ниже 0,1 % (табл. 2).

Таблица 2
Содержание аминокислот в растительном сырье *Rheum tataricum* L.

Аминокислота	Массовая доля аминокислот, %	
	в надземной части	в подземной части
Аргинин	0,092	0,038
Лизин	0,098	0,025
Тирозин	0,117	0,157
Фенилаланин	0,185	0,138
Гистидин	0,117	0,068
Лейцин + изолейцин	0,215	0,087
Метионин	0,05	0,077
Валин	0,176	0,051
Пролин	0,352	0,128
Треонин	0,205	0,075
Серин	0,147	0,098
Аланин	0,185	0,098
Глицин	0,196	0,138

Определение содержания жирных кислот в ревене татарском, произрастающем на территории Южного Прибалхашья, проводилось нами впервые (табл. 3). В исследуемом сырье обнаружено восемь жирных кислот (табл. 3). Результаты содержания насыщенных жирных кислот в надземной части растения, таких как масляной, капроновой, каприновой, миристиновой, составляют менее 0,004 %, тогда как пальмитиновой и стеариновой на порядок выше — 0,02–0,05 %. Из ненасыщенных жирных кислот обнаружены линолевая (0,03 %) и олеиновая (0,05 %).

Таблица 3

Содержание жирных кислот в *Rheum tataricum*, собранном в 5,5 км юго-восточнее пос. Бура

Часть растения	Кислота, % *10 ⁻²							
	C _{4:0}	C _{6:0}	C _{10:0}	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}
Надземная	0,14	0,39	0,15	0,17	4,49	2,14	4,54	3,01
Подземная	0,010	0,027	0,11	0,15	4,93	2,51	9,84	7,75

Примечание. C_{4:0} — масляная; C_{6:0} — капроновая; C_{10:0} — каприновая; C_{14:0} — миристиновая; C_{16:0} — пальмитиновая; C_{18:0} — стеариновая; C_{18:1} — олеиновая; C_{18:2} — линолевая.

В подземной части растения масляная и капроновая кислоты содержатся в следах, тогда как содержание миристиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот практически одинаково с их содержанием в надземной части растения. Отмечено преобладание ненасыщенных кислот в два раза в подземной части по сравнению с надземной частью исследуемого образца. Выявленные жирные кислоты представлены насыщенными жирными кислотами пальмитиновой и стеариновой, а из обнаруженных ненасыщенных — в основном олеиновой кислотой.

Экспериментальная часть

Исследуемые образцы *Rh. tataricum* были собраны в фазе начала плодоношения в конце апреля — начале мая 2015 г. в саксаульниках Южного Прибалхашья на территории Балхашского административного района Алматинской области.

Заготовленные образцы ревеня татарского отделяли по органам, сушку осуществляли воздушно-теневым способом, разложив нарезанное сырье одним слоем, периодически перемешивая. Полученное сухое сырье измельчали и просеивали. Количественный анализ исследуемых БАВ проводили по общепринятым методикам [20, 21].

Количественное определение amino- и жирных кислот, макро- и микроэлементов проводили в аккредитованной испытательной лаборатории «Пищевая безопасность» Алматинского технологического университета.

Определение аминокислот осуществляли на системе капиллярного электрофореза «Капель 105 М» (РФ) (М-04-38-2009) после предварительного гидролиза растительного сырья соляной кислотой (1:1) при 105 °С в течение 14–16 ч [22]. Кислотный гидролизат упаривали до минимального объема на роторном испарителе и далее переводили в фенилизотиокарбамильные производные. После разделяли и количественно определяли методом капиллярного электрофореза. Детектирование проводили в УФ области при 254 нм.

Содержание жирных кислот определяли на газо-жидкостном хроматографе «Кристал-4000» (РФ) после предварительного извлечения липидов из исследуемого материала гексаном на аппарате Соксклета в течение 5 ч [23]. Экстракт упаривали досуха в круглодонной колбе на роторном испарителе при температуре 30–40 °С. Этилирование проводили в смеси 2 мл гексана, 400 мкл 0,5М этилата натрия в этаноле, 50 мкл уксусной кислоты. После интенсивного перемешивания в течение 2 мин реакционную смесь отстаивали некоторое время и фильтровали через бумажный фильтр. Полученный раствор анализировали на ГЖХ «Кристал-4000» с детектором пламенной ионизации и программным обеспечением «NetChrom» [24]. Хроматографическое разделение проводили при следующих условиях: температура инжектора — 188 °С, температура детектора — 230 °С, температура термостата — 188 °С; содержимое колонки: полиэтиленгликольадипинат (20 %) на целите-545.

Содержание макро- и микроэлементного состава определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре с электрической атомизацией «КВАНТ-Z.ЭТА-Т» (РФ), с программным обеспечением. Подготовка и проведение атомно-абсорбционных измерений макро- и микроэлементов производили согласно нормативной документации [25, 26].

В результате выполненных фитохимических анализов установлено качественное и количественное содержание некоторых групп БАВ, проведен макро- и микроэлементный анализ, опреде-

лены аминокислоты и жирные кислоты в надземной и подземной частях ревеня татарского, собранного в фазе плодоношения во время экспедиционного обследования в 2015 году саксаульников Южного Прибалхашья в пределах Балхашского административного района Алматинской области.

Содержание флавоноидов и дубильных веществ у *Rheum tataricum* в надземной части варьирует в пределах 2,7–3,8 % и 4,9–5,8 %, в корнях — 2,2–3,4 % и 4,2–12,3 % соответственно. Элементный анализ показал, что в исследованных частях растения наблюдается накопление К, Zn, Са с заметным преобладанием К и Zn по сравнению с другими элементами. Определен аминокислотный состав в *Rheum tataricum*, выявлено 14 аминокислот и 8 жирных кислот. Из выявленных аминокислот надземной части преобладают пролин, глицин и фенилаланин, тогда как в подземной — тирозин, фенилаланин, глицин. Жирные кислоты представлены преимущественно олеиновой, стеариновой и пальмитиновой кислотами.

Исследования проводились в рамках проекта 0939/ГФ «Ресурсная характеристика некоторых хозяйственно-ценных растений (солодка, гармала, ремень) Прибалхашья» (2015–2017 гг.).

Список литературы

- 1 Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: справ. изд. — Алматы: Luxe media group, 2014. — 200 с.
- 2 Байтенов М.С. Флора Казахстана. — В 2 т. — Т. 2. Родовой комплекс флоры. — Алматы: Гылым, 2001. — 280 с.
- 3 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана. — Алматы: Стека, 1999. — 187 с.
- 4 Красная книга Казахстана. Растения. — Астана: ArtPrintXXI, 2014. — 452 с.
- 5 Кашкарова Н.Ф. Ревень татарский в Приарале // Тр. Ин-та ботаники АН КазССР. — Алма-Ата, 1963. — Т. 15. — С. 119–162.
- 6 Кашкарова Н.Ф. Сырьевые запасы ревеня татарского в Прибалхашье // Тр. Ин-та ботаники АН КазССР. — Алма-Ата, 1965. — Т.21. — С. 40–73.
- 7 Гемеджиева Н.Г., Мусаев К.Л., Каржаубекова Ж.Ж., Лесова Ж.Т., Рамазанова М.С., Кириенко В.А. Распространение и запасы *Rheum tataricum* L. в долине р. Или // Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед. — Алматы, 2016. — № 2 (314). — С. 72–79.
- 8 Чумбалов Т.К., Нурғалиева Г.М. Углеводы *Rheum tataricum* I // Химия природных соединений. — 1966. — № 1. — С. 284, 285.
- 9 Чумбалов Т.К., Нурғалиева Г.М. Флавоноиды *Rheum tataricum* V // Химия природных соединений. — 1967. — № 5. — С. 345, 346.
- 10 Чумбалов Т.К., Нурғалиева Г.М. Антоцианы семян *Rheum tataricum* II // Химия природных соединений. — 1967. — № 1. — С. 59–60.
- 11 Чумбалов Т.К., Нурғалиева Г.М. Антрохиноновые красители семян и листьев *Rheum tataricum* III // Химия природных соединений. — 1967. — № 2. — С. 144.
- 12 Чумбалов Т.К., Нурғалиева Г.М. Катехины *Rheum tataricum* // Химия природных соединений. — 1967. — № 4. — С. 282.
- 13 Алюкина Л.С. Биохимическое исследование некоторых таннидоносных видов ревеней Казахстана: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Алма-Ата, 1955. — 20 с.
- 14 Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. — Л.: Наука, 1984/1985. — С. 275.
- 15 Михайлова В.П. Дубильные растения Казахстана. — Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1952. — 60 с.
- 16 Байгозина В.П. Качественный состав и количественное содержание фенольных соединений у некоторых видов ревеня: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Алма-Ата, 1968. — 21 с.
- 17 Fu Sh., Day W., Fi H., Say J., Yao Ch., Gao C. Primary Study on Chemical Constituents of Rheum Tataricum L.F. and Their Cytotoxic Activity // J. of world Chinese medicine. DOI:10.3969/j.issn.1673-7202.2015.01.029.
- 18 Нурғалиева Г.М. Полифенолы ревеня татарского (*Rheum tataricum* L. fill.): дис. ... канд. хим. наук. — Алма-Ата, 1968. — 150 с.
- 19 Dai W., Robles A.J., Rohena C., Peng J., Mooberry S.L., Yan X., Gao Z. Cytotoxic effects of anthraquinones from the rhizome of *Rheum tataricum* on HeLa and MDA-MB-435 cells // Planta Med. — 2015. — Vol. 81 — P. 9. (<https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/> DOI: 10.1055/s-0035-1556250)
- 20 Мамонов Л.К., Музыкакина Р.А., Корулькин Д.Ю. Краткие характеристики основных групп природных соединений растений // Введение в фитохимические исследования и выявление биологической активности веществ растений. — Алматы: Школа XXI века, 2008. — 215 с.
- 21 Музыкакина Р.А., Корулькин Д.Ю. Методология исследования растительных метаболитов. — Алматы: MV-Print, 2012. — 324 с.
- 22 Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза. — СПб.: Веста, 2006. — 212 с.

23 Nabiyeva Zh., Kizatova M., Merdzhanov P., Angelova-Romova M., Zlatanov M., Antova G., Stoyanova A., Karadzhov G. Lipid Composition during the germination of Kazakhstan maize hybrid // Bulgarian Journal of Agricultural Science. — 2013. — No. 4. — P. 780–784.

24 ГОСТ Р 51483–99. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме. Введ. 1999–12–22. — М.: Стандартинформ, 2005. — 8 с.

25 ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. — Введ. 1998-01-01. — М.: Изд-во стандартов, 2003. — 32 с.

26 ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. Введ. 1996-01-01. — М.: Стандартинформ, 2010. — 11 с.

Ж.Ж. Қаржаубекова, Н.Г. Гемеджиева

Оңтүстік Балқаштың *Rheum tataricum* L. тұқымдасының элементтік, амин және май қышқылдарының құрамын зерттеу

Макалада Оңтүстік Балқашта өсетін *Polygonaceae* Juss. тұқымдасының *Rheum tataricum* L. жер үсті және жер асты бөліктерінде амин және май қышқылы, сондай-ақ макро- және микроэлемент құрамдары алғаш рет зерттелді. Өсімдіктің жерүсті және жерасты бөлігіне жасалған элементті талдаудан макроэлементтерден К және Са, ал микроэлементтен Zn біршама жоғары көрсеткіш көрсетті. 14 аминқышқылдар мен 8 май қышқылдары айқындалды. Жерүсті бөлігінен айқындалған аминқышқылдарынан пролин, глицин және фенилаланин, ал жерасты бөлігінен тирозин, фенилаланин және глицин басымдылық көрсетті. Май қышқылдары ішінен олеин, стеарин және пальмитин қышқылдары артықшылығымен ерекшеленді. Оңтүстік Балқаш аймағынан әртүрлі популяциясынан дайындалған *Rheum tataricum* L. шикізатында флавоноид және илік заттарының сандық құрамының заманауи нәтижелері берілген.

Zh.Zh. Karzhaubekova, N.G. Gemejiyeva

The elements, amino- and fatty acids composition of *Rheum tataricum* L. from Southern Peri-Balkhash region

For the first time macro- and microelements, amino and fatty acids constituents are investigated on the aerial and underground parts of *Rheum tataricum* L. (*Polygonaceae* Juss.) from the Southern Peri-Balkhash. Element analysis show high amount such macroelements as K and Ca and from microelements Zn. There were found 14 amino- and 8 fatty acids. From evaluated aminoacids in the aerial part prevails such as proline, glycine and phenylalanine as in underground part tyrosine, phenylalanine and glycine found. Fatty acids essentially presented as oleic, stearic and palmitic acids. This paper shows the contemporary results of the quantitative analysis of flavonoids and tannins in *Rheum tataricum* from different populations in the Southern Peri-Balkhash area.

References

- 1 Grudzinskaya L.M., Gemejiyeva N.G., Nelina N.V., Karzhaubekova Zh.Zh. *Annotated list of medicinal plant of Kazakhstan*, Reference edition, Almaty: Luxe media group, 2014, 200 p.
- 2 Baitenov M.S. *Flora of Kazakhstan. Vol. 2. Generic complex flora*, Almaty: Gylym, 2001, 2, 280 p.
- 3 Abdulina S.A. *The list of vascular plants of Kazakhstan*, Almaty: Steka, 1999, 187 p.
- 4 *Red data book of Kazakhstan. Plants*, Astana: AptPrintXXI, 2014, 452 p.
- 5 Kashkarova N.F. *Proceedings of the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR*, Almaty, 1963, 15, p. 119–162.
- 6 Kashkarova N.F. *Proceedings of the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR*, Almaty, 1965, 21, p. 40–73.
- 7 Gemejiyeva N.G., Musayev K.L., Karzhaubekova Zh.Zh., Lesova Zh.T., Ramazanova M.S., Kirienko V.A. *Proceedings of NAS RK. Ser biol. and med.*, 2016, 2(314), p. 72–79.
- 8 Chumbalov T.K., Nurgalieva G.M. *Chemistry of natural compounds*, 1966, 1, p. 284–285.
- 9 Chumbalov T.K., Nurgalieva G.M. *Chemistry of natural compounds*, 1967, 5, p. 345–346.
- 10 Chumbalov T.K., Nurgalieva G.M. *Chemistry of natural compounds*, 1967, 1, p. 59–60.
- 11 Chumbalov T.K., Nurgalieva G.M. *Chemistry of natural compounds*, 1967, 2, p. 144.

- 12 Chumbalov T.K., Nurgalieva G.M. *Chemistry of natural compounds*, 1967, 4, p. 282.
- 13 Alyukina L.S. *Abstract of the candidate thesis work*, 1955, 20 p.
- 14 *Plant resources of USSR*, Leningrad: Nauka, 1984/1985, p. 275.
- 15 Mihailova V.P. *Tanning plant in Kazakhstan*, Almaty: AS of Kazakhstan, 1952, 60 p.
- 16 Baigozina V.P. *Abstract of the candidate thesis work*, Alma-Ata, 1968, 21 p.
- 17 Fu Sh., Day W., Fi H., Say J., Yao Ch., Gao C. *J. of world Chinese medicine* (DOI:10.3969/j.issn.1673-7202.2015.01.029)
- 18 Nurgalieva G.M. *Polyphenols rhubarb Tatar*, Dissertation, 1968, 150 p.
- 19 Dai W., Robles A.J., Rohena C., Peng J., Mooberry S.L., Yan X., Gao Z. *Planta Med*, 2015; 81, p. 19. ([https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/ DOI:10.1055/s-0035-1556250](https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/DOI:10.1055/s-0035-1556250))
- 20 Mamonov L.K., Muzichkina R.A., Korulkin D.U. *Introduction in phytochemical studies and determination of biological active compounds*, Almaty: Shkola XXI veka, 2008, 215 p.
- 21 Muzichkina R.A., Korulkin D.U. *Methodological studies of plants metabolites*, Almaty: MV-Print, 2012, 324 p.
- 22 Komarova N.V., Kamentsev Ya.S. *Practical guidance on the use of capillary electrophoresis systems*, Saint Petersburg: Veda, 2006, 212 p.
- 23 Nabiyeva Zh., Kizatova M., Merdzhanov P., Angelova-Romova M., Zlatanov M., Antova G., Stoyanova A., Karadzhev G. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2013, 4, p. 780-784.
- 24 *GOST R 51483-99*, Moscow: Standartinform, 2005, 8 p.
- 25 *GOST 30178-96*, Moscow: Publ. of Standards, 2003, 32 p.
- 26 *GOST 26929-94*, Moscow: Standartinform, 2010, 11 p.