

УДК 615.322

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ КАЗАХСТАНСКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЯ РОДА *PETROSIMONIA*, СЕМЕЙСТВА МАРЕВЫХ (*CHENOPODIACEAE*)

© Г.А. Сейтимова¹, М. Токтарбек¹, Б.К. Ескалиева^{1*}, Г.Ш. Бурашова¹, М. Iqbal Choudhary²

¹ Казахский национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, 050040 (Республика Казахстан), e-mail: balakyz@mail.ru

² HEJ Research Institute of Chemistry, International Center for Chemical and Biological Sciences, University of Karachi, Karachi-75270 (Pakistan)

Определен качественный состав и количественное содержание основных групп биологически активных веществ казахстанских видов растения рода петросимония (*Petrosimonia*), заготовленных в Алматинской области. Впервые представлен сравнительный фитохимический анализ петросимонии трехтычинковой (*Petrosimonia triandra* (Pall.) Simonk.) и петросимонии супротивнолистной (*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge). Проведены исследования минерального состава. Выявлено, что содержание токсичных тяжелых металлов (ртуть, мышьяк, кадмий, свинец) в растительном сырье не превышает допустимых нормативов. Впервые изучено содержание аминокислот в растительных объектах. Отмечена высокая концентрация среди аминокислот для аспарагиновой (1.246–1.286%) и глутаминовой кислот (2.420–2.502%). В данной работе приведены результаты анализа процессов экстрагирования с максимальным выходом биологически активных веществ из растения вида *Petrosimonia triandra* двумя методами: сверхкритическая флюидная CO₂-экстракция и мацерация. С целью выявления компонентного состава гексанового и сверхкритического флюидного CO₂-экстрактов из растения вида *P. triandra* впервые использован метод газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС). Результаты исследований показывают, что данные экстракты растений *P. triandra* являются перспективными источниками для получения эфирных масел, жирных кислот и фенольных соединений. Гексановый экстракт из надземной части *P. triandra* проявляет выраженную противовоспалительную активность.

Ключевые слова: *Petrosimonia triandra*, *Petrosimonia brachiata*, фитохимический анализ, минеральный состав, аминокислоты, ГХ-МС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки МНВО РК (грант ИРН AP08052551).

Введение

Природные растительные ресурсы Казахстана являются богатейшими источниками биологически активных веществ перспективных для использования в медицине и сельском хозяйстве. Большая часть дико-растущей флоры нашей республики относятся к галофитам. Растения семейства маревые (*Chenopodiaceae*) сочные, обитающие на солончаковых и солонцовых почвах, занимают огромные территории пустынь и полупустынь Казахстана, а также играют важную роль в растительных ландшафтах, являются источниками биологически активных веществ и представляют огромный интерес.

Семейства маревых (*Chenopodiaceae*) содержат около 100 родов и 1400 видов, распространенных по всему земному шару. В СНГ встречаются 53 рода и 390 видов, из них в Казахстане – 47 родов и 218 видов.

Сейтимова Гульназ Абсамтаровна – PhD, и.о. доцента кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, e-mail: sitigulnaz@mail.ru

Токтарбек Меруерткожа – старший преподаватель кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, e-mail: meruyertkozha@mail.ru

Растения рода петросимония (*Petrosimonia*) насчитывают около 15 видов, распространенных в пустынных областях Евразии (Юго-Восточная Европа, а также Центральная, Юго-Западная и Восточная Азия). В Казахстане встречаются 10 видов растения рода *Petrosimonia*, их считают хорошим

Окончание на С. 242.

* Автор, с которым следует вести переписку.

осенне-зимним кормом для всех видов скота, используют в больших количествах на зиму. Имеются данные агрономического анализа для казахстанского вида *P. oppositifolia* (Pall.) Litw. и его кормовая оценка с указанием содержания золы, клетчатки, сырого протеина, жира и безазотистых веществ [1, 2].

В последние десятилетия китайские ученые проявляют огромное внимание к изучению химического состава надземной части растения вида *P. sibirica*, произрастающего в провинции Синьцзян, на северо-западе Китая, который вызывает интерес как объект для полного химического исследования и выделения биологически активных веществ. Учеными впервые выделены фенольные соединения, алкалоиды, хиноны, лактоны и эфиры [3, 4]. Индивидуальные вещества фенольного характера обладают выраженной антибактериальной и антиоксидантной активностью [5]. Содержание алкалоида гармина в *P. sibirica*, выделенного китайскими исследователями, позволяет рассматривать данный вид в качестве источника β -карболиновых алкалоидов, которые являются ингибиторами ацетилхолинэстеразы.

Турецкими учеными исследована антимикробная активность полярных и неполярных экстрактов растения вида *P. nigdeensis* в отношении 13 тест-штаммов патогенных микроорганизмов. Значения минимальной бактерицидной / фунгицидной концентраций (МБС/МФС) для микроорганизмов, чувствительных к экстрактам стебля и плодов + листьев *P. nigdeensis*, находились в диапазоне 11.25–45.00 мг/мл, за исключением водного экстракта плодов + листьев (180.00 мг/мл). Изучена антиоксидантная активность *n*-гексанового экстракта *P. nigdeensis*, экстракт способен улавливать радикалы DPPH при концентрации IC₅₀ 83.56 мкг/мл [6].

В настоящее время ведутся работы по изучению химического состава казахстанских видов растения рода *Petrosimonia*. Ранее авторами из растения вида *P. glaucescens* выделены вещества стероидного характера [7], а из растения вида *P. triandra* – фенолокислоты, флавоноиды и их гликозиды [8].

Цель настоящего исследования – сравнительный фитохимический анализ некоторых казахстанских видов растений рода петросимония (*Petrosimonia*) семейства маревых (*Chenopodiaceae*).

Экспериментальная часть

Объекты исследования – надземная масса двух видов растений рода *Petrosimonia*: петросимония трехтычинковая (*Petrosimonia triandra* (Pall.) Simonk.) и петросимония супротивнолистная (*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge), заготовленные в августе 2019 года (фаза цветения) на территории Енбекшикзахского района (в окрестностях поселка Шелек) Алматинской области (Казахстан). Сырье высушено воздушно-теневым способом, хранили в темном сухом месте до эксперимента.

Доброкачественность растительных объектов установлены по общепринятым методикам, представленным в Государственной Фармакопее РК I издания: потеря в массе при высушивании, экстрактивные вещества, общая зола. Для определения количественного содержания вторичных метаболитов использованы титриметрический и спектрофотометрические методы анализа в рамках ГФ РК I издания [9–11].

Количественные содержания тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, As, Hg) определены согласно ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов» на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst 200 (PerkinElmer, США) [12–15]. Определение кальция и магния выполнено по Р 4.1.1672-2003 «Комплексонометрический метод определения кальция и магния» титриметрическим методом.

Содержание аминокислот определен с помощью ВЭЖХ Agilent 1200 на колонке Zorbax Eclipse-AAA (4.6×75 мм, 3.5 мкм) в соответствии с МВИ.МН 1363-2000 «Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии».

Измельченное воздушно-сухое сырье растения вида *P. triandra* (1 кг) подвергнуто сверхкритическому флюидному CO₂-экстрагированию (Thar 1000 F, Thar Technologies, США) при 40 °С, 180 бар. Экстракты, полученные в таких условиях, хорошо сохраняют запах, вкус и биологическую ценность исходного сырья, поэтому находят все большее применение в производстве пищевых и косметических продуктов. Затем обработанное сырье (шрот) экстрагирован 80%-ным водным этанолом, при комнатной температуре, 3 сут., двукратно. Экстракты

Ескалиева Балакыз Кымызгалиевна – кандидат химических наук, доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, e-mail: balakyz@mail.ru

Бурашева Гаухар Шахмановна – доктор химических наук, профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, e-mail: gauharbur@mail.ru

Muhammad Iqbal Choudhary – доктор химических наук, профессор, e-mail: balakyz@mail.ru

объединены и сконцентрированы на ротационном испарителе ИКА RV 10 digital V (ИКА, Германия). Концентрат обработан этилацетатом и *n*-бутанолом.

С целью выделения биологически активных соединений измельченное воздушно-сухое сырье *P. triandra* (1 кг) подвергнуто экстрагированию методом мацерации 50%-ным водным этанолом, при комнатной температуре, в течение двух суток, двукратно. Объединенные экстракты концентрированы в мягких условиях, под вакуумом, при $t=40-45$ °С и последовательно экстрагированы гексаном, хлороформом, этилацетатом и *n*-бутанолом.

Для идентификации и количественного определения веществ в растительном образце использовали метод хромато-масс-спектрометрии (Agilent 6890N/5973N). Условия хроматографического разделения: колонка хроматографическая капиллярная DB-35MS длиной 30 м, внутренним диаметром 0.25 мм и толщиной пленки 0.25 мкм, температура термостата колонки: от 50 °С (выдержка 3 мин) со скоростью нагрева 10 °С/мин до 300 °С (выдержка 15 мин), температура испарителя: 250 °С, режим детектирования – мониторинг ионов в диапазоне m/z 34-550. Интерпретацию масс-спектров проводили с использованием библиотеки масс-спектров NIST'11 и Wiley 10th edition.

Обсуждение результатов

Оценка качественного состава основных групп биологически активных веществ (БАВ) проведена с использованием специфических реакций для каждой группы БАВ. Методами двумерной и одномерной хроматографии на бумаге (БХ) и тонкослойной хроматографией (ТСХ) в различных системах растворителей с использованием различных проявителей в изучаемых растительных объектах обнаружены следующие группы БАВ: флавоноиды, дубильные вещества, алкалоиды, сапонины, кумарины, свободные органические кислоты, аминокислоты, а также углеводы. По общепринятым методикам Государственной фармакопеи РК I издания, количественно определены вышперечисленные БАВ, а также показатели доброкачественности: потеря в массе при высушивании, общая зола и экстрактивные вещества.

Высушенное сырье растения рода *Petrosimonia* вида *P. triandra* при влажности – 8.09%, имеет следующее содержание: общая зола – 17.52%, количество экстрактивных веществ в 50% водно-этанольном экстракте – 42.7%, сапонинов – 4.53%, углеводов – 3.22%, флавоноидов – 2.55%, полисахаридов – 1.78%, дубильных веществ – 1.75%, алкалоидов – 1.56%, органических кислот – 0.52%, кумаринов – 0.18%.

Высушенное сырье растения вида *P. brachiata*: при влажности – 10.22%, имеет следующее содержание: общая зола – 20.45%, количество экстрактивных веществ в 50% водно-этанольном экстракте – 46.99%, алкалоидов – 0.53%, сапонинов – 1.92%, углеводов – 5.14%, органических кислот – 5.51%, дубильных веществ – 0.10%, флавоноидов – 2.13%, кумаринов – 0.13%.

Установлено, что влажность для всех исследуемых образцов не превышает значений данного показателя для фармакопейных образцов, допустимый предел которой обычно находится в пределах 12–15% [9, 10]. Количественный анализ содержания основных групп БАВ показывает преобладание сапонинов, алкалоидов в растении *P. triandra*, а растение вида *P. brachiata* богато органическими кислотами и углеводами.

Проведен сравнительный анализ макро-, микроэлементов и тяжелых металлов из зольного остатка растений видов *P. triandra* и *P. brachiata* (табл. 1, 2).

Способность растений выживать и успешно размножаться в условиях засоления, связана с наличием у них различных механизмов адаптации к высокому уровню ионов Na. В ответ на солевой стресс у соленакапливающих, солевыводящих и солеисключающих галофитов вырабатывается определенная стратегия. Считается, что изучение ответных реакций галофитов как модельных систем способствует выяснению механизмов солеустойчивости и может помочь разработке стратегии улучшения культурных растений-галофитов [16].

Из данных таблиц 1 и 2 следует, что растения рода *Petrosimonia* отличаются высоким содержанием Na, K и Ca, но во всех видах содержание Cd, Pb минимально. Содержание токсичных тяжелых металлов (кадмий, свинец) в исследуемом образце ЛРС не превышает рекомендованных нормативов. Ртуть и мышьяк отсутствуют в исследуемых растительных объектах.

Микроэлементы в растениях содержатся в незначительных количествах, однако существует взаимосвязь между накоплением в растениях определенных физиологически активных соединений и микроэлементов. Действующим началом растения рода *Petrosimonia* являются полифенольные соединения, алкалоиды, углеводы и они в большом количестве извлекают из почвы медь, цинк, марганец, железо, которые доминируют в зольных остатках.

Таблица 1. Минеральный состав растений рода *Petrosimonia*

Название растения	Содержание, мг/100 г								
	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	Ni
<i>Petrosimonia triandra</i>	186.10	318.05	579.87	1075.80	18.57	23.023	1.668	0.683	4.527
<i>Petrosimonia brachiata</i>	149.06	368.88	673.84	1143.68	12.60	7.974	1.085	0.525	2.826

Таблица 2. Содержание токсичных элементов в растениях рода *Petrosimonia*

Название растения	Содержание, мг/кг			
	Pb	Cd	As	Hg
<i>Petrosimonia triandra</i>	0.0952	0.0149	н/о	н/о
<i>Petrosimonia brachiata</i>	0.0242	0.0128	н/о	н/о

Из литературных данных известно, что в клетках растений, произрастающих на засоленной почве, вследствие нарушения белкового обмена, происходит интенсивное накопление свободных аминокислот [17]. Поэтому впервые изучен аминокислотный состав казахстанских видов растений рода *Petrosimonia*, результаты представлены в таблице 3. Как следует из таблицы 3, во всех исследуемых образцах содержатся 20 α -аминокислот, но в наибольшем количестве обнаружены глутаминовая и аспарагиновая кислоты. Установлено также высокое и почти равное содержание пролина и аланина во всех видах растений.

Фитохимический анализ двух видов растений рода *Petrosimonia* на наличие БАВ указывает, что все виды являются перспективными, однако запасы растительных объектов позволяют выбрать только – *P. triandra*.

В области химии переработки растительного сырья традиционно применяемые методы экстракции имеют следующие недостатки: длительность по времени, температура, кратность, трудоемкость технологического процесса, поэтому в последние десятилетия, для экстракции БАВ, входящих в состав растительного сырья, предложено использовать сверхкритическую флюидную CO₂-экстракцию.

Сверхкритическая флюидная CO₂-экстракция представляет наибольший интерес, так как при критической температуре (31 °С) биологические материалы могут быть обработаны в определенных условиях, что способствует их сохранности от термической деструкции.

В данной работе представлены исследования процессов экстрагирования БАВ из растения вида *P. triandra* двумя методами: сверхкритической флюидной CO₂-экстракцией с максимальным выходом биологически активных соединений и мацерацией.

Представлен химический анализ гексанового извлечения и СКФ CO₂-экстракта растения вида *P. triandra*. Результаты хромато-масс-спектрометрического анализа приведены в таблицах 4, 5. Установлено, что в гексановом экстракте идентифицированы 14 веществ, из которых в достаточном количестве жирные кислоты и их эфиры (78.3%) и дитерпены (13.05%). А в CO₂-экстракте обнаружены 35 веществ, из них идентифицировано 31 соединение, в достаточном количестве преобладают комплекс эфирных масел (21.09%) и фенольные соединения (14.79%). В CO₂-экстракте обнаружены следующие перспективные соединения, такие как фендилин (1.84%) и апоцинин (2.63%).

Фендилин оказывает умеренное антиангинальное действие при легкой и слабовыраженной коронарной недостаточности и обладает умеренной антиаритмической активностью [18]. Апоцинин – ароматическое соединение растительного происхождения, по структуре близкое к ванилину, используется в качестве сильного ингибитора NADPH-оксидазы. Противовоспалительная активность апоцинина продемонстрирована на различных клеточных и животных моделях воспаления [19].

Результаты исследований показывают, что компонентный состав растений *P. triandra* является перспективным источником для получения эфирных масел, жирных кислот и фенольных соединений.

Противовоспалительная активность гексанового экстракта из надземной массы *P. triandra* изучена методом люминол-зависимой хемилюминесценцией в условиях взрывной генерации активных форм кислорода (АФК) [20], в качестве контроля использован ибупрофен, его процент ингибирования при концентрации 25 мкг/мл равен 73.2±1.4 %, IC₅₀=11.2±1.9 мкг/мл. Установлено, что полученное гексановое извлечение растения вида *P. triandra* проявляет выраженную противовоспалительную активность – 96.7%, IC₅₀=14.1±0.3. Полученный результат биологического скрининга исследуемого сухого экстракта из растения вида *P. triandra* позволяет предложить его как противовоспалительное средство.

Таблица 3. Аминокислотный состав растений рода *Petrosimonia*

Аминокислоты	Содержание, %	
	<i>Petrosimonia triandra</i>	<i>Petrosimonia brachiata</i>
Ala	0.645	0.611
Gly	0.320	0.292
Val	0.290	0.275
Leu	0.400	0.375
Ile	0.388	0.358
Thr	0.219	0.196
Ser	0.215	0.202
Pro	0.345	0.300
Met	0.069	0.057
Asp	1.286	1.246
Cys	0.039	0.030
Hyp	–	0.001
Phe	0.309	0.285
Glu	2.502	2.420
Orn	0.002	0.001
Tyr	0.358	0.312
His	0.270	0.252
Arg	0.426	0.398
Lys	0.218	0.197
Trp	0.100	0.092

Таблица 4. Компонентный состав гексанового извлечения растения вида *Petrosimonia triandra*

№ вещества	Время удерживания, tr, мин	Содержание, %	Компоненты
1	14.23	0.87	<i>n</i> -Нонаналь
2	35.07	5.51	Гексагидрофарнезил ацетон
3	41.22	1.07	Метилловый эфир гексадекановой кислоты
4	41.37	11.86	Метил 14-метилпентадеканоат
5	45.41	31.32	Этиловый эфир гексадекановой кислоты
6	48.72	5.8	Метилловый эфир линолевой кислоты
7	48.92	18.65	Метил 11-октадеценоат
8	49.53	4.57	16-метил-гептадекановая кислота
9	50.48	3.13	Этиловый эфир линолевой кислоты
10	54.53	1.99	Тетракозан
11	56.29	1.9	Метил докозаноат
12	56.62	3.84	Диизооктилфталат
13	56.95	7.54	Фитол
14	57.14	1.96	3-этил-5-(2-этилбутил)октадекан
Итого		100	

Таблица 5. Результаты хромато-масс-спектрометрического определения компонентов СКФ CO₂-экстракта

№ вещества	Время удерживания, tr, мин	Содержание, %	Компоненты
1	2	3	4
1	7.523	4.02	Этилбензол
2	11.105	12.06	Эвкалиптол
3	11.829	16.1	Глицерин
4	13.052	1.66	2(3H)-фуранон, 5-этинилдигидро-5-метил-
5	13.269	1.05	α-ионол
6	13.690	0.97	β-пинен
7	14.029	0.59	эндо-борнеол
8	14.070	6.42	(+)-2-борнанон
9	14.946	1.27	2,7-диметил-1,6-октадиен
10	15.058	1.46	4β-гидроксиахипендол
11	15.357	16.34	4α-Гидроксиахипендол
12	15.657	1.3	Тетрагидрофурфурил ацетат
13	16.037	0.65	2-ацетилтиазол

1	2	3	4
14	16.733	1.62	2-фтор-1-метил-4-нитробензол
15	17.293	1.01	Пентакозан
16	19.173	1.82	Бензойная кислота, 4-гидрокси-, метиловый эфир
17	19.229	2.54	2'-Гидроксиацетофенон
18	19.728	1.77	Гентриаконтан
19	19.933	2.63	Апоцинин
20	20.071	1.74	Бензойная кислота, 4-гидрокси-3-метокси-, метиловый эфир
21	20.372	1.69	Гомованиллиловый спирт
22	21.459	3.43	[(1S,2S, 3R,4S,6R)-3-гидрокси-4,6-диметил-2-нитроциклогексил] ацетат
23	21.884	1.56	N-(циклопропилметил)-4-фторбензамид
24	22.193	1.1	5-бутилтриазол
25	23.065	1.78	1,2,4-трипропилбензол
26	23.415	0.45	Этиловый эфир гексадекановой кислоты
27	29.983	0.86	5 α -стигмаст-14-ен-3 β -ол ацетат
28	30.101	1.8	4,4'-изопропилиден-бис-(2-циклогексилфенол)
29	30.295	2.53	Дигидродибензо[а]ксантон
30	30.670	0.17	Не идентифицировано
31	34.523	1.44	Не идентифицировано
32	34.579	1.84	Фендилин
33	34.648	2.17	Не идентифицировано
34	34.738	1.46	4,4'-Изопропилиденедициклогексанол
35	34.794	0.69	Не идентифицировано
Итого		99.99	

Выводы

Впервые проведен сравнительный фитохимический анализ двух казахстанских видов растений рода петросимония (*Petrosimonia*). С использованием специфических проявителей в изучаемых растительных объектах обнаружены следующие группы биологически активных веществ: флавоноиды, дубильные вещества, алкалоиды, сапонины, аминокислоты, свободные органические кислоты, углеводы, кумарины.

Количественный анализ содержания основных групп БАВ показывает преобладание сапонинов, алкалоидов в растении *P. triandra*, а растение вида *P. brachiata* богато органическими кислотами и углеводами.

Впервые изучен аминокислотный состав казахстанских видов растений *P. triandra* и *P. brachiata*, кроме того, растения родов *Petrosimonia* отличаются высоким содержанием Na, K и Ca, но во всех видах содержание Cd, Pb минимально.

Получение экстрактов растения вида *P. triandra* произведено двумя методами: сверхкритической флюидной CO₂-экстракцией с максимальным выходом биологически активных соединений и мацерацией. Методом газо-жидкостной хроматографии с применением масс-спектропии (ГХ-МС) изучен компонентный состав исследуемых экстрактов.

В результате биоскрининга выявлена выраженная противовоспалительная активность гексанового экстракта растения вида *P. triandra* (96.7%, IC₅₀=14.1±0.3).

Список литературы

1. Флора Казахстана / под ред. Н.В. Павлова. Алма-Ата, 1960. Т. 3. С. 306–311.
2. Флора СССР / под ред. В.Л. Комарова. М.-Л., 1936. Т. 6. С. 316–326.
3. Sun W., Ma Z., Zhang X., Yang H., Sun W. Secondary metabolites of *Petrosimonia sibirica* // Chem. Nat. Compd. 2015. Vol. 51. Pp. 530–531. DOI: 10.1007/s10600-015-1331-7.
4. Wang Y., Zhang H., Su X., Yang H., Sun W. Flavonoids and phenolic compounds of *Petrosimonia sibirica* // Chem. Nat. Compd. 2016. Vol. 52. Pp. 482–483. DOI: 10.1007/s10600-016-1679-3.
5. Wang Y., Sun W., Zhang J.H., Xu L.L., Yang H.B. Antibacterial and antioxidant properties of compounds extracted from *Petrosimonia sibirica* L. // Nat. Prod. Res. Dev. 2015. Vol. 27. Pp. 251–254. DOI: 10.16333/j.1001-6880.2015.02.011.
6. Asan-Ozusaglam M., Erzenin M., Darilmaz D.O., Erkul S.K., Teksen M., Karakoca K. Antimicrobial and antioxidant activity of various solvent extracts of *Salsola stenoptera* Wagenitz and *Petrosimonia nigdeensis* Aellen (*Chenopodiaceae*) plants // Chiang Mai J. Sci. 2015. Vol. 42(1). Pp. 156–172.
7. Toktarbek M., Seitimova G.A., Eskalieva B.K., Burasheva G.Sh., Beyatli A., Iqbal Choudhary M. Sterols and flavonoids from the pelitohalophytes *Petrosimonia glaucescens* and *Climacoptera brachiata* // Chem. Nat. Compd. 2019. Vol. 55. Pp. 547–548. DOI: 10.1007/s10600-019-02738-z.

8. Toktarbek M., Seitimova G.A., Yeskaliyeva B.K., Burasheva G.Sh., Iqbal Choudhary M., Atia-tul-Wahab. Phenolic compounds from the plant *Petrosimonia triandra* // Chem. Nat. Compd. 2021. Vol. 57. Pp. 536–538. DOI: 10.1007/s10600-021-03407-w.
9. Государственная Фармакопея РК. Алматы, 2008. Т. 1. 591 с.
10. Государственная Фармакопея РК. Алматы, 2009. Т. 2. 802 с.
11. Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А. Качественный и количественный анализ основных групп БАВ в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратов. Алматы, 2004. 288 с.
12. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. М., 2010. 12 с.
13. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М., 2010. 10 с.
14. Атомно-абсорбционные методы определения токсичных элементов в пищевых продуктах и пищевом сырье. Методические указания от 25.12.1992. N 01-19/47-11. М., 1992. 26 с.
15. ГОСТ Р 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. М., 2011. 12 с.
16. Amiri B., Assareh M.H., Jafari M., Rasuoli B., Arzani H., Jafari A.A. Effect of salinity on growth, ion content and water status of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) // Caspian J. Env. Sci. 2010. Vol. 8(1). Pp. 79–87.
17. Бутабаева К.Ж. Химическое изучение основных групп БАВ казахстанских растений рода *Eurotia* и *Ceratocarpus*: дисс. ... канд. хим. наук. Алматы, 2010. 123 с.
18. Bayer R., Mannhold R. Fendiline: a review of its basic pharmacological and clinical properties // Pharmatherapeutica. 1987. Vol. 5(2). Pp. 103–136.
19. Stefanska J., Pawliczak R. Apocynin: Molecular Aptitudes // Mediators of Inflammation. 2008. Pp. 1–10. DOI: 10.1155/2008/106507.
20. Helfand S.L., Werkmeister J., Roder J.C. Chemiluminescence response of human natural killer cells. I. The relationship between target cell binding, chemiluminescence, and cytolysis // J. Exp. Med. 1982. Vol. 156. P. 492. DOI: 10.1084/jem.156.2.492.

Поступила в редакцию 22 апреля 2022 г.

После переработки 24 мая 2022 г.

Принята к публикации 13 сентября 2022 г.

Для цитирования: Сейтимова Г.А., Токтарбек М., Ескалиева Б.К., Бурашева Г.Ш., Iqbal Choudhary M. Фитохимический анализ некоторых казахстанских видов растения рода *Petrosimonia*, семейства маревых (*Chenopodiaceae*) // Химия растительного сырья. 2022. №4. С. 241–248. DOI: 10.14258/jcrpm.20220411303.

Seitimova G.A.¹, Toktarbek M.¹, Yeskaliyeva B.K.^{1*}, Burasheva G.Sh.¹, Iqbal Choudhary M.² PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF SOME KAZAKHSTAN PLANT SPECIES OF THE GENUS PETROSIMONIA, FAMILY CHENOPODIACEAE

¹ Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, pr. Al-Farabi, 71, Almaty, 050040 (Republic of Kazakhstan), e-mail: balakyz@mail.ru

² HEJ Research Institute of Chemistry, International Center for Chemical and Biological Sciences, University of Karachi, Karachi-75270 (Pakistan)

The qualitative composition and quantitative content of the main groups of biologically active compounds of Kazakh plant species of the genus *Petrosimonia*, collected in the Almaty region, were determined. For the first time a comparative phytochemical analysis of *Petrosimonia triandra* (Pall.) Simonk. and *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge was presented. Studies of the mineral composition have been carried out. It was revealed that the content of toxic heavy metals (mercury, arsenic,

* Corresponding author.

cadmium, lead) in plant raw materials does not exceed the permissible standards. The content of amino acids in plant objects was studied for the first time. A high concentration among amino acids was noted for aspartic (1.246–1.286%) and glutamic acids (2.420–2.502%). This paper presents the results of the analysis of extraction processes with the maximum yield of biologically active compounds from *Petrosimonia triandra* by two methods: supercritical fluid CO₂-extraction and maceration. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) was used for the first time in order to detect lipophilic substances in hexane and SCF CO₂-extracts from *P. triandra*. The research results show that these extracts of *P. triandra* plant are promising sources for obtaining of essential oils, fatty acids and phenolic compounds. Hexane extract from the aerial part of *P. triandra* exhibits pronounced anti-inflammatory activity.

Keywords: *Petrosimonia triandra*, *Petrosimonia brachiata*, phytochemical analysis, mineral composition, amino acids, lipophilic substances.

References

1. *Flora Kazakhstan* [Flora of Kazakhstan], ed. N.V. Pavlov. Alma-Ata, 1960, vol. 3, pp. 306–311. (in Russ.).
2. *Flora SSSR* [Flora of the USSR], ed. V.L. Komarov. Moscow-Leningrad., 1936, vol. 6, pp. 316–326. (in Russ.).
3. Sun W., Ma Z., Zhang X., Yang H., Sun W. *Chem. Nat. Compd.*, 2015, vol. 51, pp. 530–531. DOI: 10.1007/s10600-015-1331-7.
4. Wang Y., Zhang H., Su X., Yang H., Sun W. *Chem. Nat. Compd.*, 2016, vol. 52, pp. 482–483. DOI: 10.1007/s10600-016-1679-3.
5. Wang Y., Sun W., Zhang J.H., Xu L.L., Yang H.B. *Nat. Prod. Res. Dev.*, 2015, vol. 27, pp. 251–254. DOI: 10.16333/j.1001-6880.2015.02.011.
6. Asan-Ozusaglam M., Erzenin M., Darilmaz D.O., Erkul S.K., Teksen M., Karakoca K. *Chiang Mai J. Sci.*, 2015, vol. 42(1), pp. 156–172.
7. Toktarbek M., Seitimova G.A., Eskaliev B.K., Burasheva G.Sh., Beyatli A., Iqbal Choudhary M. *Chem. Nat. Compd.*, 2019, vol. 55, pp. 547–548. DOI: 10.1007/s10600-019-02738-z.
8. Toktarbek M., Seitimova G.A., Yeskaliyeva B.K., Burasheva G.Sh., Iqbal Choudhary M., Atia-tul-Wahab. *Chem. Nat. Compd.*, 2021, vol. 57, pp. 536–538. DOI: 10.1007/s10600-021-03407-w.
9. *Gosudarstvennaya Farmakopeya RK*. [State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan]. Almaty, 2008, vol. 1, 591 p. (in Russ.).
10. *Gosudarstvennaya Farmakopeya RK*. [State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan]. Almaty, 2009, vol. 2, 802 p. (in Russ.).
11. Muzychkina R.A., Korul'kin D.Yu., Abilov Zh.A. *Kachestvennyy i kolichestvennyy analiz osnovnykh grupp BAV v lekarstvennom rastitel'nom syr'ye i fitopreparatov*. [Qualitative and quantitative analysis of the main groups of biologically active substances in medicinal plant materials and phytopreparations]. Almaty, 2004, 288 p. (in Russ.).
12. *GOST 26929-94. Syr'ye i produkty pishchevyye. Podgotovka prob. Mineralizatsiya dlya opredeleniya soderzhaniya toksichnykh elementov*. [GOST 26929-94. Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization to determine the content of toxic elements]. Moscow, 2010, 12 p. (in Russ.).
13. *GOST 30178-96. Syr'ye i produkty pishchevyye. Atomno-absorbtsionnyy metod opredeleniya toksichnykh elementov*. [GOST 30178-96. Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of toxic elements]. Moscow, 2010, 10 p. (in Russ.).
14. *Atomno-absorbtsionnyye metody opredeleniya toksichnykh elementov v pishchevyykh produktakh i pishchevom syr'ye. Metodicheskiye ukazaniya ot 25.12.1992. N 01-19/47-11*. [Atomic absorption methods for the determination of toxic elements in food products and food raw materials. Guidelines dated 25.12.1992. N 01-19/47-11]. Moscow, 1992, 26 p. (in Russ.).
15. *GOST R 51766-2001. Syr'ye i produkty pishchevyye. Atomno-absorbtsionnyy metod opredeleniya mysh'yaka*. [GOST R 51766-2001. Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of arsenic]. Moscow, 2011, 12 p. (in Russ.).
16. Amiri B., Assareh M.H., Jafari M., Rasuoli B., Arzani H., Jafari A.A. *Caspian J. Env. Sci.*, 2010, vol. 8(1), pp. 79–87.
17. *Butabayeva K.Zh. Khimicheskoye izucheniye osnovnykh grupp BAV kazakhstanskikh rasteniy roda Eurotia i Ceratocarpus: diss. ... kand. khim. nauk*. [Chemical study of the main groups of biologically active substances of Kazakh plants of the genus Eurotia and Ceratocarpus: diss. ... cand. chem. Sciences]. Almaty, 2010, 123 p. (in Russ.).
18. Bayer R., Mannhold R. *Pharmatherapeutica*, 1987, vol. 5(2), pp. 103–136.
19. Stefanska J., Pawliczak R. *Mediators of Inflammation*, 2008, pp. 1–10. DOI: 10.1155/2008/106507.
20. Helfand S.L., Werkmeister J., Roder J.C. *J. Exp. Med.*, 1982, vol. 156, p. 492. DOI: 10.1084/jem.156.2.492.

Received April 22, 2022

Revised May 24, 2022

Accepted September 13, 2022

For citing: Seitimova G.A., Toktarbek M., Yeskaliyeva B.K., Burasheva G.Sh., Iqbal Choudhary M. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 4, pp. 241–248. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20220411303.