

УДК 581.6

## АНАЛИЗ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ИЗУЧЕННОСТИ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИБАЛХАШЬЯ

Гемеджиева Н.Г., Грудзинская Л.М., Каржаубекова Ж.Ж., Лесова Ж.Т., Бекетаев Б.Б.

*РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитointродукции» КН МОН РК,*

*Алматы, e-mail: ngemed58@mail.ru*

Проведен анализ видового разнообразия и степени изученности интродукционного, фитохимического и ресурсного потенциала полезных растений пустынных территорий Прибалхашья в пределах долин рек Иле и Каратал по данным гербарных, литературных источников и ранее проведенных ресурсных работ. Составлен предварительный список видов пустынных территорий Прибалхашья в пределах Иле-Каратальского междуречья, насчитывающий 692 вида из 69 семейств из 309 родов. В условиях предгорной зоны Зайлиевского Алатау показана возможность культивирования 154 видов растений Прибалхашья из 102 родов, относящихся к 44 семействам. Установлена низкая степень фитохимической (не более 207 видов) и ресурсной (не более 10 видов) изученности полезных растений региона. Констатируется отсутствие современных данных по ресурсной характеристике природных популяций хозяйственно-ценных видов Прибалхашья.

**Ключевые слова:** полезные растения, видовой состав, степень изученности, Прибалхашье, Казахстан

## ANALYSIS OF SPECIES DIVERSITY AND KNOWLEDGE DEGREE OF USEFUL PLANTS OF THE PERI-BALKHASH AREA

Gemedzhieva N.G., Grudzinskaya L.M., Karzhaubekova Z.Z., Lesova Z.T., Beketaev B.B.

*RoK MES CS RSE «Institute of Botany and Phytointroduction», Almaty, e-mail: ngemed58@mail.ru*

The species diversity and knowledge degree of introduced, phytochemical and resource potential of useful plants at the Peri-Balkhash desert areas within the Ili and Karatal Rivers valleys was analyzed based on herbarium, literature references and previously conducted survey works. The preliminary list of species growing at the Peri-Balkhash desert areas within the Ili-Karatat interfluvium totaling 692 species of 69 families of 309 orders was prepared. In the conditions of piedmont zone of Zailiyskiy Alatau, the possibility of cultivation of 154 species of the Peri-Balkhash plants of 102 orders pertaining to 44 families was shown. It has been established that the degree of phytochemical (not more than 207 species) and resource (not more than ten species) knowledge of regional useful plants is low. It is stated that the present knowledge on resource characteristics of natural populations of commercially-valuable species of the Peri-Balkhash area is absent.

**Keywords:** useful plants, species composition, knowledge degree, the Peri-Balkhash area, Kazakhstan

Сохранение и рациональное использование растительных ресурсов нашей планеты является проблемой межгосударственного уровня. Начавшийся процесс глобальных изменений климата ставит под угрозу сохранность естественной растительности и самой среды обитания человека. Сочетание общего потепления с другими экологическими стрессами и деятельностью человека может привести к быстрой гибели существующих экосистем, особенно в засушливых регионах, к которым относится большая часть территории Казахстана [1], в том числе Прибалхашье, расположенное в пределах Восточно-Северотуранской подпровинции Северотуранской провинции Ирано-Туранской подобласти Сахаро-Гобийской пустынной области в соответствии с современной схемой ботанико-географического районирования, предложенной Е.И. Рачковской, И.Н. Сафроновой, Е.А. Волковой [23].

Для разработки научной основы сбалансированного и бережного использования полезных растений пустынных территорий

Прибалхашья необходимым и ключевым элементом исследований является анализ видового состава и степени изученности полезных растений региона в пределах долин рек Иле и Каратал, поскольку именно эта часть региона наиболее освоена в хозяйственном отношении и трансформация растительных сообществ как в количественном, так и в качественном отношении здесь наиболее ощутима [12]. В связи с этим такую актуальность, высокую научную и практическую значимость приобретают современные ботанические исследования хозяйственно-ценных растений пустынных территорий Прибалхашья, которые восполняют существующий пробел и положат начало систематическим ресурсным исследованиям полезных растений на всей территории Республики Казахстан.

**Цель исследования** – анализ видового разнообразия и степени изученности (интродукционного, фитохимического и интродукционного потенциала) полезных растений Прибалхашья в пределах долин рек Иле и Каратал.

**Объекты изучения** – дикорастущие полезные растения Прибалхашья в пределах Иле-Каратальского междуречья. Используемая методология: традиционные методики ресурсоведческих, интродукционных и фитохимических исследований.

Настоящая работа выполнялась по проекту: 0939/ГФ4 «Ресурсная характеристика некоторых хозяйственно-ценных растений (солодка, гармала, ремень) Прибалхашья» (2015–2017 гг.).

### Результаты исследования и их обсуждение

В результате скрининга литературных, гербарных и материалов полевых исследований был установлен и проанализирован видовой состав флоры изучаемого региона. Анализ видовой разнообразия Прибалхашья в пределах Иле-Каратальского междуречья показал, что в разных литературных источниках во флоре пустынных территорий Прибалхашья описано от 393 видов из 45 семейств до 458 видов из 66 семейств [2, 17, 22]. Более полный список флоры Иле-Балхашского региона, частью которого является изучаемая нами территория, представлен в монографии С.Г. Нестеровой, З.А. Инеловой «Флора пустынь Иле-Балхашского региона» [21] и включает 933 вида, относящихся к 368 родам и 82 семействам.

По нашим данным, предварительный список видовой состава растений пустынных территорий Прибалхашья в пределах Иле-Каратальского междуречья насчитывает не менее 692 видов из 69 семейств из 309 родов. Установлено, что на долю 17 (25%) ведущих семейств, содержащих свыше 10 видов растений (от 10 до 101), приходится 545 (77%) видов из 235 (76%) родов.

В спектре ведущих семейств по числу видов и родов первое место занимает с лидирующим р. *Artemisia* L. (22 вида) сем. *Asteraceae* (101), флористическая роль которого возрастает в аридных районах Средней Азии, на втором месте с крупными родами *Atriplex* L. (9) и *Salsola* L. (9 видов) – сем. *Chenopodiaceae* (66), распространенное в основном в пустынных областях Турана, на третьем месте с крупными родами *Lepidium* L. (7) и *Stipa* L. (7) семейства *Brassicaceae* (58) и *Poaceae* (58 видов), которым незначительно уступает сем. *Fabaceae* (54 вида), богатое видами р. *Astragalus* L. (24), относящееся к крупнейшим родам флоры Средней Азии.

Анализ полезных свойств растений пустынных территорий Прибалхашья, объединенных по характеру хозяйственного использования в 4 группы [8], показал, что наиболее представительны группы лекарственных (свыше 257 видов) растений, применяемых как в официальной, так и народной медицине, и кормовых (не менее 200 видов) растений. Группа технических растений насчитывает около 96 видов, группа пищевых – не менее 87 видов растений. По количеству лекарственных растений лидируют семейства *Asteraceae* (41 вид), *Fabaceae* (24 вида), *Brassicaceae* (17), *Chenopodiaceae* (14), *Lamiaceae* (12), *Poaceae* (11), *Rosaceae* (10), в остальных семействах менее 10 видов. Кормовыми видами богаты семейства *Fabaceae* (35 видов), *Asteraceae* (33 вида), *Chenopodiaceae* (32), *Poaceae* (31), *Polygonaceae* (11), *Brassicaceae* (10 видов), техническими – виды семейств *Chenopodiaceae* (15) и *Polygonaceae* (13), пищевыми – представители семейств *Asteraceae* (10 видов) и *Polygonaceae* (9). Таким образом, ценными лекарственными, кормовыми и техническими свойствами характеризуются в основном представители пяти ведущих семейств изучаемого региона: *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Chenopodiaceae*, *Brassicaceae*, *Poaceae*.

Детальный анализ особенностей интродукции пустынных растений Прибалхашья, приведенный в статье Л.М. Грудзинской [6], показал, что в условиях ботанического сада, расположенного в предгорной зоне Заилийского Алатау, испытано 108 (или 16%) видов растений Прибалхашья и определена возможность выращивания 154 видов или 23% от общего числа видов, произрастание которых известно в пределах пустынной зоны Прибалхашья по литературным данным. Это представители 102 родов, относящихся к 44 семействам. По жизненным формам преобладают травянистые многолетники (92 вида, 60%), травянистых одно-двулетников 19 (12%), кустарников 33 (22%), деревьев – всего 9 видов (6%).

По количеству испытанных в культуре пустынных растений Прибалхашья лидируют семейства *Rosaceae* – 10, *Fabaceae* – 11, *Poaceae* – 13, *Asteraceae* – 16 (видов), для 19 семейств испытано в культуре по одному виду, в остальных семействах количество интродуцированных видов варьирует от 2 до 9. Испытано в культуре по 2 вида из 6 семейств: *Asphodelaceae*, *Caprifoliaceae*, *Elaeagnaceae*, *Malvaceae*, *Onagraceae*, *Zygophyllaceae*, по 3 вида – из семейств:

*Apiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Limoniaceae*, *Scrophulariaceae*, по 4 вида – из семейств: *Alliaceae*, *Iridaceae*, *Lamiaceae*, *Liliaceae*, по 6 видов – из семейств: *Chenopodiaceae*, *Ranunculaceae*, *Salicaceae*, *Tamaricaceae*, 7 видов в сем. *Brassicaceae*, 9 видов в сем. *Polygonaceae*.

Среди испытанных видов полезных растений следует назвать **пищевые** (*Brassica juncea*, *Daucus carota*, *Allium turkestanicum*, *Capparis spinosa*); **кормовые** (*Artemisia sublessingiana*, *Melilotus officinalis*, *Lotus corniculatus*, *Medicago falcata*, *M. sativa*, *Bromopsis inermis*, *Elytrigia repens*, *Poa bulbosa*, *Kochia prostrata*); **лекарственные** (*Alhagi pseudalhagi*, *Limonium gmelinii*, *Peganum harmala*, *Rheum tataricum*, *Tribulus terrestris*, *Zygophyllum fabago*), **технические** (*Apocynum lancifolium*, *Haloxyton aphyllum*, *H. persicum*, *Populus diversifolia*, *P. pruinosa*, *Tamarix elongata*, *T. gracilis*, *T. hispida*, *T. laxa*), **редкие** (*Ikonnikovia kaufmanniana*, *Ferula iliensis*, *Berberis iliensis*, *Goniolimon speciosum*, *Lonicera iliensis*), луковичные и клубнелуковичные растения Прибалхашья (*Allium suworowii*, *Rhinopetalum karelinii*, *Tulipa alberti*, *T. behmiana*, *T. buhseana*). Большинство испытанных видов (53%) успешно растут в условиях предгорной зоны Заилийского Алатау, проходят полный цикл онтогенетического развития и регулярно продуцируют полноценные семена. Интродукционные популяции этих видов в основном самовозобновляются семенным или вегетативным путем. Интродукция ряда видов с узкой экологической амплитудой (психрофиты, галофиты, гигрофиты) в условиях предгорной зоны Заилийского Алатау возможна только при создании соответствующих эдафических условий [6].

Проведенный литературный скрининг фитохимической изученности 692 видов пустынных территорий Прибалхашья в пределах долин рек Или и Каратал показал, что фитохимическими исследованиями в разные годы было охвачено около 207 (или 30%) видов. У представителей ведущих семейств, насчитывающих от 22 до 101 видов, удалось выявить сведения по содержанию основных групп БАВ (флавоноидов и их производных, алкалоидов, терпеноидов). У видов семейств: *Asteraceae*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Euphorbiaceae*, *Tamaricaceae*. наиболее изучены флавоноиды и их производные, чаще всего встречаются производные кверцетина, изорамнетина, кемпферола. У видов семейств *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae* из-

учались терпены и их производные (моно-, ди-, сесквитерпены). Среди алкалоидоносных растений изучались представители семейств *Ranunculaceae* и *Chenopodiaceae*. Для ряда видов семейства *Chenopodiaceae* приводятся сведения о наличии пентациклических сапонинов (олеанового и урсанового типа) [7]. В последние десятилетия вновь активизировались работы по фитохимическому изучению отдельных видов сырьевых растений (гребенщик, цельнолистник, мордовник, цистанхе), произрастающих в пустынных регионах Прибалхашья [11, 13, 15, 27, 30, 31].

Анализ современных сведений по фитохимическому изучению объектов дотального ресурсного исследования *Rheum tataricum*, *Peganum harmala*, *Glycyrrhiza glabra*, *G. uralensis* показал, что из корней ревеня татарского при использовании современных биотехнологических методов учеными выделен фермент – стильбен синтаза (STS, EC 2.3.1.95), участвующий в реакции образования резвератрола (3,5,4'-тригидроксистильбен), обладающего превентивными свойствами против некоторых видов рака и положительно влияющего на сердечно-сосудистую недостаточность [29, 33, 34, 35]. Китайскими исследователями показано ингибирующее действие выделенных из корней ревеня татарского антрахинонов на рост HeLa клеток [32].

Фитохимические исследования алкалоидсодержащих растений, проведенные АО МНПХ «Фитохимия», позволили выделить и идентифицировать из *Peganum harmala* более десятка алкалоидов и получить их производные [26]. Синтезированные производные на основе доступного растительного алкалоида гармина могут быть применены при лечении заболеваний центральной нервной системы. Другие производные проявляют антимикробную и противоопухолевую активность, результаты которых подтверждены рядом патентов РК [10, 20, 24]. На основе гармина, выделенного из семян *Peganum harmala*, получены новые производные изоксазолового ряда, проведена оценка влияния синтезированных соединений на некоторые клеточные линии рака [36]. При детальном исследовании химического состава семян гармалы китайскими исследователями были выделены минорные вещества, производные гармина, индола, хиназолина и методом биотестирования определена их высокая ингибирующая активность на ацетилхолинэстеразы (AChE) и бутирилхолинэстеразы (BChE) [37].

Результаты фитохимических исследований видов солодки *Glycyrrhiza* L. обстоятельно отражены в монографии Г.А. Толстикова и др. [25], в которой приведен аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы по проблеме современного состояния исследований солодки голой и солодки уральской, по изучению химического состава растений, фармакологической активности и применению в медицинской практике.

Анализ степени изученности ресурсного потенциала полезных растений пустынных территорий Прибалхашья в пределах долин рек Иле и Каратал (Иле-Каратальского междуречья) показал, что в 60–70-е годы прошлого столетия на территории Прибалхашья проводились фронтальные ботанические исследования, в том числе и ресурсоисследовательские. Активно изучались запасы сырья отдельных видов лекарственных, дубильных и технических растений: солодки, ревеня татарского, чия, тростника и др. [14, 16, 18, 19, 28].

Выполнены локальные исследования по сырьевой базе полыни белоземельной [9], некоторых видов рода *Tamarix* L. [3], *Echinops albicaulis* [5], *Cistanche salsa* в Южном Прибалхашье [4]. В то же время результатов современных систематических ресурсных исследований в пределах вышеупомянутого региона в доступной нам литературе не обнаружено. К настоящему времени данные о запасах сырья разного срока давности известны пока только для 10 (или 1,4%) видов Прибалхашья.

### Заключение

Таким образом, современная оценка видового разнообразия и степени изученности полезных, в том числе наиболее востребованных промысловых растений, пустынных территорий Прибалхашья восполнит существующий пробел и положит начало систематическим ресурсным исследованиям лекарственной флоры на всей территории Республики Казахстан.

### Список литературы

1. Второе Национальное Сообщение Республики Казахстан Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. – Астана, 2009. – 192 с.
2. Гвоздева Л.П. Растительность и кормовые ресурсы пустыни Сары-Ишик-Отрау. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1960. – 203 с.
3. Гемеджиева Н.Г., Султанова Н.А., Абилов Ж.А. Оценка сырьевой базы видов р. *Tamarix* L. из Южного Прибалхашья // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сб. научных статей по материалам XII международной научно-практической конференции (Барнаул,

28–30 окт. 2013 г.). – Барнаул: ИП Колмогоров И.А., 2013. – С. 12–15.

4. Гемеджиева Н.Г., Ерможанова М.К., Нурханов А. Ресурсный потенциал природных популяций цистанхе в Южном Прибалхашье // Современные тенденции в изучении флоры Казахстана и ее охрана (Байтеновские чтения – 3): мат. Международн. научн. конф. – Алматы, 2014. – С. 239–244.

5. Гемеджиева, Н.Г., Кириенко В.А. Запасы сырья *Echinops albicaulis* Kar. et Kir. в окрестностях перевала Малайсары // Современный этап в изучении ботанического разнообразия Казахстана: мат. Международн. научн. конф., посвященной юбилейным датам выдающихся ученых-ботаников Казахстана. – Алматы: ТОО «Издательство Lem», 2013. – С. 181–183.

6. Грудзинская Л.М. Растения пустынных территорий Прибалхашья в коллекциях главного ботанического сада // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 5. – С. 160–166.

7. Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: справочное издание. – Алматы, 2014. – 200 с.

8. Дикорастущие полезные растения Казахстана (каталог) / составители Грудзинская Л.М., Есимбекова М.А., Гемеджиева Н.Г., Мукин Б. – Алматы: Асыл китап, 2008. – 100 с.

9. Егеубаева Р.А., Бижанова Г.К. Распространение и сырьевые ресурсы полыни белоземельной и ее разновидности в песчаных массивах Мойынкумы и Сары-Ишик Отрау // Труды ГНПП «Алтын-Эмель». Вып. 1. – Илийская долина: биоразнообразие, историко-культурные объекты, рациональное использование природных ресурсов. – 2006. – С. 56–59.

10. Жарылгасина Г.Т., Нурмаганбетов Ж.С., Турмухамбетов А.Ж., Сейдахметова Р.Б., Адекенев С.М. 1-Метил-7-метокси-2-(2-оксо-2-фенилэтил)-9Н-пиридо[3,4-б]индол-2-иний бромид, обладающий выраженной антимикробной активностью // Патент РК № 29197. 17.11.2014.

11. Жумаганбетова Ж.М., Абилов Ж.А., Гемеджиева Н.Г., Султанова Н.А., Умбетова А.К. Стандартизация субстанции гребенщика шетиновостоволового // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: мат. VI Всерос. конф. (Барнаул, 22–24 апреля 2014 г.). – Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2014. – С. 280–281.

12. Ивашенко А.А., Султанова Б.М. Анализ флоры проектируемого Иле-Балхашского природного резервата // Актуальные проблемы геоботаники: мат. Международн. научн. конф., посвященной памяти выдающегося ученого, основоположника казахстанской геоботанической школы, академика НАН РК, д.б.н. Б.А. Быкова в связи с 100-летием со дня рождения (Алматы, 11–13 мая 2011 г.). – Алматы, 2011. – С. 183–187.

13. Исабаев С.О., Сарсенбаев К.Н., Барамысова Г.Т., Джембаев Б.Ж., Кожамжарова Л.С., Колосова Н.Г., Иманбаева А.А. Исследование химического состава столона у различных популяций цистанхе. Сообщение 2 // Химический журнал Казахстана. – 2010. – № 1. – С. 202–215.

14. Исамбаев А.И. Ресурсная характеристика некоторых сырьевых растений Казахстана (чий, тростник, солодка) и их рациональное использование: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Алматы, 1994. – 46 с.

15. Каржаубекова Ж.Ж., Гемеджиева Н.Г. Фитохимическое исследование растений рода цистанхе (*Cistanche Hoffm. et Link*) // Вестник КазНУ. Сер. биол. – Алматы: «Казак университеті», 2013. – № 3/2 (59). – С. 288–290.

16. Кашкарова Н.Ф. Сырьевые запасы ревеня татарского в Прибалхашье // Труды Института ботаники АН КазССР. – Алма-Ата, 1965. – Т. 21. – С. 40–73.

17. Курочкина Л.Я. Псаммофильная растительность пустынь Казахстана. – Алма-Ата, 1978. – 187 с.

18. Лушпа О.У., Михайлова В.П. Распространение и природные запасы некоторых важнейших лекарственных растений Алма-Атинской области // Лекарственные растения Казахстана. – Алма-Ата, 1972. – С. 111–118.
19. Михайлова В.П. Дубильные растения Казахстана и их освоение. – Алма-Ата: Изд-во Наука Казахской ССР, 1968. – 326 с.
20. Мукушева Г.К., Адекенов С.М., Турмухамбетов А.Ж., Нурмаганбетов Ж.С., Исамагулова Н.М. Гидрохлорид 7-метокси-1-метил-9Н-пиридо[3,4-б]индола, обладающий высокой цитотоксичностью и эффективным влиянием на апоптоз опухолевых клеток // Инновационный патент РК № 23473. 15.12.2010.
21. Нестерова С.Г., Инелова З.А. Флора пустынь Иле-Балхашского региона. – Алматы: Қазақ университеті, 2012. – 190 с.
22. Огарь Н.П. Растительность долин рек // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / под ред. Е.И. Рачковской, Е.А. Волковой, В.Н. Храмова. – СПб., 2003. – С. 124–125.
23. Рачковская Е.И., Сафронова И.Н., Волкова Е.А. Принципы и основные единицы районирования // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / под ред. Е.И. Рачковской, Е.А. Волковой, В.Н. Храмова. – СПб., 2003. – С. 192–195.
24. Сариев А.К., Адекенов С.М., Турмухамбетов А.Ж., Анаев А.А., Арыстан Л.И., Нурмаганбетов Ж.С. Применение 7-Метокси-1метил-9Н-пиридо [3,4-б]индол-2N-гидрохлорида в качестве антидепрессивного, противогипоксического и антипаркинсонического средства // Инновационный патент РК № 29584. 16.03.2015.
25. Толстиков Г.А., Балтина Л.А., Гранкина В.П., Кондратенко Р.М., Толстикова Т.Г. Солодка (биоразнообразие, химия, применение в медицине). – Новосибирск: Изд-во Гео, 2007. – 312 с.
26. Турмухамбетов А.Ж. Алкалоиды растений Казахстана. Выделение, химическая классификация и биологическая активность. – Караганда: «Глассир», 2009. – 180 с.
27. Умбетова А.К., Султанова Н.А., Омуркамзинова Б.В., Абилов Ж.А. Фитохимическое исследование растений рода *Tamarix* // Вестник КазГУ. Сер. химич. – 2002. – Т. 26. – № 2. – С. 116–121.
28. Худайбергенов Э.Б. Сырьевые ресурсы солодки в низовье реки Карагал // Лекарственные растения Казахстана. Труды Института ботаники АН КазССР. – Алма-Ата, 1966. – Т. 22. – С. 73–95.
29. Austin M.B., Noel A.P. The chalcone synthase superfamily of type III polyketide synthases // *Nat Prod Rep.* – 2003. – № 20. – P. 79–110.
30. Cantrell C.L., Schrader K.K., Mamonov L.K., Sitpaeva G.T., Kustova T.S., Dunbar C., Wedge D.E. Isolation and Identification of Antifungal and Antialgal Alkaloids from *Haplophyllum sieversii* // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – № 53 (20). – P. 7741–7748.
31. Charles L. Cantrel, Weste L.A. Osbrink, L. Mamonov, N.G. Gemejiyeva, A.B. Mims, A.L. Skaltsounis, and Nikolaos Fokialakis, Antifeedant and toxicity effects of thiophenes from four *Echinops* species against the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* // *Pest Management Science.* – 2006. – P. 832–838.
32. Dai W., Robles A.J., Rohena C., Peng J., Moobery 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; 81. – P. 19. (<https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/> DOI: 10.1055/s-0035-1556250).
33. Johnson W.D., Morrissey R.L., Osborne A.L., Kapetanovic I., Crowell J.A., Muzzio M., McCormick D.L. Subchronic oral toxicity and cardiovascular safety pharmacology studies of resveratrol, a naturally occurring polyphenol with cancer preventive activity // *Food and Chemical Toxicology.* – 2011. – Vol. 49. Issue 12. – P. 3319–3327.
34. Raj R., Louis H-L., Thandapilly S.J., Movahed A., Zieroth S., Netticadan T. Potential of resveratrol in the treatment of heart failure // *Life Sciences.* – 2014. – Vol. 95. Issue 2. – P. 63–71.
35. Samappito S., Page J.E., Schmidt J., De-Eknamkul W., Kutchan T.M. Aromatic and pyrone polyketides synthesized by a stilbene synthase from *Rheum tataricum* // *Phytochemistry.* – 2003. Vol. 62(3). – P. 313–323.
36. Wang C.H., Zeng H., Wang Y.H., Li C., Cheng J., Ye Z.J., He X.J. Antitumor quinazoline alkaloids from the seeds of *Peganum harmala* // *J. Asian Nat. Prod. Res.* – 2015. – № 17(5). – P. 595–600. doi:10.1080/10286020.2015.1042373.
37. Yadi Y., Xuemei Cheng, Wei Liu, Guixin Chou, Zhengtao Wang, Changhong Wang. Potent AChE and BChE inhibitors isolated from seeds of *Peganum harmala* Linn by a bioassay-guided fractionation // *Journal of Ethnopharmacology.* – 2015. – Vol. 168. – P. 279–286.