

Аминокислотный состав травы некоторых видов рода *Astragalus* L.

У.А. Матвиенко, Н.А. Дурнова, Л.В. Караваева, Ю.В. Романтеева
Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского,
Российская Федерация, 410012, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Матвиенко Ульяна Андреевна – аспирант кафедры общей биологии, фармакогнозии и ботаники Саратовского государственного медицинского университета имени В.И. Разумовского (СГМУ). Тел: +7 (967) 503-26-80. E-mail: matvienko.ulia2104@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1714-9165

Дурнова Наталья Анатольевна – заведующий кафедрой общей биологии, фармакогнозии и ботаники СГМУ, доктор биологических наук. Тел: +7 (917) 980-08-25. E-mail: ndurnova@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4628-9519

Караваева Людмила Витальевна – аспирант кафедры общей, биоорганической и фармацевтической химии СГМУ. Тел: +7 (937) 225-28-33. E-mail: anhelokar@gmail.com. ORCID: 0000-0003-1642-5399

Романтеева Юлия Викторовна – доцент кафедры общей биологии, фармакогнозии и ботаники СГМУ, кандидат фармацевтических наук, доцент. Тел: +7 (927) 621-93-77. E-mail: yuliyarom81@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0048-9630

РЕЗЮМЕ

Введение. Род астрагал (*Astragalus* L.), относящийся к семейству бобовых (*Fabaceae*), представлен большим разнообразием жизненных форм и насчитывает около 3000 видов. Основными биологически активными веществами растений рода астрагал являются сапонины, флавоноиды, полисахариды. Среди сопутствующих соединений интерес представляют аминокислоты (АК), которые широко распространены в природе и принимают участие в регуляции различных процессов жизнедеятельности растительных и животных организмов. Поиск новых перспективных источников АК вызывает научный интерес и имеет практическое значение в плане расширения номенклатуры официального лекарственного растительного сырья. Актуальным с этой точки зрения является изучение состава АК травы астрагалов и количественная оценка данной группы биологически активных веществ в исследуемых образцах.

Цель исследования – сравнительное изучение состава АК 5 видов астрагалов, произрастающих в Саратовской области.

Материал и методы. Объекты исследования – образцы травы астрагала Хеннинга (*Astragalus henningii* (Stev.) Klok.), астрагала изменчивого (*Astragalus varius* S.G. Gmel.), астрагала яйцеплодного (*Astragalus testiculatus* Pall.), астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasyanthus* Pall.) и астрагала Цингера (*Astragalus zingeri* Korsh.), собранные в 2020–2021 гг. в Саратовской области. Качественный анализ осуществляли методом тонкослойной хроматографии в системе н-бутанол-ацетон-ледяная уксусная кислота-вода (35:35:10:20). Детектор – 2% спиртовой раствор нингидрина. Количественное определение суммы свободных АК выполняли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре SHIMADZU UV-1800 (Япония) при аналитической длине волны 568 нм.

Результаты. Методом тонкослойной хроматографии определен состав АК водных извлечений травы исследуемых видов астрагала. Во всех анализируемых образцах обнаружены аспарагин и пролин. В извлечениях из травы астрагала Хеннинга, астрагала изменчивого и астрагала яйцеплодного впервые найдены 9 АК, 8 из которых достоверно идентифицированы как аргинин, аспарагин, пролин, глутаминовая кислота, треонин, валин, метионин, фенилаланин. Установлено, что наибольшее содержание суммы АК составило в водном извлечении из травы астрагала Хеннинга (5,50%), и астрагала яйцеплодного (5,23%), а наименьшее – в астрагале Цингера (1,67%).

Заключение. Состав и количественная оценка содержания АК в исследуемых образцах показывает, что трава этих растений наряду с другими биологически активными веществами может быть перспективным источником АК. Полученные результаты исследования могут быть использованы на этапе оценки подлинности и доброкачественности травы анализируемых видов рода *Astragalus* L.

Ключевые слова: астрагал изменчивый, *Astragalus varius* S.G. Gmel., астрагал шерстистоцветковый, *Astragalus dasyanthus* Pall., астрагал яйцеплодный, *Astragalus testiculatus* Pall., астрагал Хеннинга, *Astragalus henningii* (Stev.) Klok., астрагал Цингера, *Astragalus zingeri* Korsh., аминокислоты, тонкослойная хроматография, спектрофотометрия, глутаминовая кислота.

Для цитирования: Матвиенко У.А., Дурнова Н.А., Караваева Л.В., Романтеева Ю.В. Аминокислотный состав травы некоторых видов рода *Astragalus* L. Фармация, 2021; 70 (4): 20–25. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-04-03>

THE AMINO ACID COMPOSITION OF THE HERB OF SOME ASTRAGALUS L. SPECIES

U.A. Matvienko, N.A. Durnova, L.V. Karavaeva, Yu.V. Romanteeva

V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, 112, Bolshaya Kazachiya St., Saratov 410012, Russian Federation

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Matvienko Uliana Andreevna – postgraduate student of the Department of General Biology, Pharmacognosy and Botany of the Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (SSMU). Tel: +7(967)503-26-80. E-mail: matvienko.ulia2104@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1714-9165

Durnova Natalya Anatolyevna – Head of the Department of General Biology, Pharmacognosy and Botany of the SSMU, Doctor of Biological Sciences. Tel: +7 (917) 980-08-25. E-mail: ndurnova@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4628-9519

Karavaeva Lyudmila Vitalievna – postgraduate student of the Department of General, Bioorganic and Pharmaceutical Chemistry, SSMU. Tel: +7 (937) 225-28-33. E-mail: anhelokar@gmail.com. ORCID: 0000-0003-1642-5399

Romanteeva Yuliya Viktorovna – assistant professor of Department of General Biology, Pharmacognosy and Botany of the SSMU, PhD in Pharmacy. Tel: +7 (927) 621-93-77. E-mail: yuliyarom81@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0048-9630

SUMMARY

Introduction. The genus *Astragalus* L. belonging to the legume (*Fabaceae*) family is represented by a wide variety of life forms and has about 3000 species. Saponins, flavonoids, and polysaccharides are the main biologically active substances (BASs) of plants of the genus *Astragalus*. Among the related compounds, amino acids (AAs) that are widely distributed in nature and participate in the regulation of different life processes in plants and animals are of interest. The search for new promising sources of AAs generates scientific interest and has practical significance in expanding the range of officinal medicinal plant raw materials. From this point of view, it is relevant to investigate the amino acid composition of *Astragalus* herb and to quantify this group of BASs in the examined samples.

Objective: to comparatively study the amino acid composition of five *Astragalus* species growing in the Saratov Region

Material and methods. The investigation objects were the herb samples of *Astragalus henningii* (Stev.) Klok., *Astragalus varius* S.G. Gmel., *Astragalus testiculatus* Pall., *Astragalus dasyanthus* Pall., and *Astragalus zingeri* Korsh., which had been collected in the Saratov Region in 2020–2021. Qualitative analysis was carried out using thin-layer chemical chromatography (TLC) in the n-butanol – glacial acetic acid – water (35:35:10:20) system. The reagent for detection was a 2% ninhydrin ethanol solution. The amount of free AAs was measured by a spectrophotometric method on a SHIMADZU UV-1800 spectrophotometer (Japan) at an analytical wavelength of 568 nm.

Results. TLC was used to determine the amino acid composition of the aqueous extracts of the herb of the examined *Astragalus* species. Asparagine and proline were detected in all the samples analyzed. Nine amino acids, eight of which were significantly identified as arginine, asparagine, proline, glutamic acid, threonine, valine, methionine, and phenylalanine, were first found in the extracts from the herb of *Astragalus henningii* (Stev.) Klok., *Astragalus varius* S.G. Gmel., and *Astragalus testiculatus* Pall. The highest content of AAs was established to be in the aqueous extract from the herb of *Astragalus henningii* (Stev.) Klok. (5.50%) and *Astragalus testiculatus* Pall. (5.23%) and the lowest one was in *Astragalus zingeri* Korsh. (1.67%).

Conclusion. The composition and quantification of the content of AAs in the examined samples show that the herb of these plants along with other BASs may be a promising source of AAs. The findings of this investigation can be used when assessing the identity and high quality of the herb of the *Astragalus* species analyzed.

Key words: *Astragalus varius* S.G. Gmel., *Astragalus dasyanthus* Pall., *Astragalus testiculatus* Pall., *Astragalus henningii* (Stev.) Klok., and *Astragalus zingeri* Korsh, aminoacids, TLC, spectrophotometry, glutamic acid.

For reference: Matvienko U.A., Durnova N.A., Karavaeva L.V., Romanteeva Yu.V. The amino acid composition of the herb of some *Astragalus* L. species. *Farmatsiya*, 2021; 70 (4): 20–25. <https://doi.org/10/29296/25419218-2021-04-03>

Введение

Род астрагал (*Astragalus* L.), относящийся к семейству бобовых (*Fabaceae*), представлен большим разнообразием жизненных форм и насчитывает около 3000 видов [1–2]. В средней полосе европейской части России насчитывается около 40 видов астрагалов [3], некоторые из них применяются в народной медицине [4–5]. Однако фармакопейным лекарственным растительным сырьем (ЛРС) является только трава астрагала шерстистоцветкового (*Herba Astragali dasyanthi*) [6]. Основными биологически активными соединениями растений рода астрагал, являются сапонины, флавоноиды, полисахариды [1, 7, 8]. Среди сопутствующих веществ интерес вызывают аминокислоты (АК), которые являются одной из распространенных групп соединений в растениях и принимают участие в регуляции различных процессов живых организмов. Фармакологическая

активность АК способствует эффективному воздействию ЛРС и фитопрепаратов на организм человека [9]. Поиск перспективных источников АК и всестороннее изучение качественного состава и количественного содержания данной группы в ЛРС вызывает научный интерес и имеет практическое значение в плане расширения номенклатуры официальных источников ЛРС. Растения рода Астрагал как потенциальные источники АК изучены пока недостаточно. Ранее был изучен состав АК корней *Astragalus membranaceus* (Fish.) Bunge, произрастающего в Республике Бурятия и Забайкальском крае. Обнаружено 9 свободных и 19 связанных АК [10]. Исследователями Астраханского медицинского университета определено суммарное содержание АК в извлечениях из сырья астрагала лисьего (*Astragalus vulpinus* Willd.) и астрагала вздутого (*Astragalus physodes* L.) в пересчете на глутаминовую кислоту [11–12]. На наш взгляд, по-

тенциальными источниками АК могут являться астрагал Хеннинга, астрагал изменчивый, астрагал яйцеплодный, астрагал шерстистоцветковый, астрагал Цингера, широко распространенные на территории Саратовской области.

Цель исследования – сравнительное изучение аминокислотного состава травы 5 видов астрагалов, произрастающих в Саратовской области.

Материал и методы

Объектами исследования послужила трава 5 видов астрагала: А. Хеннинга (*A. henningii* (Stev.) Klok.), а. изменчивого (*A. varius* S.G. Gmel.), А. яйцеплодного (*A. testiculatus* Pall.), А. шерстистоцветкового (*A. dasyanthus* Pall.) и А. Цингера (*A. zingeri* Korsh.). Трава астрагала Хеннинга и астрагала яйцеплодного собрана в окрестностях Саратова (пос. Красный Текстильщик) в апреле 2021 г., остальные образцы – в Саратовской области (Татищевский район, станция Курдюм) в июле 2020 г. в фазу цветения и высушены до воздушно-сухого состояния.

Извлечения из травы астрагалов для исследования аминокислотного состава проводили следующим образом: готовили водные извлечения из растительного сырья в соотношении сырье-экстрагент 1:5. Для этого 10 г сырья с размером частиц до 1,0 мм помещали в коническую колбу объемом 100 мл заливали 50 мл воды, нагревали в течение 30 мин на водяной бане с обратном холодильником [13]. Идентификацию АК проводили методом тонкослойной хроматографии на хроматографических пластинах марки Merk TLS Silica gel 60 F254 (Германия) размером 20×20 см. Для разделения зон АК использована система н-бутанол-ацетон-ледяная уксусная кислота-вода (35:35:10:20). Элюирование повторяли дважды в одной и той же системе растворителей с высотой пробега элюента 20 см. Стандартами служили 0,1% водные растворы стандартных образцов лизина, глицина, метионина, глутаминовой кислоты, треонина, валина, фенилаланина, аланина, пролина, аспарагина, глутамина, гистидина, аргинина (Sigma Aldrich, Германия). Исследуемые растворы наносили микрошприцем (ООО Цвет, Россия) на хроматографическую пластину в объеме 5 мкл, стандарты – по 1 мкл. Проявление АК на хроматограмме осуществляли обработкой 2% спиртовым раствором нингидрина с ее последующим нагреванием в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 15 мин. АК в извлечениях идентифицировали, сравнивая значение R_f и цвет пятен со стандартными образцами [14].

Количественное определение суммы свободных АК в исследуемых образцах проводили спектрофотометрическим методом, основанном на светопоглощении продуктов реакции АК со спиртовым раствором нингидрина в аналитическом максимуме 568 нм. Электронные спектры регистрировали на спектрофотометре SHIMADZU UV-1800 (Япония) в диапазоне 300–700 нм, в кварцевых кюветах (l=1 см). Для исследования аналитическую пробу сырья около 1,0 г (точная навеска) измельченного сырья (2 мм) помещали в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляли 25 мл воды. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 мин, периодически встряхивая для смывания частиц сырья со стенок. Горячее извлечение фильтровали в мерную колбу вместимостью 100 мл, фильтр с попавшими на него частицами помещали в колбу для экстрагирования. Экстракцию повторяли еще раз в описанных условиях, фильтруя извлечение в ту же мерную колбу. После охлаждения объем извлечения доводили водой до метки и перемешивали (раствор А).

В мерную колбу вместимостью 100 мл помещали 2 мл раствора А, прибавляли 4 мл фосфатного буферного раствора с рН 6,4; а также 2 мл 1% раствора нингидрина в 95% спирте этиловом и 2 мл 0,05% водного раствора аскорбиновой кислоты. Реакционную массу нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 мин; быстро охлаждали и доводили объем раствора водой до метки, перемешивали.

Параллельно проводили аналогичные опыты с 2 мл раствора В рабочего стандартного образца (PCO) глутаминовой кислоты и 2 мл воды (контрольный опыт).

Измеряли оптическую плотность полученных растворов на спектрофотометре при длине волны 568 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм, используя в качестве раствора сравнения контрольный опыт [15].

Содержание суммы свободных АК в пересчете на глутаминовую кислоту и абсолютно сухое сырье (X) вычисляли в % по формуле:

$$X = \frac{A \times a_0 \times 50 \times 100}{A_0 \times a \times (100 - W)},$$

где А – оптическая плотность испытуемого раствора; А₀ – оптическая плотность раствора PCO глутаминовой кислоты; а – навеска сырья, г; а₀ – навеска PCO глутаминовой кислоты, г; W – потеря в массе при высушивании сырья, %.

Таблица 1

 Состав аминокислот в траве некоторых видов рода *Astragalus*

Table 1

 The composition of amino acids in the herb of some *Astragalus* species

№ п/п	Аминокислоты	Стандартный образец, Rf±0,02	<i>A. henningii</i>	<i>A. varius</i>	<i>A. testiculatus</i>	<i>A. dasyanthus</i>	<i>A. zingeri</i>
1	Аргинин**	0,47	+	+	+	–	–
2	Аспарагин	0,45	+	+	+	+	+
3	Пролин	0,49	+	+	+	+	+
4	Глутаминовая кислота	0,58	+	+	+	–	–
5	Треонин*	0,62	+	+	+	–	–
6	Метионин*	0,68	+	+	+	–	–
7	Валин*	0,75	+	+	+	–	–
8	Фенилаланин*	0,83	+	+	+	–	–
9	Не идентифицирована	0,54	+	+	+	–	–

Примечание. * – незаменимые аминокислоты; ** – частично заменимые аминокислоты; (+) – обнаружено; (–) – не обнаружено.
 Note. * – essential amino acids; ** – partially nonessential amino acids; (+) – detected; (–) – undetected.

Влажность ЛРС определяли предварительно влагомером термогравиметрическим инфракрасным Sartorius MA-35 (Германия). Статистическую обработку результатов проводили с помощью Microsoft Office Excel 2010.

Результаты и обсуждение

Сравнительный тонкослойный хроматографический анализ (тонкослойная хроматография) водных извлечений из травы 5 видов астрагалов выявил различия в составе АК (табл. 1). На хроматограмме извлечений астрагала Хеннинга, астрагала изменчивого и астрагала яйцеплодного наблюдается схожий профиль АК, состоящий из 9 пятен. Среди 8 идентифицированных АК выявлено 4 незаменимых: треонин, метионин, валин, фенилаланин и 1 частично заменимая АК – аргинин, биологическая активность которых достаточно хорошо изучена [16]. Так, аргинин приводит к вазодилатации, усилению высвобождения различных гормонов (инсулин, соматотропин), увеличению скорости фильтрации через почки, а также обладает непрямой антиоксидантной и гепатопротективной активностью. Треонин оказывает липотропное действие, принимает участие в обмене коллагена и эластина. Метионин играет важную роль в обмене веществ и в процессах метилирования, валин участвует в восстановлении мышц после физической нагрузки. Фенилаланин улучшает работу печени и поджелудочной железы [16].

В извлечениях из травы астрагала шерстистоцветкового и астрагала Цингера обнаружено лишь два пятна, идентифицированные как аспарагин и пролин. Известно, что аспарагин участвует в синтезе гликопротеиновых гормонов, а пролин способствует заживлению ран, увеличивает физическую работоспособность, укрепляет сердечную мышцу [16–17].

Для количественного определения суммы АК в траве анализируемых видов астрагала был получен электронный спектр продукта реакции глутаминовой кислоты с нингидрином (рис. 1), где наблюдаются два максимума при 401 ± 1 и 568 ± 3 нм (рН 6,2–6,8).

Спектры поглощения продуктов реакции водных извлечений из травы астрагала со спиртовым раствором нингидрина, полученные при рН 6,34, имеют 2 четко выраженных максимума поглощения при длинах волн 400 и 568 нм (рис. 2), характерные для большинства АК. В связи с этим унифицированная методика определения суммарного содержания свободных АК применена для исследуемых образцов.

Результаты спектрофотометрического определения представлены в таблице 2. Во всех исследуемых образцах суммарное содержание свободных АК гораздо выше, чем в траве *A. danicus* из Тульской области (содержание варьирует от 0,016 до 0,030%) [18]. Среди анализируемых нами объектов наибольшее значение данного показателя выявлено в водных извлечениях из травы *A. henningii*

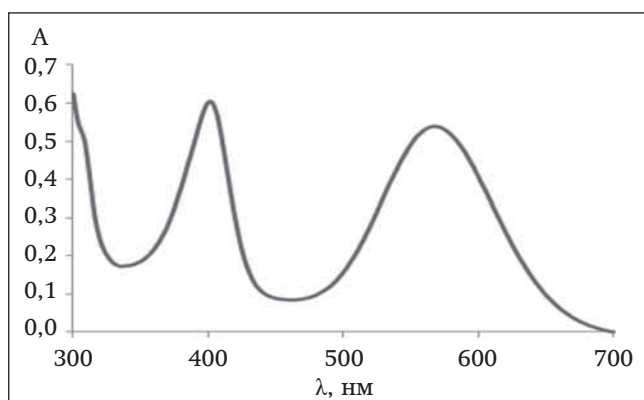


Рис. 1. Электронный спектр поглощения продукта реакции СО глутаминовой кислоты с раствором нингидрина
Fig. 1. Electronic absorption spectrum of the reaction product of the SS of glutamic acid with a ninhydrin solution

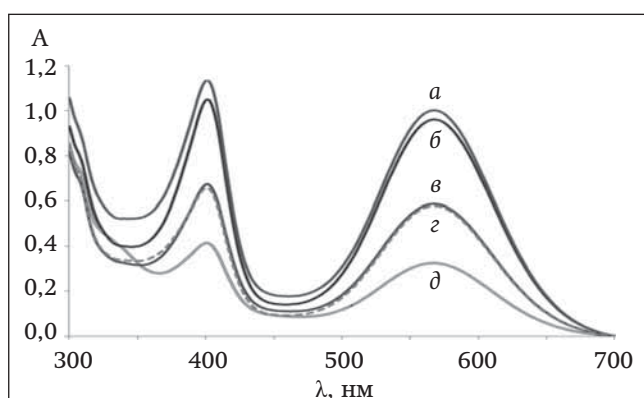


Рис. 2. Электронные спектры продуктов реакции АК водных извлечений травы астрагалов с раствором нингидрина
Примечание. а – *A. henningii*, б – *A. testiculatus*, в – *A. varius*, г – *A. dasyanthus*, д – *A. zingeri*
Fig. 2. Electronic spectra of the reaction products of amino acids of aqueous extracts of *Astragalus* herb with a ninhydrin solution
Designations: а – *A. henningii*; б – *A. testiculatus*, в – *A. varius*; г – *A. dasyanthus*; д – *A. zingeri*

Таблица 2

Содержание суммы АК в траве некоторых видов рода *Astragalus* (n=5, p=95%)

The total content of AAs in the herb of some *Astragalus* species (n=5; p=95%)

Образец сырья	Содержание суммы АК в абсолютно сухом сырье в пересчете на глутаминовую кислоту, %
1. <i>A. henningii</i>	5,50±0,04
2. <i>A. varius</i>	2,95±0,02
3. <i>A. testiculatus</i>	5,23±0,03
4. <i>A. dasyanthus</i>	2,96±0,02
5. <i>A. zingeri</i>	1,67±0,02

Table 2

(5,50%) и *A. testiculatus* (5,23%), наименьшее – в траве *A. zingeri* (1,67%). Суммарное содержание свободных АК у *A. henningii* и *A. testiculatus* выше, чем у *A. vulpinus* (4,11%) и *A. physodes* (4,50%), произрастающих в Астраханской области [11–12].

Перспективным, по нашему мнению, является более детальное изучение данной группы биологически активных веществ в растениях рода Астрагал, собранных в разные фазы вегетации, с целью изучения динамики накопления АК в их сырье.

Заключение

Методом тонкослойной хроматографии выявлен состав АК в траве 5 видов астрагалов, произрастающих в Саратовской области. В водных извлечениях *A. henningii*, *A. varius*, *A. testiculatus* выявлен наиболее богатый состав АК, который представлен, как заменимыми, так и незаменимыми АК. Во всех исследуемых образцах присутствуют аспарагин и пролин. Спектрофотометрическим методом впервые определено суммарное содержание свободных АК в пересчете на глутаминовую кислоту в исследуемых образцах. Наибольшее суммарное содержание свободных АК выявлено в извлечениях *A. henningii* и *A. testiculatus*. Полученные результаты исследования могут быть использованы на этапе оценки подлинности и доброкачественности травы анализируемых видов астрагала.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Литература

- Li X., Qu L., Dong Y. et al. A review of recent research progress on the *Astragalus* genus. *Molecules*. 2014; 19 (11): 18850–80. DOI: 10.3390/molecules191118850.
- Rundel P.W., Huggins T.R., Prigge B.A., Sharifi M.R. Rarity in *Astragalus*: a California perspective. *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*. 2015; 33 (2): 111–20. DOI: 10.5642/aliso.20153302.04.
- Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014; 635.
- Березуцкий М.А., Якубова Л.Р., Дурнова Н.А. и др. Фармакологические свойства препаратов, созданных на основе экстракта астрагала. *Химико-фармацевтический журнал*. 2020; 54 (4): 20–5. DOI: 10.30906/0023-1134-2020-54-4-20-25.
- Сергалиева М.У., Мажитова М.В., Самотруева М.А. Растения рода Астрагал: перспективы применения в фармакологии. *Астраханский медицинский журнал*. 2015; 10 (2): 17–31.

6. Фармакопейная статья ФС 42-533-72 «Трава астрагала шерстистоцветкового».

7. Bratkov V.M., Shkondrov A.M., Zdraveva P.K., Krasteva I.N. Flavonoids from the genus *Astragalus*: phytochemistry and biological activity. *Pharmacognosy Reviews*. 2016; 10 (19): 11–32. DOI: 10.4103/0973-7847.176550: 10.4103/0973-7847.176550.

8. Gorai D., Jash S.K., Roy R. Flavonoids from *Astragalus genus*. *International J. of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2016; 7 (7): 2732–47. DOI:10.13040/IJPSR.0975-8232.7(7).2732-47.

9. Тринева, О.В., Рудая, М.А., Сливкин, А.И., Дубовицких, М.А. Исследование профиля свободных аминокислот плодов облепихи крушиновидной различных сортов методом тонкослойной хроматографии. Сорбционные и хроматографические процессы. 2020; 20 (2): 277–83. DOI: 10.17308/sorpchrom.2020.20/2783.

10. Туртуева Т.А., Николаева Г.Г., Гуляев С.М., Жалсанов Ю.В. Аминокислотный состав корней *Astragalus membranaceus* (Fish.) Bunge. *Вестник БГУ. Медицина и фармация*. 2013; 12: 75–7.

11. Сергалиева М.У., Барскова Н.А. Астрагал лисий (*Astragalus vulpinus* Willd.) – источник биологически активных веществ. *Астраханский медицинский журнал*. 2017; 12 (1): 56–63.

12. Сергалиева М.У., Самотруева М.А., Ахадова Д.А. Содержание аминокислот в траве Астрагала вздутого. Проблемы эффективного использования научного потенциала общества. 2018; 138–42.

13. Гудкова А.А., Чистякова А.С., Сорокина А.А. и др. Изучение профиля аминокислот горца почечуйного травы (*Polygoni persicariae herba*). *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2018; 4: 195–200.

14. Qureshi M.N., Stecher G., Bonn G.K. Quality control of herbs: determination of amino acids in *Althaea officinalis*, *Matricaria chamomilla* and *Taraxacum officinale*. *Pak. J. Pharm. Sci.* 2014; 27 (3): 459–62.

15. Олешко Г.И., Ярыгина Т.И., Зорина Е.В., Решетникова М.Д. Разработка унифицированной методики количественного определения суммы свободных аминокислот в лекарственном растительном сырье и экстракционных препаратах. *Фармация*. 2011; 3: 14–7.

16. Лысиков Ю.А. Аминокислоты в питании человека. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2012; 2: 88–105.

17. Fares F. The role of O-linked and N-linked oligosaccharides on the structure–function of glycoprotein hormones: development of agonists and antagonists. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*. 2006; 1760 (4): 560–7.

18. Лямина М.В., Бойкова О.И. Содержание аминокислот в надземной части *Astragalus danicus*, произрастающего в Тульской области. *News of Science and Education*. 2018; 4 (3): 18–20.

References

1. Li, X., Qu, L., Dong, Y., Han, L., Liu, E., Fang, S., Zhang, Y. A review of recent research progress on the *Astragalus genus*. *Molecules*. 2014; 19 (11): 18850–80. DOI: 10.3390/molecules191118850.

2. Rundel P.W., Huggins T.R., Prigge B.A., Sharifi M.R. Rarity in *Astragalus*: a California perspective. *Aliso: A J. of Systematic and Evolutionary Botany*. 2015; 33 (2): 111–20. DOI: 10.5642/aliso.20153302.04.

3. Maevskiy P.F. Flora of the middle zone of the European part of Russia. Moscow: *Tovarishhestvo nauchnykh izdaniy KMK*, 2014; 635 (in Russian).

4. Berezutskiy M.A., Yakubova L.R., Durnova N.A. et al. Pharmacological properties of preparations based on *astragalus* extract. *Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal*. 2020; 54 (4): 20–5. DOI: 10.30906/0023-1134-2020-54-4-20-25 (in Russian).

5. Sergaliev M.U., Mazhitova M.V., Samotrueva M.A. Rasteniya roda *Astragalus*: perspektivy primeneniya v farmatsii. *Astrakhanskii meditsinskii zhurnal*. 2015; 10 (2): 17–31 (in Russian).

6. Pharmacopoeia monograph FS 42-533-72 «*Herba Astragali dasyanthi*». (in Russian).

7. Bratkov V.M., Shkondrov A.M., Zdraveva P.K., Krasteva I.N. Flavonoids from the genus *Astragalus*: phytochemistry and biological activity. *Pharmacognosy Reviews*. 2016; 10 (19): 11–32. DOI: 10.4103/0973-7847.176550: 10.4103/0973-7847.176550.

8. Gorai D., Jash S.K., Roy R. Flavonoids from *Astragalus genus*. *International J. of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2016; 7 (7): 2732–47. DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.7(7).2732-47.

9. Trineeva O.V., Rudaya M.A., Slivkin A.I., Dubovitskikh M.A. Issledovanie profilya svobodnykh aminokislot plodov oblepikhi krushinovidnoi razlichnykh sortov metodom tonkosloinoi khromatografii. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*. 2020; 20 (2): 277–83. DOI: 10.17308/sorpchrom.2020.20/2783 (in Russian).

10. Turtueva T.A., Nikolaeva G.G., Gulyaev S.M., Zhalsanov Yu.V. Aminokislnotnyi sostav kornei *Astragalus membranaceus* (Fish.) Bunge. *Vestnik BGU. Meditsina i farmatsiya*. 2013; 12: 75–7 (in Russian).

11. Sergaliev M.U., Barskova N.A. Astragal licii (*Astragalus vulpinus* Willd.) – istochnik biologicheskii aktivnykh veshchestv. *Astrakhanskii meditsinskii zhurnal*. 2017; 12 (1): 56–63 (in Russian).

12. Sergaliev M.U., Samotrueva M.A., Akhadova D.A. Soderzhanie aminokislot v trave Astragala vzdutogo. *Problemy effektivnogo ispol'zovaniya nauchnogo potentsiala obshchestva*. 2018; 138–42 (in Russian).

13. Gudkova A.A., Chistyakova A.S., Sorokina A.A. et al. Study of the aminoacid profile of mountaineer pochechuynogo grass (*Polygoni persicariae herba*). *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Kximiya. Biologiya. Farmatsiya*. 2018; 4: 195–200 (in Russian).

14. Qureshi M.N., Stecher G., Bonn G.K. Quality control of herbs: determination of amino acids in *Althaea officinalis*, *Matricaria chamomilla* and *Taraxacum officinale*. *Pak. J. Pharm. Sci.* 2014; 27 (3): 459–62.

15. Oleshko, G.I., Yarygina, T.I., Zorina, E.V., Reshetnikova, M.D. Razrabotka unifitsirovannoi metodiki kolichestvennogo opredeleniya summy svobodnykh aminokislot v lekarstvennom rastitel'nom syr'e i ekstraktsionnykh preparatakh. *Farmatsiya*. 2011; 3: 14–7 (in Russian).

16. Lysikov Yu.A. Aminokisloty v pitanii cheloveka. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*. 2012; 2: 88–105 (in Russian).

17. Fares F. The role of O-linked and N-linked oligosaccharides on the structure–function of glycoprotein hormones: development of agonists and antagonists. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*. 2006; 1760 (4): 560–7.

18. Lyamina M.V., Boikova O.I. Soderzhanie aminokislot v nadzemnoi chasti *Astragalus danicus*, proizrastayushchego v Tul'skoi oblasti. *News of Science and Education*. 2018; 4 (3): 18–20 (in Russian).

Поступила 31 мая 2021г.

Received 31 May 2021

Принята к публикации 3 июня 2021 г.

Accepted 3 June 2021