

Спектрофотометрическое определение суммы флавоноидов некоторых видов рода астрагал

У.А. Матвиенко, Ю.А. Фомина,
Н.Б. Шестопалова, М.А. Березуцкий, Н.А. Дурнова

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

Фомина Юлия Андреевна – начальник лаборатории по исследованию и контролю качества лекарственных средств, доцент кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии (СГМУ), кандидат химических наук. Тел: +7 (927) 223-59-64. E-mail: fominaya@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7853-0333

Шестопалова Наталия Борисовна – доцент кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии СГМУ, кандидат химических наук. Тел: +7 (903) 381-69-06. E-mail: shestopalovanb@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-4254-9478

Березуцкий Михаил Александрович – профессор кафедры общей биологии, фармакогнозии и ботаники СГМУ, доктор биологических наук, профессор. Тел: +7 (927) 105-03-62. E-mail: berezutsky61@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0433-8247

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: 0000-0002-0022-8318

РЕЗЮМЕ

Введение. Астрагал (*Astragalus* L.) – самый крупный род в семействе бобовых (*Fabaceae*). Сырье содержит сапонины, флавоноиды, полисахариды и другие биологически активные вещества и обладает широким спектром биологической активности. Определение суммы флавоноидов в траве разных видов астрагалов проводилось спектрофотометрическим методом с применением различных стандартных образцов (СО): гиперозида, лютеолин-7-о-глюкозида. Отсутствие единого метода определения суммарного содержания флавоноидов затрудняет сравнительный анализ изучаемых видов астрагалов.

Цель исследования – определение суммарного содержания флавоноидов спектрофотометрическим методом в пересчете на рутин у 4 представителей рода *Astragalus*.

Материал и методы. Объекты исследования – образцы травы астрагала изменчивого, астрагала шерстистоцветкового, астрагала яйцеплодного и астрагала Хеннинга, собранные в июле 2020 г. в Саратовской области. Спектрофотометрическое определение и получение УФ-спектров извлечений выполняли на спектрофотометре SHIMADZU UV-1800 (Япония).

Результаты. Проведено сравнительное определение суммарного содержания флавоноидов в надземной части астрагалов. Во всех УФ-спектрах водно-спиртовых извлечений из травы исследуемых видов астрагала наблюдался bathochromный сдвиг длинноволновой полосы в присутствии 2% спиртового раствора $AlCl_3$, что свидетельствует о наличии флавоноидов. В условиях дифференциальной спектрофотометрии выявлен максимум поглощения в области 402–407 нм, что подтверждает целесообразность использования стандартного образца рутина, имеющего максимум поглощения при длине волны 412 ± 1 нм, в спектрофотометрическом определении суммы флавоноидов в траве астрагалов. Определено содержание суммы флавоноидов при длине волны 405 нм в пересчете на рутин во всех исследуемых образцах.

Заключение. Наименьшее суммарное содержание флавоноидов отмечено у астрагала яйцеплодного (0,96%), наибольшее – у астрагала Хеннинга (3,30%).

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., флавоноиды, количественное определение, дифференциальная спектрофотометрия, рутин.

Для цитирования: Матвиенко У.А., Фомина Ю.А., Шестопалова Н.Б., Березуцкий М.А., Дурнова Н.А. Спектрофотометрическое определение суммы флавоноидов некоторых видов рода астрагал. Фармация, 2021; 70 (3): 11–16. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-03-02>

SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF THE AMOUNT OF FLAVONOIDS IN SOME ASTRAGALUS SPECIES

U.A. Matvienko, Yu.A. Fomina, N.B. Shestopalova, M.A. Berezutsky, N.A. Durnova

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

INFROMATION 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*

Fomina Yuliya Andreevna – Head of the Laboratory for Research and Quality Control of Medicines; Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology of the SSMU, PhD. Tel: +7 (927) 223-59-64. E-mail: fominaya@mail.ru. *ORCID: 0000-0001-7853-0333*

Shestopalova Nataliya Borisovna – Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology of the SSMU, PhD. Tel: +7 (903) 381-69-06. E-mail: shestopalovanb@yandex.ru. *ORCID: 0000-0002-4254-9478*

Berezutsky Mikhail Aleksandrovich – Professor of the Department of General Biology, Pharmacognosy and Botany of the SSMU, Doctor of Biological Sciences, Professor. Tel: +7 (927) 105-03-62. E-mail: berezutsky61@mail.ru. *ORCID: 0000-0003-0433-8247*

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: 0000-0002-0022-8318*

SUMMARY

Introduction. *Astragalus* L. is the largest genus in the legume family *Fabaceae*. The raw material contains saponins, flavonoids, polysaccharides, and other biologically active substances and has a wide range of biological activities. The amount of flavonoids in the herb of different *Astragalus* species was spectrophotometrically determined using various standard samples (SSs) of hyperoside, luteolin-7-O-glucoside. The lack of a single method for determining the total content of flavonoids complicates the comparative analysis of the examined *Astragalus* species.

Objective: to spectrophotometrically determine the amount of flavonoids calculated with reference to rutin in four representatives of the genus *Astragalus*.

Material and methods. The investigation objects were the herb samples of *Astragalus varius*, *Astragalus dasyanthus*, *Astragalus testiculatus*, and *Astragalus henningii*, collected in the Saratov Region in July 2020. A Shimadzu UV-1800 spectrophotometer (Japan) was used for the spectrophotometric determination and obtaining UV spectra of plant extracts.

Results. The amount of flavonoids in the aboveground part of *Astragalus* species was comparatively determined. All the UV spectra of aqueous alcoholic extracts from the herb of the examined *Astragalus* species showed a bathochromic shift in the longwave band in the presence of a 2% alcohol solution of $AlCl_3$, which suggests that flavonoids are present. Differential spectrophotometry revealed the absorption maximum in the 402–407 nm region, which confirms the feasibility of using the standard sample of rutin that has the absorption maximum at a wavelength of 412 ± 1 nm in the spectrophotometric determination of the amount of flavonoids in the herb of *Astragalus* species. The total content of flavonoids calculated with reference to rutin was determined at a wavelength of 405 nm in all the examined samples.

Conclusion. *Astragalus testiculatus* was found to contain the lowest levels of flavonoids (0.96%), *Astragalus henningii* had their highest content (3.30%).

Key words: *Astragalus varius* S.G.Gmel., *Astragalus dasyanthus* Pall., *Astragalus testiculatus* Pall., *Astragalus henningii* (Stev.) Klok., flavonoids, quantitative determination, differential spectrophotometry, rutin.

For reference: Matvienko U.A., Fomina Yu.A., Shestopalova N.B., Berezutsky M.A., Durnova N.A. Spectrophotometric determination of the amount of flavonoids in some *Astragalus* species. *Farmatsiya*, 2021; 70 (3): 11–16. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-03-02>

Введение

Астрагал (*Astragalus* L.) – самый крупный род в семействе бобовых (*Fabaceae*) и один из крупнейших родов сосудистых растений на Земле, включающий около 3270 видов [1]. В средней полосе европейской части России насчитывается около 34 видов астрагалов, представленных различными жизненными формами [2]. В Саратовской области зарегистрировано 25 видов [3]. В качестве фармакопейного лекарственного сырья используется трава астрагала шерстистоцветкового (*Herba Astragali dasyanthi*). [4]. Корни астрагала перепончатого (*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Vge.) и астрагала монгольского (*Astragalus mongholicus* Vge.) применяются в официальной медицине Китая [5].

Фитохимически изучены единичные представители рода астрагал, для которых установлены три основные группы биологически активных соединений: сапонины (циклоартанового и олеанолового типа), флавоноиды (кверцетин, кемферол и их гликозиды обнаружены у большинства видов) и полисахариды. Обнаружены также стеролы, лигнаны, кумарины, фенольные кислоты, аминокислоты [6–8].

Флавоноиды, обнаруженные в большинстве растений, обладают широким спектром биологической активности: антиоксидантной, противовоспалительной, противоопухолевой, противовоспалительной, антидиабетической, антибактериальной, противовирусной, иммуностимулирующей, гепато-, нейро- и кардиопротективной [8–11]. Широкий спектр биологи-

ческой активности флавоноидов связан с многообразием их химических структур [12].

Содержание флавоноидов в сырье астрагалов обусловлено не только местом произрастания. На полученные результаты влияет выбор соединения, на который производят пересчет суммы флавоноидов. Определение суммы флавоноидов в траве разных видов астрагалов проводилось спектрофотометрическим методом с применением различных стандартных образцов (СО): гиперозида, лютеолин-7-о-глюкозида [13–17]. Содержание флавоноидов в изученных видах рода *Astragalus*, согласно литературным данным, колеблется в диапазоне от 1,1 до 3,3%. Отсутствие единого подхода к анализу (использование различных стандартных образцов, некоторые различия условий анализа) затрудняет сравнительный анализ содержания суммы флавоноидов в траве астрагалов разных видов.

Цель работы – определение суммы флавоноидов спектрофотометрическим методом с применением рутина в качестве стандартного образца у 4 представителей рода *Astragalus*, произрастающих в Саратовской области.

Материал и методы

Для исследования использовали высушенную траву 4 видов астрагала, произрастающих в Саратовской области, – астрагала изменчивого (*Astragalus varius* S.G.Gmel.), А. шерстистоцветкового (*A. dasyanthus* Pall.), А. яйцеплодного (*A. testiculatus* Pall.), А. Хеннинга (*A. henningii* (Stev. Klok.). Траву астрагала Хеннинга собрана в окрестностях Саратова (природный парк «Кумысная поляна», урочище Лысая гора), остальные образцы – в Татищевском районе (станция Курдюм) Саратовской области в июле 2020 г. в фазу цветения.

Предварительный фитохимический анализ водно-спиртовых извлечений (1:10) проводили с помощью качественных реакций на флавоноиды: цианидиновая проба (проба Шинода), реакция с раствором аммиака, гидроксидом натрия, хлоридом железа (III), 2% спиртовым раствором хлорида алюминия [18].

Для количественного определения суммы флавоноидов использовали метод дифференциальной спектрофотометрии, основанной на реакции комплексообразования флавоноидов с раствором $AlCl_3$ по методике, предложенной для астрагала перепончатого [14]. Электронные спектры регистрировали на спектрофотометре SHIMADZU UV-1800 (Япония) в диапазоне 200–600 нм, в кварцевых кюветах ($l=1$ см).

Методика количественного определения суммы флавоноидов в траве астрагалов. Анализируемую пробу сырья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм. Около 1 г измельченного сырья (точная навеска) помещали в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляли 50 мл 60% этилового спирта, закрывали пробкой и взвешивали с точностью до $\pm 0,01$ г. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане (умеренное кипение) в течение 60 мин. Затем колбу охлаждали в течение 30 мин, закрывали той же пробкой, снова взвешивали и восполняли недостающий экстрагент до первоначальной массы. Извлечение фильтровали через бумажный фильтр (красная лента), 1 мл полученного фильтрата помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляли 2 мл 2% раствора алюминия хлорида в 60% этиловом спирте, довели объем раствора спиртом 95% до метки и перемешивали (раствор А).

В качестве раствора сравнения служил раствор, приготовленный при тех же условиях, но без добавления алюминия хлорида (раствор Б). Измерение оптической плотности полученных растворов проводили на спектрофотометре через 40 мин при аналитической длине волны 405 нм.

Раствор стандартного образца рутина готовили по следующей методике: 25 мг рутина (точная навеска), предварительно высушенного до постоянной массы, помещали в мерную колбу вместимостью 50 мл, растворяли в 30 мл 60% этилового спирта при нагревании на водяной бане. После охлаждения до комнатной температуры довели объем раствора 60% этиловым спиртом до метки (раствор А рутина). 1 мл раствора А рутина помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, добавляли 2 мл 2% спиртового раствора алюминия хлорида, довели объем раствора до метки 95% этиловым спиртом.

Раствор сравнения готовили следующим образом: 1 мл раствора А рутина помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, довели объем раствора до метки 95% этиловым спиртом.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье в процентах (X) рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{A \cdot 50 \cdot 25 \cdot m_0 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 100}{A_0 \cdot m \cdot 1 \cdot 100 \cdot 25 \cdot (100 - W)},$$

где А – оптическая плотность исследуемого раствора; A_0 – оптическая плотность раствора СО рутина; m – масса сырья, г; m_0 – масса СО рутина, г;

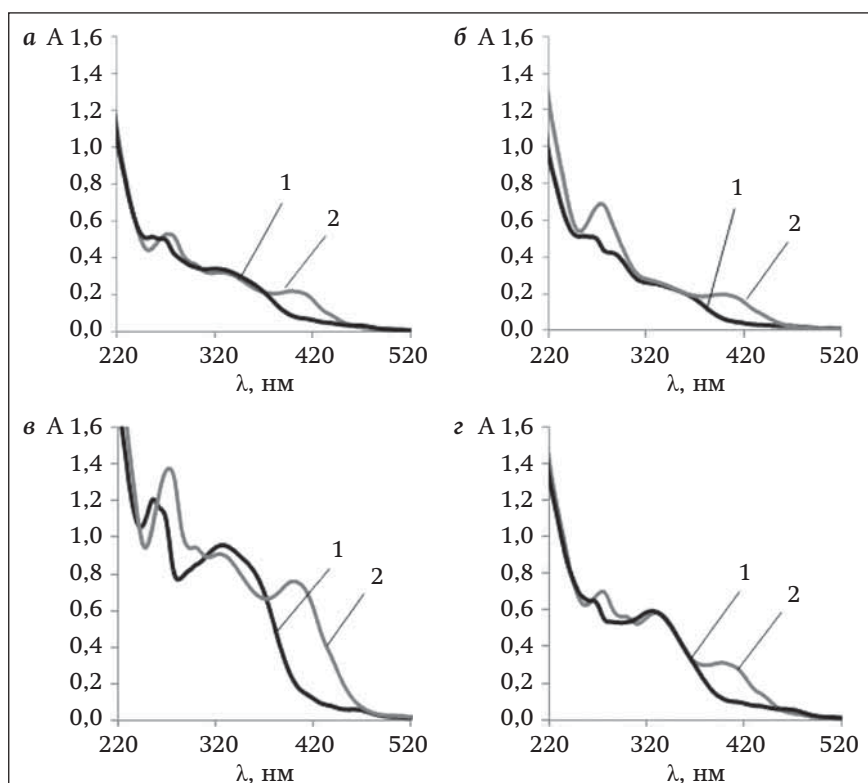


Рис. 1. Электронные спектры растворов водно-спиртового извлечения из травы *A. изменчивого* (а), *A. шерстистоцветкового* (б), *A. Хеннинга* (в) и *A. яйцеплодного* (г): 1 – раствор извлечения; 2 – раствор извлечения с добавлением хлорида алюминия

Fig. 1. Electronic spectra of solutions of aqueous alcoholic extracts from the herb of *Astragalus varius* (a), *Astragalus dasyanthus* (b), *Astragalus henningii* (c), *Astragalus testiculatus* (d): 1 – extraction solution; 2 – extraction solution with the addition of aluminum chloride

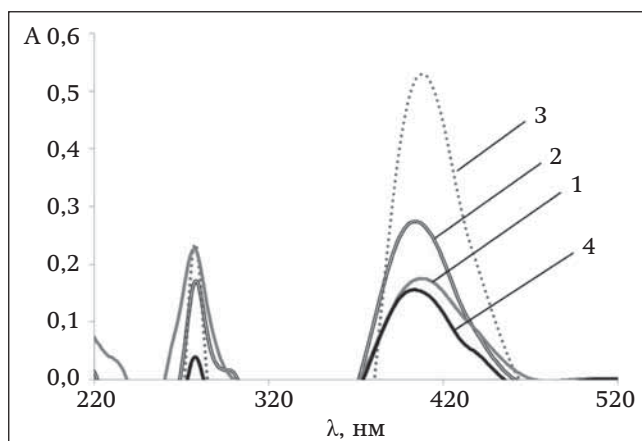


Рис. 2. Электронные спектры (дифференциальный вариант) растворов водно-спиртового извлечения из травы а. *изменчивого* (1), а. *шерстистоцветкового* (2), а. *Хеннинга* (3), а. *яйцеплодного* (4)

Fig. 2. Electronic spectra (a differential variant) of solutions of aqueous alcoholic extracts from the herb of *Astragalus varius* (1), *Astragalus dasyanthus* (2), *Astragalus henningii* (3), *Astragalus testiculatus* (4)

W – потеря в массе при высушивании, %.

Влажность лекарственного растительного сырья определяли предварительно с помощью влагомера термогравиметрического инфракрасного Sartorius MA-35 (Германия). Статистическую обработку результатов проводили с помощью Microsoft Office Excel-2007 (n=3).

Результаты и обсуждение

Экстракцию флавоноидов из травы астрагалов осуществляли 60% этиловым спиртом при кипячении в течение 30 мин на водяной бане. Качественные реакции, проведенные с полученным извлечением, подтвердили присутствие в сырье флавоноидов.

При сравнительном изучении электронных спектров водно-спиртовых извлечений из травы изучаемых видов астрагал были зарегистрированы характерные для флавоноидов, в частности флавонов, две полосы поглощения с максимумами при 270 и 330 нм. При добавлении хлорида алюминия наблюдали bathochromный сдвиг длинноволновой полосы на 70–80 нм (рис. 1).

В условиях дифференциального спектрофотометрирования (рис. 2) максимум поглощения длинноволновой полосы регистрировали в диапазоне 402–407 нм. Установлено, что для определения общего содержания флавоноидов возможно применение СО рутина, имеющего идентичные спектральные характеристики дифференциального спектра (λ_{max} 412 нм) (рис. 3).

В траве четырех видов рода астрагал методом дифференциальной спектрофотометрии проведение определения содержания суммы флавоноидов в пересчете на рутин при аналитической длине волны 405 нм.

Как видно из представленных данных (см. таблицу), содержание суммы флавоноидов в исследуемых образцах колеблется от 0,95 до 3,30%. Наибольшее содержание флавоноидов, обнаруженное в траве астрагала Хеннинга (3,30%), сопоставимо с содержанием флавоноидов в *A. ко-*

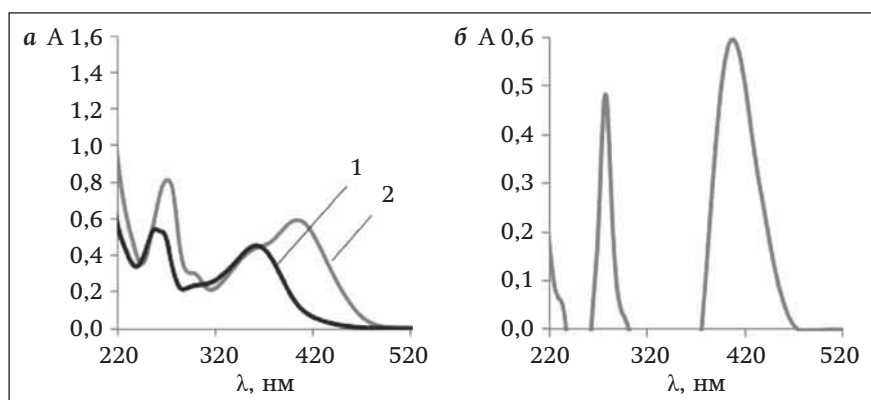


Рис. 3. Электронный спектр СО рутина (а), электронный спектр СО рутина – дифференциальный вариант (б): 1 – раствор СО рутина; 2 – раствор СО рутина с добавлением раствора хлорида алюминия
Fig. 3. Electronic spectrum of the SS of rutin (a), electronic spectrum of the SS of rutin (a differential variant) (b): 1 – solution of the SS of rutin; 2 – solution of the SS of rutin with the addition of aluminium chloride

Содержание суммы флавоноидов в траве некоторых видов рода *Astragalus*

The total content of flavonoids in the herb of some *Astragalus* species

Образец сырья	Содержание суммы флавоноидов в абсолютно сухом сырье в пересчете на рутин, %
<i>A. varius</i>	1,51±0,02
<i>A. dasyanthus</i>	0,95±0,03
<i>A. testiculatus</i>	0,96±0,08
<i>A. henningii</i>	3,30±0,05

роткоплодном (3,3%) [13], а содержание суммы флавоноидов в траве *A. изменчивого* (1,51%) – с содержанием флавоноидов в траве *A. перепончатого* (1,23–2,54%) [14]. Наименьшее содержание суммы флавоноидов выявлено в траве *A. яйцеплодного* (0,96%).

Заключение

Таким образом, использование унифицированной методики количественного определения флавоноидов позволило провести сравнительный анализ 4 видов астрагалов, произрастающих в Саратовской области, и показать их перспективность как источников флавоноидов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Литература

- 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.
- Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006; 600.
- Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. Конспект флоры Саратовской области. Саратов: «Наука», 2008; 232.
- Фармакопейная статья ФС 42-533-72 «Трава астрагала шерстистоцветкового».
- Pharmacopoeia of the People's Republic of China Part I. Chinese Medical Science Press: Beijing, China. 2015.
- 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
- Gorai D., Jash S.K., Roy R. Flavonoids from *Astragalus* genus. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2016; 7 (7): 2732–47. DOI:10.13040/IJPSR.0975-8232.7(7).2732-47
- 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
- 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
- Li Wei, Ya Nan Sun, Xi Tao Yan et al. Flavonoids from *Astragalus membranaceus* and their inhibitory effects on LPS-stimulated pro-inflammatory cytokine production in bone marrow-derived dendritic cells. *Archives of Pharmacol Research*. 2014; 37 (2): 186–92. DOI: 10.1007/s12272-013-0174-7
- Zhang D., Zhuang Y., Pan J. et al. Investigation of effects and mechanisms of total flavonoids of *Astragalus* and calycosin on humanery thro leukemia cells. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2012. DOI: 10.1155/2012/209843
- Куркин В.А., Куркина А.В., Авдеева Е.В. Флавоноиды как биологически активные соединения лекарственных растений. *Фундаментальные исследования*. 2013; 11 (9): 1897–901.
- Гужва Н.Н., Лихота Т.Т., Богатырева З.Н. Флавоноиды астрагала короткоплодного *Astragalus brachycarpus* M.B.Fl. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация*. 2012; 20 (22): 171–8.
- Танганова Е.А., Нагаслаева Л.А. Спектрофотометрическое определение содержания флавоноидов астрагала перепончатого. *ВСГТУ. Сборник научных трудов Серия Химия и биологически активные природные соединения. Улан-Удэ*. 2006; 10: 43–9.
- Позднякова Т.А., Бубенчиков Р.А. Разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в траве астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasyanthus* L.). *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2018; 21 (6): 10–5.

16. Ласый, Е.С., Ахадова, Д.А., Ясенявская, А.Л. и др. Биологически активные вещества травы астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasyanthus*). Фармацевтическое образование, наука и практика: горизонты развития. Курск, 2016; 491–4.

17. Сергалиева М.У., Самотруева М.А., Ахадова Д.А. Содержание флавоноидов в траве Астрагала прутьевидного (*Astragalus virgatus*) Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Пенза, 2018; 204–6.

18. Куркина А.В. Актуальные вопросы химической стандартизации лекарственных растений, содержащих флавоноиды. Фармация. 2012; 7: 44–8.

References

1. 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

2. Maevskiy P.F. Flora of the middle zone of the European part of Russia Moscow: KMK, 2006; 600 (in Russian).

3. Elenevskiy A.G., Bulanyu Yu.I., Radygina V.I. Abstract of the flora of the Saratov region. Saratov: «Nauka», 2008; 232 (in Russian).

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

5. Chinese Pharmacopoeia Commission et al. *Pharmacopoeia of the People's Republic of China Part I*. Chinese Medical Science Press: Beijing, China. 2015.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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)

10. Li Wei, Ya Nan Sun, Xi Tao Yan et al. Flavonoids from *Astragalus membranaceus* and their inhibitory effects on LPS-stimulated pro-inflammatory cytokine production in bone marrow-derived dendritic cells. *Archives of Pharmacal Research*. 2014; 37 (2): 186–92. DOI: 10.1007/s12272-013-0174-7

11. Zhang D., Zhuang Y., Pan J., et al. Investigation of effects and mechanisms of total flavonoids of *Astragalus* and calycosin on humanery thro leukemia cells. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2012. DOI: 10.1155/2012/209843

12. Kurkin V.A., Kurkina A.V., Avdeeva E.V. Flavonoids as biologically active compounds of medicinal plants. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013; 11 (9): 1897–901 (in Russian)

13. Guzhva N.N., Likhota T.T., Bogatyreva Z.N. *Astragalus* flavonoids short-fruited *Astragalus brachycarpus* M.B.Fl. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo univertsiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*. 2012; 20 (22): 171–8 (in Russian)

14. Tanganova E.A., Nagaslaeva L.A. Spektrofotometricheskoe opredelenie sodержaniya flavonoidov astragala pereponchatogo. *VSGTU. Sbornik nauchnykh trudov Seriya Khimiya i biologicheski aktivnye prirodnye soedineniya. Ulan-Ude*, 2006; 10: 43–9 (in Russian)

15. Pozdnyakova T.A., Bubenchikov R.A. Development of a method for the quantitative determination of the amount of flavonoids in the herb *Astragalus woolly* (*Astragalus dasyanthus* L.). *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii*. 2018; 21 (6): 10–5 (in Russian)

16. Lasyy E.S., Akhadova D.A., Yasenyavskaya A.L. et al. Biologically active substances of the herb *Astragalus woolly* (*Astragalus dasyanthus* L.). *Farmatsevticheskoe obrazovanie, nauka i praktika: gorizonty razvitiya. Kursk*, 2016; 491–4 (in Russian)

17. Sergaliev M.U., Samotrueva M.A., Akhadova D.A. Flavonoid content in *Astragalus virgatus* herb. *Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii. Penza*, 2018; 204–6 (in Russian)

18. Kurkina A.V. Topical issues of chemical standardization of medicinal plants containing flavonoids. *Farmatsiya*. 2012; 7: 44–8 (in Russian)

Поступила 8 февраля 2021 г.

Received 8 February 2021

Принята к публикации 29 марта 2021 г.

Accepted 29 March 2021