

<https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-1-1623>
УДК 615.074: 615.322



Оригинальная статья / Research article

ВЭЖХ-УФ-анализ гликозидов флавоноидов в траве *Astragalus* (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*), произрастающих на территории Поволжья

У. А. Матвиенко¹✉, Н. А. Дурнова^{1, 2}, А. М. Полуянов², Н. В. Бобкова², Г. В. Раменская²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ имени В. И. Разумовского» Минздрава России). 410012, Россия, Саратовская область, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет). 119991, Россия, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

✉ Контактное лицо: Матвиенко Ульяна Андреевна. E-mail: matvienko.ulia2104@gmail.com

ORCID: У. А. Матвиенко – <https://orcid.org/0000-0002-1714-9165>; Н. А. Дурнова – <https://orcid.org/0000-0003-4628-9519>;
А. М. Полуянов – <https://orcid.org/0000-0002-9960-6699>; Н. В. Бобкова – <https://orcid.org/0000-0003-1591-4019>;
Г. В. Раменская – <https://orcid.org/0000-0001-8779-3573>.

Статья поступила: 25.10.2023

Статья принята в печать: 01.02.2024

Статья опубликована: 02.02.2024

Резюме

Введение. Поиск новых перспективных источников биологически активных веществ является одной из задач современной фармакогнозии. Среди огромного разнообразия видов рода *Astragalus* L. изучены лишь некоторые из них. Кроме этого, ни один из них не включен в актуальное издание Государственной фармакопеи РФ. На наш взгляд, интерес представляет исследование четырех видов этого рода (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*), произрастающих на территории Поволжья.

Цель. Исследование гликозидного состава флавоноидов травы астрагалов четырех видов (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*) методом ВЭЖХ-УФ с использованием внешних стандартов.

Материалы и методы. Материалом служили образцы травы астрагалов (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*), заготовленные на территории Саратовской области в соответствии с основными правилами сбора и заготовки и высушенные до воздушно-сухого состояния. Анализ подвергались водно-спиртовые извлечения (1:50). Качественный и количественный анализ гликозидов флавоноидов проводили на хроматографе Agilent 1260 (Agilent Technologies, США), снабженном диодно-матричным детектором, ручным вводом проб (ручной инжектор Agilent G1328C, Agilent Technologies США) и системой для сбора и обработки хроматографических данных Agilent Open Lab CDS. Градиент элюирования был подобран индивидуально с использованием в качестве растворителей 0,1%-го раствора ортофосфорной кислоты / ацетонитрила. Соединения идентифицировали по временам удерживания и УФ-спектрам стандартных образцов (СО). Количественное содержание каждого обнаруженного компонента выражали в мг/г сухого сырья. Все исследования были повторены пятикратно, результаты статистически обработаны с помощью MS Excel 2010.

Результаты и обсуждение. Исследованы хроматографические профили водно-спиртовых извлечений из травы четырех видов астрагалов. Обнаружены отличия как в качественном составе, так и в количественном содержании флавоноидных гликозидов в траве анализируемых видов. Наибольшее число соединений обнаружено в траве *A. varius* (6 соединений), в траве *A. dasyanthus* и *A. henningii* идентифицировано 4 соединения, а в траве *A. testiculatus* – 3 соединения. Доминирующими компонентами в траве *A. henningii* являются ориентин и рутин, в траве *A. testiculatus* и *A. varius* – цинарозид, а у *A. dasyanthus* – рутин.

Заключение. Была разработана методика ВЭЖХ-УФ-определения количественного содержания флавоноидных гликозидов в извлечениях из травы четырех видов астрагалов (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*) и изучены хроматографические профили анализируемых образцов.

Ключевые слова: трава, *A. henningii*, *A. testiculatus*, *A. varius*, *A. dasyanthus*, водно-спиртовые извлечения, ВЭЖХ-УФ, гликозиды флавоноидов

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. У. А. Матвиенко, Н. А. Дурнова, Н. В. Бобкова, Г. В. Раменская планирование эксперимента. У. А. Матвиенко, А. М. Полуянов осуществляли проведение экспериментальных исследований. У. А. Матвиенко, Н. А. Дурнова, А. М. Полуянов, Н. В. Бобкова, Г. В. Раменская участвовали в написании текста статьи, в том числе заключения и обсуждения результатов.

Для цитирования: Матвиенко У. А., Дурнова Н. А., Полуянов А. М., Бобкова Н. В., Раменская Г. В. ВЭЖХ-УФ-анализ гликозидов флавоноидов в траве *Astragalus* (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*), произрастающих на территории поволжья. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2024;13(1):139–148. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-1-1623>

HPLC-UV Analysis of Flavonoid Glycosides in the Herb of *Astragalus* (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*), Growing in the Volga Region

Uliana A. Matvienko¹✉, Natalya A. Durnova^{1, 2}, Andrey M. Poluyanov²,
Natalya V. Bobkova², Galina V. Ramenskaya²

¹ Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky (Razumovsky University). 112, st. B. Kazachya, Saratov, Saratov region, 410012, Russia

² I. M. Sechenov First MSMU of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia

✉ Corresponding author: Uliana A. Matvienko. E-mail: matvienko.ulia2104@gmail.com

© Матвиенко У. А., Дурнова Н. А., Полуянов А. М., Бобкова Н. В., Раменская Г. В., 2024

© Matvienko U. A., Durnova N. A., Poluyanov A. M., Bobkova N. V., Ramenskaya G. V., 2024

ORCID: Uliana A. Matvienko – <https://orcid.org/0000-0002-1714-9165>; Natalya A. Durnova – <https://orcid.org/0000-0003-4628-9519>;
Andrey M. Poluyanov – <https://orcid.org/0000-0002-9960-6699>; Natalya V. Bobkova – <https://orcid.org/0000-0003-1591-4019>;
Galina V. Ramenskaya – <https://orcid.org/0000-0001-8779-3573>.

Received: 25.10.2023

Revised: 01.02.2024

Published: 02.02.2024

Abstract

Introduction. The search for new promising sources of biologically active substances is one of the tasks of modern pharmacognosy. Among the huge variety of species of the genus *Astragalus* L., only a few of them have been studied. In addition, none of them is included in the current edition of the State Pharmacopoeia of the Russian Federation. In our opinion, the study of four species of this genus of *Astragalus* L. (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*) growing in the Volga region is of interest.

Aim. Study of the glycoside composition of flavonoids in the astragalus herb of four species (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*) by HPLC-UV using external standards.

Materials and methods. The material was samples of astragalus grass (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*), collected on the territory of the Saratov region in accordance with the basic rules of collection and preparation and dried to an air-dry state. Aqueous-alcoholic extracts (1:50) were analyzed. Qualitative and quantitative analysis of flavonoid glycosides was carried out on an Agilent 1260 chromatograph (Agilent Technologies, USA) equipped with a diode array detector, manual sample injection (Agilent G1328C manual injector, Agilent Technologies USA) and an Agilent Open Lab CDS system for collecting and processing chromatographic data. The elution gradient was selected individually using 0.1 % phosphoric acid/acetonitrile solution as solvents. Compounds were identified by retention times and UV spectra of reference standards (RS). The quantitative content of each detected component was expressed in mg/g of dry raw material. All studies were repeated five times, the results were statistically processed using MS Excel 2010.

Results and discussion. The chromatographic profiles of aqueous-alcoholic extracts from the herbs of four types of astragalus were studied. Differences were found in both the qualitative composition and quantitative content of flavonoid glycosides in the grass of the analyzed species. The largest number of compounds was found in the herb of *A. varius* (6 compounds), 4 compounds were identified in the herb of *A. dasyanthus* and *A. henningii*, and 3 compounds were identified in the herb of *A. testiculatus*. The dominant components in the herb of *A. henningii* are orientin and rutin, in the herb of *A. testiculatus* and *A. varius* it is cynaroside, and in *A. dasyanthus* it is rutin.

Conclusion. A HPLC-UV method was developed for determining the quantitative content of flavonoid glycosides in extracts from the herbs of four species of astragalus (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*) and the chromatographic profiles of the analyzed samples were studied.

Keywords: herba, *A. henningii*, *A. testiculatus*, *A. varius*, *A. dasyanthus*, hydro-alcoholic extracts, HPLC/UV, flavonoid glycoside

Conflict of interest. The authors declare that they have no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Contribution of the authors. Uliana A. Matvienko, Natalya A. Durnova, Natalya V. Bobkova, Galina V. Ramenskaya planning of the experiment. Uliana A. Matvienko, Andrey M. Poluyanov carried out experimental studies. Uliana A. Matvienko, Natalya A. Durnova, Andrey M. Poluyanov, Natalya V. Bobkova, Galina V. Ramenskaya participated in writing the text of the article, including the conclusion and discussion of the results.

For citation: Matvienko U. A., Durnova N. A., Poluyanov A. M., Bobkova N. V., Ramenskaya G. V. HPLC-UV analysis of flavonoid glycosides in the herb of *Astragalus* (*A. dasyanthus*, *A. varius*, *A. testiculatus*, *A. henningii*), growing in the volga region. *Drug development & registration*. 2024;13(1):139–148. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-1-1623>

ВВЕДЕНИЕ

Растения рода *Astragalus* L. имеют значительный опыт применения в народной медицине многих стран мира. В настоящее время насчитывается около 3000 видов, большинство из которых встречается в центральных и юго-западных районах Азии [1], однако только один представитель – астрагал перепончатый входит в перечень официального растительного сырья Китая и применяется как иммуномодулирующее и адаптогенное средство. В Российской Федерации (РФ) как биологически активная добавка к пище реализуется трава астрагала шерстистоцветкового. В перечень фармакопейного растительного сырья ни один из видов астрагала не включен. Многочисленные исследования растений рода *Astragalus* L. свидетельствуют о высоком интересе к его представителям как к источникам биологически ак-

тивных веществ [2]. Установлено, что представители данного рода имеют богатый фитохимический профиль, который представлен полифенольными соединениями, тритерпеновыми соединениями, органическими кислотами, микро- и макроэлементами [2–4]. В экспериментах была показана антиоксидантная, противоопухолевая, антибактериальная, противовирусная, нейропротекторная, тонизирующая активность экстрактов или отдельно изолированных компонентов из различных частей растений *Astragalus* L. [5–11].

Большая часть представителей многочисленного рода остаются неизученными, что представляет интерес для исследований. На наш взгляд, перспективным является исследование других видов, например астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasyanthus* Pall.), а. изменчивого (*A. varius* S.G.Gmel.), а. яйцеплодного (*A. testiculatus* Pall.), а. Хеннинга (*A. henningii* (Stev.) Klok.), массово произрастающих

на территории Поволжья. Фитохимические исследования подтвердили наличие в надземной части этих растений флавоноидов, аминокислот, танинов, сапонинов [12–13]. Настои и водно-этанольные экстракты, полученные из травы, показали антиоксидантную, антимикробную активность [14], а также низкую токсичность в экспериментах *in vivo* [15].

Одной из ведущих групп биологически активных соединений (БАС) *Astragalus* L. являются флавоноиды, обладающие плейотропной фармакологической активностью [6]. Методом ВЭЖХ-УФ были исследованы гидролизаты водно-этанольных извлечений: лютеолин, кверцетин и апигенин обнаружены в гидролизатах *A. henningii*, *A. testiculatus*, *A. varius*, изорамнетин и кемпферол обнаружены в *A. henningii* и *A. varius* [13]. В более ранних исследованиях сообщается о наличии кверцетина, кемпферола в траве *A. varius* и *A. dasyanthus* и изорамнетина в траве *A. dasyanthus* [2].

Данные по гликозидному составу также немногочисленные. Известно о содержании в траве *A. varius* астрагалина, нарциссина, популина, изорамнетин-3-O- β -D-глюкопиранозида, изокверцитрина [3], в траве *A. dasyanthus* – нарциссина, гиперозида [3], в траве *A. testiculatus* – астрагалина. Данные о гликозидах флавоноидов травы *A. henningii* не найдены.

Ввиду отсутствия актуальных данных о гликозидах флавоноидов в траве вышепредставленных видов актуальным является исследование флавоноидов современными физико-химическими методами с целью обоснования перспективности видов для дальнейших исследований.

В связи с этим цель данного исследования – идентификация и количественное определение флавоноидных гликозидов в водно-спиртовых извлечениях из травы астрагала (а. шерстистоцветкового, а. изменчивого, а. яйцеплодного и а. Хеннинга) с помощью жидкостной хроматографии (ВЭЖХ-УФ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись образцы травы астрагала шерстистоцветкового, а. изменчивого, а. яйцеплодного, а. Хеннинга, заготовленные на территории Саратовской области в 2022 г. в период массового цветения и высушенные воздушно-теневым способом до остаточной влажности не более 13 %.

Пробоподготовку материала осуществляли путем экстрагирования травы четырех видов астрагала 70%-м этиловым спиртом в соотношении сырье:экстрагент (1:50) на водяной бане, снабженной обратным холодильником, в течение 1 часа. Полученные извлечения фильтровали (красная лента) и подвергали хроматографическому анализу.

Качественный и количественный анализ гликозидов флавоноидов проводили на хроматографе Agilent 1260 (Agilent Technologies, США), снабженном

диодно-матричным детектором, ручным вводом проб (ручной инжектор Agilent G1328C, Agilent Technologies, США) и системой для сбора и обработки хроматографических данных Agilent Open Lab CDS.

Условия хроматографирования и детектирования. Хроматографическая колонка: Grace HPLC Column Platinum C8-EPS, 250 × 4.6 mm, 5 mm (Grace, США). Предколонка: Phenomenex SecurityGuard™ Cartridges Widespore C18, 4 × 3,0 мм. Температура термостата: 27 °С. Подвижная фаза: 0,1%-й раствор ортофосфорной кислоты в воде (по объему) (элюент А); ацетонитрил (по объему) (элюент В). Скорость потока подвижной фазы: 0,5 мл/мин. Градиент состава подвижной фазы представлен на рисунке 1. Объем вводимой пробы: 10 мкл. Время регистрации хроматограммы: 0,0–36,0 мин. Детектирование: УФ-детектор при 365 ± 2 нм.

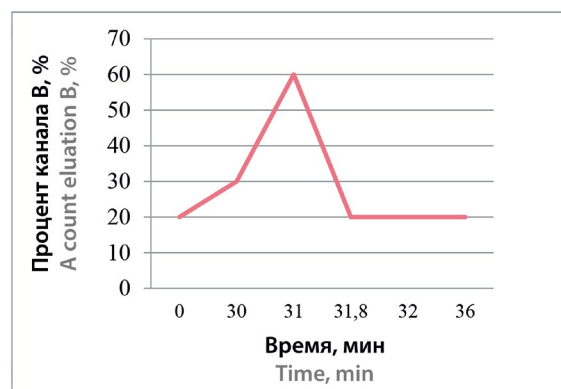


Рисунок 1. Градиентный режим элюирования
Figure 1. Gradient elution scheme

В качестве внешних стандартов использовали СО: **orientin** (99,63 %, HWI group, Германия, номер партии HWI01801-3, годен до 09.2023 г.); **luteolin 7-glucoside** (≥98,00 %, Sigma-Aldrich, США, номер партии BCBZ9156, CAS № 5373-11-5, годен до 06.2023 г.); **isoquercitrine** (98,94 %, HWI group, Германия, номер партии HWI02139-1, годен до 04.2023 г.); **rutin** (97,21 %, PhytoLab GmbH & Co. KG, Германия, номер партии 66853802, годен до 09.2023 г.); **hyperoside** (98,90 %, HWI group, Германия, номер партии HWI02328, годен до 04.2023 г.); **isovitexin** (99,10 %, HWI group, Германия, номер партии HWI02131-1, годен до 06.2023 г.); **apigenin-7-glucoside** (95,50 %, Sigma-Aldrich, США, номер партии LRAC2234, CAS № 578-74-5, годен до 09.2023 г.); **isorhamnetin 3-rutinoside** (99,59 %, PhytoLab GmbH & Co. KG, Германия, номер партии 95324886, годен до 12.2023 г.); **kaempferol 3- β -D-glucopyranoside** (98,60 %, Sigma-Aldrich, США, номер партии BCBZ1711, CAS № 480-10-4, годен до 08.2022 г.). Растворы СО готовили в этиловом спирте 96%-м в концентрации 0,01 мг/мл.

Хроматографирование каждого испытуемого раствора проводили 5 раз. Растворы СО также хроматографировали по 5 раз и вычисляли среднее значение площади пика для каждого СО.

Идентификацию пиков на хроматограмме анализируемого раствора проводили по времени удерживания в сравнении с хроматограммами растворов СО ориентина, изокверцитрина, рутина, изовитексина, гиперозида, цинарозида, нарциссина, космосина и астрагалина соответственно.

Контролировали параметры пригодности хроматографической системы по хроматограммам растворов СО (таблица 1).

Таблица 1. Параметры пригодности хроматографической системы

Table 1. Chromatographic system suitability parameters

Соединение Compound	Время удерживания, мин Retention time, min	Разрешение Resolution	Количество теоретических тарелок Number theoretical plates	Коэффициент симметрии Symmetry factor
Ориентин Orientin	11.081	0,00	4650	1,10
Цинарозид Cynaroside	19.541	1,01	6321	1,10
Изокверцитрин Isoquercitrine	13.432	3,21	4890	1,08
Рутин Rutin	14.245	1,10	6875	1,12
Гиперозид Hyperoside	15.271	1,46	2845	0,91
Нарциссин Narcissin	19.110	2,99	4950	1,11
Астрагалин Astragalín	20.304	1,02	4585	1,01

Статистическую обработку результатов количественного определения выполняли в MS Excel 2010 ($n = 5$, $f = 4$, $P = 95 \%$, $T(f, P) = 2,7764$). Количественное содержание каждого соединения выражали в мг/г воздушно-сухого сырья.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

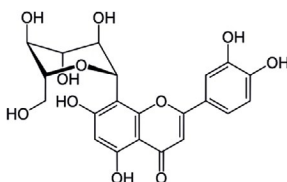
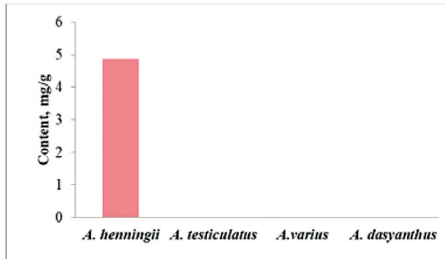
Условия хроматографического разделения некоторых гликозидов флавоноидов (таблица 2) были подобраны экспериментально ввиду особенностей физико-химических свойств флавоноидных гликозидов (близкие значения $\log P$). Для идентификации использовали наиболее селективную длину волны для флавоноидов – 365 нм [16].

Хроматографические профили четырех анализируемых видов имеют различный вид. Наибольшее число соединений, найденное в рамках данного исследования, обнаружено в траве а. изменчивого (6 соединений), в траве а. шерстистоцветкового и а. Хеннинга идентифицировано 4 соединения, а в траве а. яйцеплодного – 3 соединения (рисунок 2).

Ранее в гидролизатах извлечений из травы а. Хеннинга и а. изменчивого были найдены лютеолин, кверцетин, апигенин, кемпферол и изорамнетин [13]. В водно-спиртовом извлечении из травы а. Хеннинга впервые обнаружены гликозиды лютеолина (ориентин и цинарозид) и кверцетина (изокверцитрин и рутин). В водно-спиртовом извлечении из травы а. изменчивого обнаружены гликозиды лютеолина (цинарозид), кверцетина (изокверцитрин, рутин, гиперозид), кемпферола (астрагалин), изорамнетина (нарциссин). Причем обнаруженные изокверцитрин, нарциссин и астрагалин согласуются с данными, полученными ранее [3].

Таблица 2. Физико-химические свойства анализируемых веществ

Table 2. Physical and chemical properties of the analyzed substances

Соединение Compound	Время удерживания, мин Retention time, min	Структурная формула Structural formula	Содержание, мг/г The content, mg/g
Ориентин (лютеолин-8-глюкозид) Orientin (luteolin-8-glucoside)	11.081		

Продолжение таблицы 2

Соединение Compound	Время удерживания, мин Retention time, min	Структурная формула Structural formula	Содержание, мг/г The content, mg/g
Цинарозид (лютеолин-7-глюкозид) Cynaroside (luteolin 7-glucoside)	19.541		
Изокверцитрин (кверцетин 3-O-бета-D-глюкофуранозид) Isoquercitrine (quercetin 3-O-beta-D-glucofuranoside)	13.432		
Рутин (кверцетин 3-рутинозид) Rutin (quercetin 3-rutinoside)	14.245		
Гиперозид (кверцетин-3-O-галактозид) Hyperoside (quercetin-3-O-galactoside)	15.271		
Изовитексин (апигенин-6-C-глюкозид) Isovitexin (apigenin-6-C-glucoside)	15.189		Не найден Not found

Соединение Compound	Время удерживания, мин Retention time, min	Структурная формула Structural formula	Содержание, мг/г The content, mg/g
Космосиин (апгенин-7-Г-глюкозид) Cosmosiin (apgenin-7-G-glucoside)	20.013		Не найден Not found
Нарциссин (изорамнетин 3-рутинозид) Narcissin (izorhamnetin 3-rutinoside)	19.110		
Астрагалин (кемпферол 3-β-D-глюкопиранозид) Astragalin (kaempferol 3-β-D-glucopyranoside)	20.304		

В гидролизате извлечения из травы а. яйцеплодного ранее найдены лютеолин, кверцетин, апигенин [13]. Из гликозидов лютеолина обнаружен цинарозид, из гликозидов кверцетина найден рутин, а также найден астрагалин. Гликозидов апигенина найти не удалось, возможно, он содержится только в виде агликона. Найденный астрагалин согласуется с данными, полученными ранее [3].

Анализ гидролизата водно-спиртового извлечения из травы а. шерстистоцветкового не дал репрезентативных результатов [13]. Однако найдены гликозиды кверцетина (изокверцитрин, рутин, гиперозид) и изорамнетина (нарциссин). Обнаруженные гиперозид и нарциссин согласуются с данными, представленными ранее [3].

Результаты статистической обработки проведенных измерений показывают, что относительная ошибка единичного определения при доверительной вероятности 0,95 не превышает ±2,97 % (таблица 3).

Для всех исследуемых объектов рассчитаны значения количественного содержания идентифицированных гликозидов флавоноидов в мг/г сырья, которые представлены в таблице 3.

Как видно из представленных данных, в траве а. Хеннинга мажорными обнаруженными соединениями являются ориентин и рутин, в траве а. яйцеплодного и а. изменчивого – цинарозид, в траве а. шерстистоцветкового – рутин. А. Хеннинга превосходит всех по содержанию рутина и изокверцитрина. Содержание цинарозида у а. яйцеплодного практически в 8 раз выше, чем у а. изменчивого и в 21 раз выше чем у а. Хеннинга. Содержание астрагалина у а. яйцеплодного выше в 5 раз, чем у а. изменчивого.

По суммарному содержанию найденных гликозидов наибольшее содержание наблюдается в траве а. Хеннинга (1,13 %), а наименьшее – в траве а. изменчивого (0,15 %) (рисунок 3).

Анализ хроматографических профилей выявил различия как в качественном составе гликозидов флавоноидов, так и в количественном содержании идентифицированных компонентов в траве четырех видов рода *Astragalus* L., что обуславливает различные фармакологические эффекты извлечений из анализируемых объектов. Кроме того, подобранные условия хроматографического анализа могут использоваться для стандартизации данных видов растительного сырья.

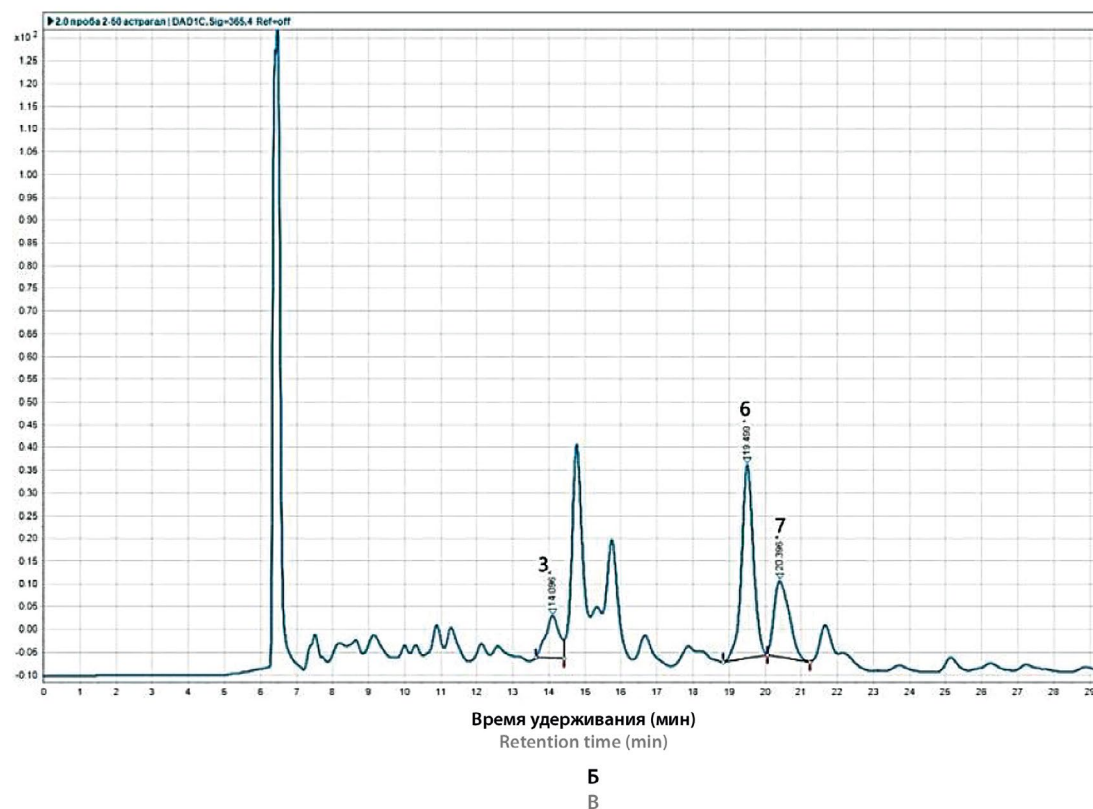
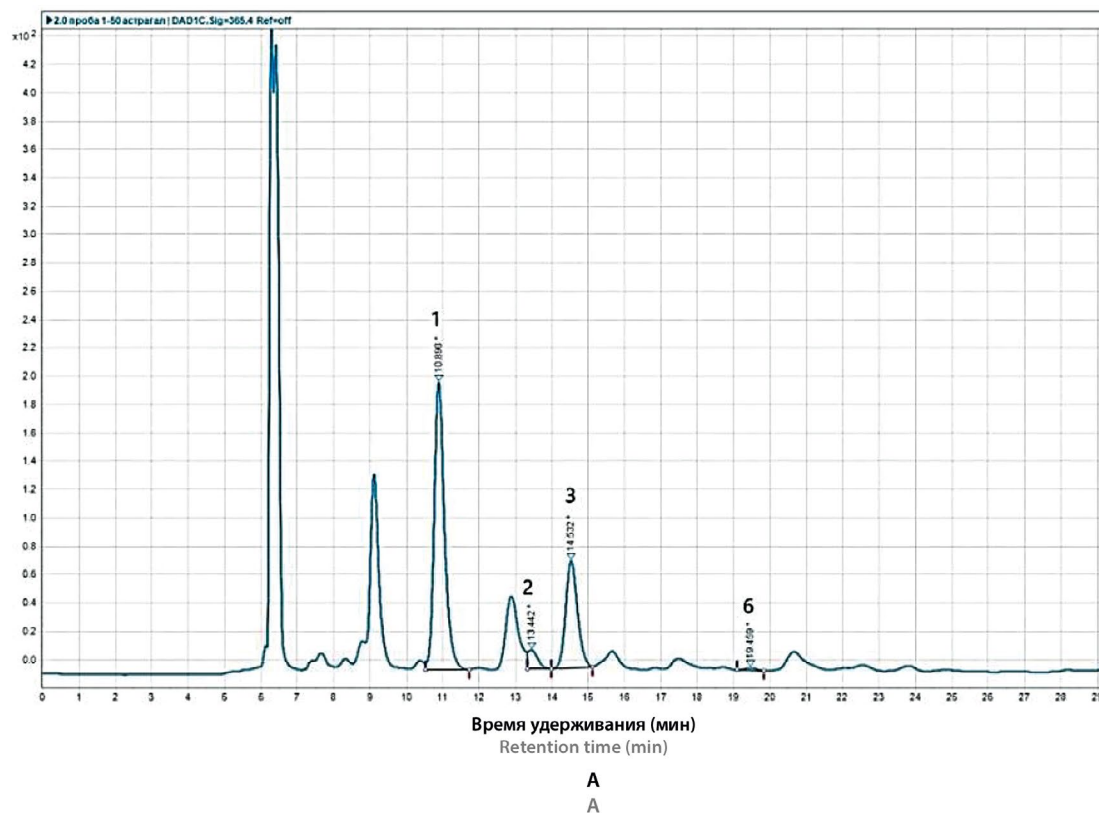
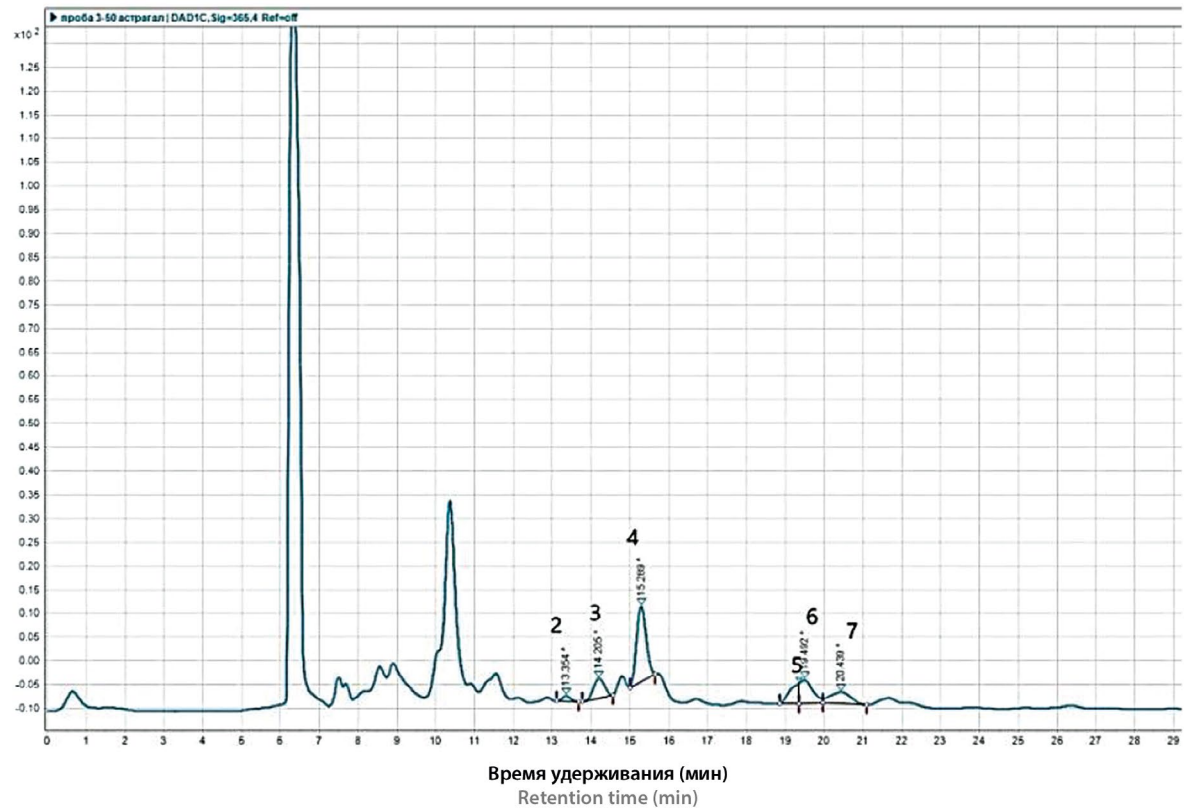


Рисунок 2. Хроматограммы водно-спиртовых извлечений из травы:

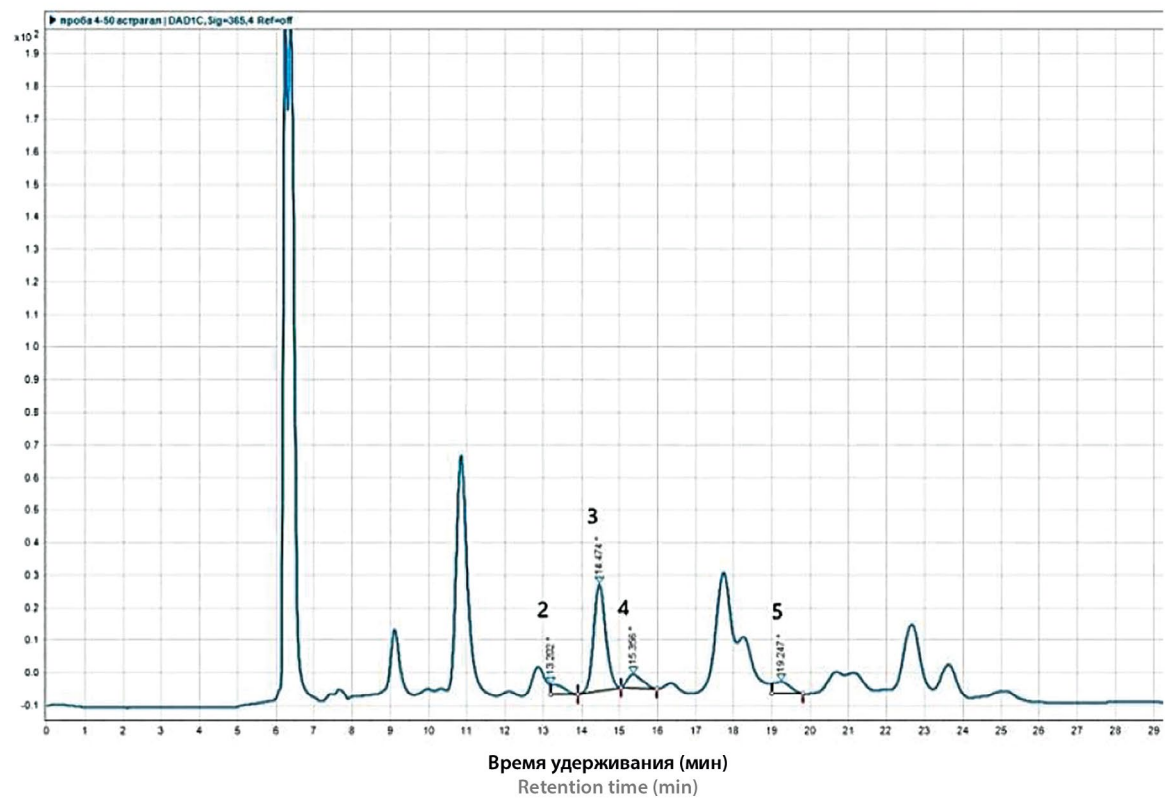
А – *A. henningii*; Б – *A. testiculatus*; В – *A. varius*; Г – *A. dasyanthus*. 1 – ориентин; 2 – изокверцитрин; 3 – рутин; 4 – гиперозид; 5 – нарциссин; 6 – цинарозид; 7 – астрагалин

Figure 2. Chromatograms of water-alcohol extracts from of herb:

А – *A. henningii*; Б – *A. testiculatus*; В – *A. varius*; Г – *A. dasyanthus*. 1 – orientin; 2 – isoquercitrin; 3 – rutin; 4 – hyperoside; 5 – narcissin; 6 – cynaroside; 7 – astragaline



В
С



Г
Д

Продолжение рисунка 2
Continuation of Figure 2

Таблица 3. Метрологические характеристики методики количественного определения гликозидов флавоноидов в водно-спиртовых извлечениях из травы четырех видов астрагала, мг/г сырья ($n = 5, f = 4, P = 95 \%, T(f, P) = 2,7764$)

Table 3. Metrological characteristics of the method for the quantitative determination of flavonoid glycosides in aqueous-alcoholic extracts from the herb of four types of astragalus, mg/g of raw material ($n = 5, f = 4, P = 95 \%, T(f, P) = 2.7764$)

Вид Specie	Соединение Compound	$\bar{X}$, мг/г $\bar{X}$, mg/g	S^2_x	S_x	$S_{\bar{x}}$	ΔX	$\epsilon, \%$
А. Хеннинга <i>A. henningii</i>	Ориентин Orientin	4,874	0,0000063	0,0025	0,0015	0,006	0,13
	Изокверцитрин Isoquercitrine	0,855	0,0000140	0,0037	0,0022	0,009	1,09
	Рутин Rutin	5,312	0,0000060	0,0024	0,0014	0,006	0,11
	Цинарозид Cynaroside	0,222	0,0000025	0,0016	0,0009	0,004	1,78
А. яйцеплодный <i>A. testiculatus</i>	Рутин Rutin	0,771	0,0000051	0,0023	0,0013	0,006	0,72
	Цинарозид Cynaroside	4,793	0,0000031	0,0018	0,0010	0,004	0,11
	Астрагалин Astragalin	0,888	0,0000107	0,0033	0,0019	0,008	0,91
А. изменчивый <i>A. varius</i>	Изокверцитрин Isoquercitrine	0,062	0,0000004	0,0006	0,0004	0,002	2,53
	Рутин Rutin	0,247	0,0000044	0,0021	0,0012	0,005	2,12
	Гиперозид Hyperoside	0,308	0,0000001	0,0004	0,0002	0,001	0,29
	Нарциссин Narcissin	0,187	0,0000019	0,0014	0,0008	0,003	1,85
	Цинарозид Cynaroside	0,573	0,0000063	0,0025	0,0015	0,006	1,09
	Астрагалин Astragalin	0,167	0,0000040	0,0020	0,0012	0,005	2,97
А. шерстистоцветковый <i>A. dasyanthus</i>	Изокверцитрин Isoquercitrine	0,250	0,0000004	0,0006	0,0004	0,002	0,64
	Рутин Rutin	2,248	0,0000015	0,0012	0,0007	0,003	0,13
	Гиперозид Hyperoside	0,131	0,0000003	0,0005	0,0003	0,001	0,96
	Нарциссин Narcissin	0,276	0,0000024	0,0015	0,0009	0,004	1,39

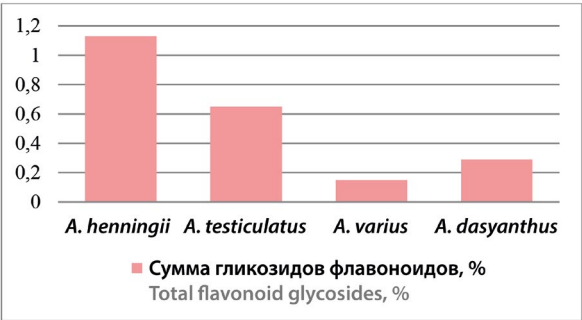


Рисунок 3. Суммарное содержание найденных гликозидов флавоноидов, %

Figure 3. Total content of detected flavonoid glycosides, %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были подобраны оптимальные условия хроматографического анализа гликозидов флавоноидов в водно-спиртовых извлечениях из травы четырех видов астрагала. Установлено, что в траве всех четырех видов содержится рутин, в траве *A. testiculatus* и *A. varius* – астрагалин, в траве *A. henningii*, *A. testiculatus*, *A. varius* – цинарозид. Гиперозид и нарциссин найдены в траве *A. varius* и *A. dasyanthus*, изокверцитрин – в траве *A. henningii*, *A. varius* и *A. dasyanthus*, ориентин – в траве *A. henningii*. Суммарное содержание найденных гликозидов флавоноидов варьирует от 0,15 до 1,13 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Babich O., Prosekov A., Zaushintsena A., Sukhikh A., Dyshlyuk L., Ivanova S. Identification and quantification of phenolic compounds of Western Siberia *Astragalus danicus* in different regions. *Heliyon*. 2019;5(8):e02245. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02245.
2. 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.
3. Ionkova I., Shkondrov A., Krasteva I., Ionkov T. Recent progress in phytochemistry, pharmacology and biotechnology of *Astragalus* saponins. *Phytochemistry reviews*. 2014;13(2):343–374. DOI: 10.1007/s11101-014-9347-3.
4. Gorai D., Jash S.K., Roy R. Flavonoids from *Astragalus* genus. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2016;7(7):2732–2747. DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.7(7).2732-47.
5. 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):18850–18880. DOI: 10.3390/molecules191118850.
6. Lysiuk R., Darmohray R. Pharmacology and ethnomedicine of the genus *Astragalus*. *International Journal of Pharmacology, Phytochemistry and Ethnomedicine*. 2016;3:46–53. DOI: 10.18052/www.scipress.com/IJPPE.3.46.
7. Li C.-X., Liu Y., Zhang Y.-Z., Li J.-C., Lai J. *Astragalus* polysaccharide: a review of its immunomodulatory effect. *Archives of Pharmacol Research*. 2022;45(6):367–389. DOI: 10.1007/s12272-022-01393-3.
8. Abd Elkader H.-T.A.E., Essawy A.E., Al-Shami A.S. *Astragalus* species: Phytochemistry, biological actions and molecular mechanisms underlying their potential neuroprotective effects on neurological diseases. *Phytochemistry*. 2022;202:113293. DOI: 10.1016/j.phytochem.2022.113293.
9. Березуцкий М.А., Дурнова Н.А., Матвиенко У.А. Нейробиологические эффекты химических соединений видов рода *Astragalus* L. и перспективы их применения в медицине (обзор). *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2023;12(1):199–206. DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-1-199-206.
10. Березуцкий М.А., Якубова Л.Р., Дурнова Н.А., Романтеева Ю.В., Белоногова Ю.В., Комарова Е.Э., Шереметьева А.С. Фармакологические свойства препаратов, созданных на основе экстракта астрагала (обзор). *Химико-фармацевтический журнал*. 2020;54(4):20–25. DOI: 10.30906/0023-1134-2020-54-4-20-25.
11. Berezutsky M.A., Matvienko U.A., Karetnikova A.Yu., Durnova N.A. Anti-cancer activity of *Astragalus membranaceus* – a review. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2021;13(3):206–215. DOI: 10.31838/ijpr/2021.13.03.003.
12. 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. DOI: 10.29296/25419218-2021-04-03.
13. Матвиенко У.А., Дурнова Н.А., Полуянов А.М., Бобкова Н.В., Туренко В.Н., Смирнов В.В., Раменская Г.В. Выделение и идентификация агликонов флавоноидов некоторых видов рода *Astragalus* L. флоры Поволжья. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2023;12(1):106–113. DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-1-106-113.
14. Матвиенко У.А., Ходакова Н.Г., Дурнова Н.А. Скрининг антимикробной активности водных и водно-спиртовых извлечений из травы четырех видов *Astragalus* L. *Традиционная медицина*. 2022;67(1):51–55. DOI: 10.54296/18186173_2022_1_51.
15. Матвиенко У.А., Исаев Д.С., Чернышева Ю.Г., Дурнова Н.А. Токсикологическая характеристика экстрактов травы астрагала шерстисточеткового (*Astragalus dasyanthus* Pall.) и астрагала изменчивого (*Astragalus varius* S.G.Gmel.). *Альманах молодой науки*. 2021;41(2):7–9.
16. Poluyanov A.M., Sokolova A.Yu., Koynova A.-D., Kulikova S.D., Malashenko E.A., Bobkova N.V. Identification and quantitative determination of flavonoids by HPLC-UV method in the raw materials of some representatives of the genus *Rumex* of three vegetation time. *Drug development & registration*. 2023;12(3):134–142. DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-3-134-142.

REFERENS

1. Babich O., Prosekov A., Zaushintsena A., Sukhikh A., Dyshlyuk L., Ivanova S. Identification and quantification of phenolic compounds of Western Siberia *Astragalus danicus* in different regions. *Heliyon*. 2019;5(8):e02245. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02245.
2. 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.
3. Ionkova I., Shkondrov A., Krasteva I., Ionkov T. Recent progress in phytochemistry, pharmacology and biotechnology of *Astragalus* saponins. *Phytochemistry reviews*. 2014;13(2):343–374. DOI: 10.1007/s11101-014-9347-3.
4. Gorai D., Jash S.K., Roy R. Flavonoids from *Astragalus* genus. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2016;7(7):2732–2747. DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.7(7).2732-47.
5. 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):18850–18880. DOI: 10.3390/molecules191118850.
6. Lysiuk R., Darmohray R. Pharmacology and ethnomedicine of the genus *Astragalus*. *International Journal of Pharmacology, Phytochemistry and Ethnomedicine*. 2016;3:46–53. DOI: 10.18052/www.scipress.com/IJPPE.3.46.
7. Li C.-X., Liu Y., Zhang Y.-Z., Li J.-C., Lai J. *Astragalus* polysaccharide: a review of its immunomodulatory effect. *Archives of Pharmacol Research*. 2022;45(6):367–389. DOI: 10.1007/s12272-022-01393-3.
8. Abd Elkader H.-T.A.E., Essawy A.E., Al-Shami A.S. *Astragalus* species: Phytochemistry, biological actions and molecular mechanisms underlying their potential neuroprotective effects on neurological diseases. *Phytochemistry*. 2022;202:113293. DOI: 10.1016/j.phytochem.2022.113293.
9. Berezutsky M.A., Durnova N.A., Matvienko U.A. Neurobiological effects of chemical compounds of species of the genus *Astragalus* L. and prospects for their use in medicine. *Drug development & registration*. 2023;12(1):199–206. (In Russ.) DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-1-199-206.
10. Berezutskii M.A., Yakubova L.R., Durnova N.A., Romanteyeva Yu.V., Belonogova Yu.V., Komarova E.E., Sheremet'eva A.S. Drugs based on *astragalus* extract and their pharmacological properties (review). *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2020;54(4):20–25. (In Russ.) DOI: 10.30906/0023-1134-2020-54-4-20-25.
11. Berezutsky M.A., Matvienko U.A., Karetnikova A.Yu., Durnova N.A. Anti-cancer activity of *Astragalus membranaceus* – a review. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2021;13(3):206–215. DOI: 10.31838/ijpr/2021.13.03.003.
12. Matvienko U.A., Durnova N.A., Karavaeva L.V., Romanteyeva Yu. V. Amino acid composition of the herb of some species of the genus *Astragalus* L. *Farmatsiya*. 2021;70(4):20–25. (In Russ.) DOI: 10.29296/25419218-2021-04-03.
13. Matvienko U.A., Durnova N.A., Poluyanov A.M., Bobkova N.V., Turenko V.N., Smirnov V.V., Ramenskaya G.V. Isolation and Identification of Aglicones of Flavonoids of Some Species of the Genus *Astragalus* L. of the Volga Region Flora. *Drug development & registration*. 2023;12(1):106–113. (In Russ.) DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-1-106-113.
14. Matvienko U.A., Khodakova N.G., Durnova N.A. Screening of the antimicrobial activity of aqueous and aqueous-alcoholic extracts from the herb of four species of *Astragalus* L. *Traditional medicine*. 2022;67(1):51–55. (In Russ.) DOI: 10.54296/18186173_2022_1_51.
15. Matvienko U.A., Isaev D.S., Chernysheva Yu.G., Durnova N.A. Toxicological characteristics of extracts of the herb *Astragalus dasyanthus* Pall. and *Astragalus varius* S.G.Gmel. *Al'manah molodoj nauki*. 2021;41(2):7–9. (In Russ.)
16. Poluyanov A.M., Sokolova A.Yu., Koynova A.-D., Kulikova S.D., Malashenko E.A., Bobkova N.V. Identification and quantitative determination of flavonoids by HPLC-UV method in the raw materials of some representatives of the genus *Rumex* of three vegetation time. *Drug development & registration*. 2023;12(3):134–142. DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-3-134-142.