

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.71>ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОРНЕЙ
RHÉUM PALMÁTUM L.

Научная статья

Сергалиева М.У.^{1,*}, Цибизова А.А.², Алахвердиева К.Ш.³, Каштанова О.А.⁴, Гостева О.В.⁵, Макалатия М.К.⁶¹ORCID : 0000-0002-9630-2913;²ORCID : 0000-0002-9994-4751;³ORCID : 0000-0003-0094-4864;⁴ORCID : 0000-0002-4738-7762;⁵ORCID : 0000-0001-8734-9384;⁶ORCID : 0000-0002-7897-4636;^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (charlina_ast[at]mail.ru)

Аннотация

На сегодняшний день актуальным является вопрос поиска новых лекарственных соединений, как синтетического, так и натурального происхождения, в том числе и растительного. В качестве потенциального источника биологически активных веществ (БАВ) рассматривается растение – ревеня тангутский (*Rheum Palmatum L.*). В народной медицине данное растение, так же как и ревеня лекарственный (*Rhéum officinále*), нашло широкое применение в лечении различных заболеваний. Химический состав данного растения достаточно изучен, однако известно, что количество БАВ может изменяться в зависимости от места его произрастания. Цель работы: фитохимическое изучение и оценка биологической активности корней *Rhéum palmátum L.*, произрастающего на территории Астраханской области. Материалы и методы. В качестве объекта исследования использовались корни *R. palmátum*, собранные в апреле 2022 года, на территории Волго-Ахтубинской поймы, Ахтубинского района Астраханской области. В работе проводили количественное определение антраценпроизводных спектрофотометрически в пересчете на франгула-эмодин при длине волны 510 нм, а дубильных веществ и органических кислот – титрометрическим методом в пересчете на катехин и яблочную кислоту. Все исследования проводили в пятикратной повторности. Все результаты были статистически обработаны с определением унифицированных метрологических характеристик. Биологическую активность данного растения оценивали на культуре *Paramecium caudatum*. Результаты. Анализ БАВ в корнях *R. palmátum* показал, что количество антрагликозидов в пересчете на франгула-эмодин – 5,32 % (RSD = 1,560%); дубильных веществ в пересчете на катехин – 21,02 % (RSD = 5,057%); органических кислот в пересчете на яблочную кислоту – 1,1 % (RSD = 9,09%). Результаты исследования биологической активности *R. Palmátum* свидетельствуют об отсутствии токсических проявлений у водного извлечения корней *R. palmátum*, полученного в соотношении 1:10 и наличии мембраностабилизирующей и антиоксидантной активности у исследуемого растительного сырья. Заключение. Таким образом, результаты исследования корней *Rhéum palmátum*, произрастающего на территории Астраханской области показали высокое содержание антраценпроизводных и дубильных веществ, сопоставимое с показателями *Rhéum officinále*, а также наличие мембраностабилизирующего и антиоксидантного эффектов, что актуализирует дальнейшее детальное изучение данного сырья с целью его использования в качестве лекарственного.

Ключевые слова: Rheum Palmatum, корни, антраценпроизводные, дубильные вещества, токсичность, антиоксидантное действие, мембраностабилизирующее действие, Paramecium caudatum.

**A STUDY OF THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE ROOTS OF
*RHÉUM PALMÁTUM L.***

Research article

Sergaliev M.U.^{1,*}, Tsibizova A.A.², Alakhverdieva K.S.³, Kashtanova O.A.⁴, Gosteva O.V.⁵, Makalatiya M.K.⁶¹ORCID : 0000-0002-9630-2913;²ORCID : 0000-0002-9994-4751;³ORCID : 0000-0003-0094-4864;⁴ORCID : 0000-0002-4738-7762;⁵ORCID : 0000-0001-8734-9384;⁶ORCID : 0000-0002-7897-4636;^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

* Corresponding author (charlina_ast[at]mail.ru)

Abstract

Nowadays, the search for new medicinal compounds, both of synthetic and natural nature, including those of plant type, is a pressing issue. As a potential source of biologically active substances (BAS) is considered a plant – Tangutic rhubarb (*Rheum Palmatum L.*). In folk medicine, this plant, as well as *Rhéum officinále*, is widely used in the treatment of various diseases. The chemical composition of this plant is sufficiently studied, but it is known that the amount of BAS may vary depending on the place of its growth. Aim of the work: phytochemical study and evaluation of the biological activity of roots of *Rhéum*

palmátum L. growing in the territory of Astrakhan Oblast. Materials and methods. Roots of *R. palmátum*, collected in April 2022 in the Volga-Akhtubinsk bottom land, Akhtubinsk District, Astrakhan Oblast, were used as an object of study. A quantitative determination of anthracene derivatives spectrophotometrically in terms of frangula emodin at 510 nm, and tannins and organic acids by titrometric method in terms of catechin and malic acid was conducted. All studies were carried out in fivefold replications. All results were statistically processed with determination of unified metrological characteristics. Biological activity of the plant was evaluated on a culture of *Paramecium caudatum*. Results. Analysis of BAS in the roots of *R. palmátum* showed that the amount of anthraglycosides converted to frangula emodin was 5.32% (RSD = 1.560%); tannins converted to catechin was 21.02% (RSD = 5.057%); organic acids converted to malic acid was 1.1% (RSD = 9.09%). The results of the study of the biological activity of *R. Palmátum* show the absence of toxic manifestations in the aqueous extraction of *R. palmátum* roots obtained in a 1:10 ratio and the presence of membrane stabilizing and antioxidant activity in the studied plant raw materials. Conclusion. Therefore, the results of the study of the roots of *Rhéum palmátum* growing in the territory of Astrakhan Oblast demonstrated a high content of anthracene derivatives and tannins, comparable with the indicators of *Rhéum officinále*, and also the presence of membrane stabilizing and antioxidant effects, which actualizes the further detailed study of this raw material for the purpose of its use as a drug.

Keywords: Rheum Palmatum, roots, anthracene derivatives, tannins, toxicity, antioxidant effect, membrane stabilizing action, Paramecium caudatum.

Введение

На сегодняшний день актуальным является вопрос поиска новых лекарственных соединений, как синтетического, так и натурального происхождения, в том числе и растительного [1], [2]. Широта применения лекарственных растительных средств в настоящее время связана с их преимуществом, а именно – относительной безопасностью, минимальным риском возникновения побочных эффектов при их длительном применении [3], [4], [5]. В качестве потенциального источника биологически активных веществ (БАВ) рассматривается растение – *Rheum Palmatum* L. В народной медицине данное растение также, как и *Rhéum officinále* используется в качестве вяжущего, противовоспалительного, регенераторного и противомикробного средства [6]. Благодаря высокому содержанию витаминов и минеральных веществ в составе ревеня, его применяют в качестве иммуностимулирующего и адаптогенного средства. Химический состав данного растения достаточно изучен, однако известно, что количество БАВ может изменяться в зависимости от места его произрастания [7], [8].

В связи с чем **целью работы явилось** фитохимическое изучение и оценка биологической активности корней *Rhéum palmátum* L., произрастающего на территории Астраханской области.

Методы и принципы исследования

В качестве объекта исследования использовались корни *Rhéum palmátum* L. (*R. palmátum*), собранные в апреле 2022 года, на территории Волго-Ахтубинской поймы, Ахтубинского района Астраханской области, после чего сырьё было высушено воздушно-теневым способом. В последующем сырьё было измельчено до размера частиц 5 мм.

Для определения количества активных компонентов в сырьё использовали методики, изложенные в Государственной фармакопее. Перед количественным анализом проводили качественные реакции на биологически активные вещества, по результатам которых установили наличие антирацентроизводных, дубильных веществ и органических кислот, при этом результаты реакций на флавоноиды, сапонины и аскорбиновую кислоту носили сомнительный характер. В связи с чем далее проводили количественное определение антраценпроизводных спектрофотометрическим, а дубильных веществ и органических кислот – титрометрическим методом. Все исследования проводили в пятикратной повторности.

Количество антраценпроизводных в сырьё *Rhéum palmátum* определяли в извлечении, полученном в соотношении сырьё-экстракт (1:100) путем настаивания измельченных листьев 70% этиловым спиртом в течение 30 мин на водяной бане и 15 мин – в ультразвуковой ванне. Содержание антраценпроизводных изучали спектрофотометрически в пересчете на франгула-емодин при длине волны 510 нм на спектрофотометре ПЭ-5400В (Россия).

Количественное определение дубильных веществ в исследуемом сырьё проводили в извлечении, полученном настаиванием измельченных листьев в течение 30 мин на кипящей водяной бане с последующим титрованием 0,1 н. раствором перманганата калия до появления золотистого окрашивания. Перерасчет количества дубильных веществ в изучаемом сырьё производили на катехин.

Органические кислоты в сырьё определяли в водном извлечении, полученном настаиванием в течение 2 часов на свежeproкипяченной воде на кипящей водяной бане с последующим титрованием 0,01 моль/л раствором едкого натра до появления лилового цвета. Перерасчет количества органических кислот производили на яблочную кислоту.

Все результаты были статистически обработаны с определением унифицированных метрологических характеристик.

При оценке биологической активности использовали извлечение корней *R. palmátum*, полученное путем настаивания высушенного измельченного сырья на кипящей водяной бане в течение 2 часов в соотношении 1:10 с использованием в качестве экстрагента – воды очищенной.

Исследование токсической активности проводили на культуре *Paramecium caudatum*. С целью изучения токсичности исследуемых экстрактов на стекло наносили по 50 мкл культуры парамеций и к ним добавляли 50 мкл исследуемого извлечения, по истечении 10 мин учитывали результаты; в контрольную каплю с культурой клеток вносили эквивалентный объем воды дистиллированной. Оценивали изменение количества, форму, размер и характер движения парамеций. В качестве идентификаторов токсического воздействия использовали 14% раствор этанола, воздействующий преимущественно на белковый компонент мембраны клеток и 3% раствор перекиси водорода, влияющий на липидный компонент мембраны. В культуру клеток вносили исследуемый образец, через 72 часа вносили токсиканты в объеме 50 мкл и оценивали время полной остановки парамеций. Опыт проводили в 5 кратной

повторности. Экспериментальные данные обрабатывали с использованием t-критерия Стьюдента. Различия между группами признавали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Основные результаты

Количественное содержание дубильных веществ в корнях *Rhéum palmátum* и метрологическая характеристика представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологическая характеристика определения суммы дубильных веществ в корнях *Rhéum palmátum* в пересчете на катехин

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.71.1>

№	Масса навески, г	Сумма содержания дубильных веществ, %	Метрологические данные	RSD, % (относительное стандартное отклонение, %)
1	2,001	22,0	$X_{\text{ср.}} = 21,02$ $S^2 = 1,132$ $S = 1,063$ $Sx_{\text{ср.}} = 0,475$ $\varepsilon = 3,67\%$ $\varepsilon_{\text{ср.}} = 1,64\%$	5,057
2	2,002	21,0		
3	2,001	22,1		
4	2,001	20,4		
5	2,003	19,6		

Примечание: $X_{\text{ср.}}$ – средняя выборка; S^2 – дисперсия; S – стандартное отклонение; $Sx_{\text{ср.}}$ – стандартное отклонение среднего результата; ε и $\varepsilon_{\text{ср.}}$ – относительные ошибки соответственно результата отдельного определения и среднего результата

Количественное содержание антраценпроизводных в корнях *Rhéum palmátum* и метрологическая характеристика представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологическая характеристика определения антраценпроизводных в корнях *Rhéum palmátum* в пересчете на франгула-эмодин

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.71.2>

№	Масса навески, г	Сумма содержания антрацен-производных, %	Метрологические данные	RSD, % (относительное стандартное отклонение, %)
1	0,501	5,3	$X_{\text{ср.}} = 5,32$ $S^2 = 0,007$ $S = 0,083$ $Sx_{\text{ср.}} = 0,037$ $\varepsilon = 1,134\%$ $\varepsilon_{\text{ср.}} = 0,507\%$	1,560
2	0,501	5,4		
3	0,502	5,2		
4	0,503	5,4		
5	0,501	5,3		

Примечание: $X_{\text{ср.}}$ – средняя выборка; S^2 – дисперсия; S – стандартное отклонение; $Sx_{\text{ср.}}$ – стандартное отклонение среднего результата; ε и $\varepsilon_{\text{ср.}}$ – относительные ошибки соответственно результата отдельного определения и среднего результата

Количественное содержание органических кислот в корнях *Rhéum palmátum* и метрологическая характеристика представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Метрологическая характеристика определения органических кислот в корнях *Rhéum palmátum* в пересчете на яблочную кислоту

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.71.3>

№	Масса навески, г	Сумма содержания органических кислот, %	Метрологические данные	RSD, % (относительное стандартное отклонение, %)
1	1,003	1,2	$X_{\text{ср.}} = 1,1$	9,09

2	1,002	1,0	$S^2 = 0,01$ $S = 0,1$ $Sx_{cp.} = 0,044$ $\varepsilon = 6,609 \%$ $\varepsilon_{cp.} = 2,955 \%$
3	1,003	1,2	
4	1,000	1,0	
5	1,002	1,1	

Примечание: $X_{cp.}$ – средняя выборка; S^2 – дисперсия; S – стандартное отклонение; $Sx_{cp.}$ – стандартное отклонение среднего результата; ε и $\varepsilon_{cp.}$ – относительные ошибки соответственно результата отдельного определения и среднего результата

Анализ БАВ в корнях *Rh um palm atum* показал, что количество антрагликозидов в пересчете на франгула-эмодин – 5,32% (RSD = 1,560%); дубильных веществ в пересчете на катехин – 21,02% (RSD = 5,057%); органических кислот в пересчете на яблочную кислоту – 1,1% (RSD = 9,09%).

Результаты исследования токсической активности водного извлечения корней *R. palm atum*, произрастающего на территории Астраханской области показаны в таблице 4

Таблица 4 - Оценка токсической активности извлечения корней *R. palm atum*

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.71.4>

Образцы экстрактов	Первоначальное количество клеток	Количество клеток через 72 часа	Размер клеток (мкм)	Форма клеток	Характер движения
Контроль	5-7	40-50	110-120	Эллипсоидные	Активные
Водное извлечение	5-7	70-80	110-120	Эллипсоидные	Активные

Результаты изучения токсического действия извлечения корней *R. palm atum* показали следующее: количество парамециев в контрольной пробе через 72 часа увеличилось практически в 8-10 раз в сравнении с контролем; в извлечении корней – в 11-14 раз. Размер клеток простейших и характер их движения остались неизменными.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об отсутствии токсических проявлений у водного извлечения корней *R. palm atum*, полученного в соотношении 1:10.

Результаты исследования биологической активности водного извлечения корней *R. palm atum*, произрастающего на территории Астраханской области показаны в таблице 5.

Таблица 5 - Оценка биологической активности водного извлечения корней *R. palm atum*

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.71.5>

Время остановки, мин	Контроль	Водное извлечение
14% раствор этанола	0,31±0,01	0,70±0,09***
3% раствор перекиси водорода	0,22±0,02	0,68±0,04***

Примечание: *** - $p < 0,001$ – уровень достоверности результата относительно контроля

Исследуемое водное извлечение корней *R. palm atum* существенно удлиняло время до остановки клеток: в спиртовом растворе – практически в 2,3 раза ($p < 0,001$); в перекиси водорода – в 3,2 раза ($p < 0,001$) по отношению к контрольным значениям.

Обсуждение

Проведенный анализ корней *Rh um palm atum*, произрастающего на территории Астраханской области, показал, что количество БАВ соответствует уровню сырья ревеня лекарственного (*Rh um officinale*). Известно, что корни *Rh um officinale* содержат антраценпроизводных 5,32%, дубильных веществ – 21,02%, органических кислот – 1,1% [9], [10].

Значительное удлинение времени до полной остановки парамециев под воздействием клеточных ядов свидетельствует о наличии мембраностабилизирующей и антиоксидантной активности у исследуемого растительного сырья. Выбор парамециев в качестве тест-организмов для оценки биологической активности извлечения из корней *R. palm atum* определен за счет подтвержденной высокой чувствительности инфузорий к мембранотропным токсикантам, при этом определение мембраностабилизирующего и антиоксидантного действия на простейших имеет четкую

дозозависимость. Следует также отметить, что данный способ оценки биологического действия отличается простотой фиксации тест-реакций, а именно изменение подвижности, скорости размножения и гибель простейших.

Мембраностабилизирующая и антиоксидантная активность извлечений корней *R. palmátum* подтверждается исследованиями различных видов *Rhéum*, произрастающих на различных территориях [11], [12].

Заключение

Таким образом, результаты исследования корней *Rhéum palmátum*, произрастающего на территории Астраханской области показали высокое содержание антираценпроизводных и дубильных веществ, сопоставимое с показателями *Rhéum officinale*, а также наличие мембраностабилизирующего и антиоксидантного эффектов, что актуализирует дальнейшее детальное изучение данного сырья с целью его использования в качестве лекарственного.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

- Hristova N. Current Trends in the Prevention and Treatment of Liver Diseases with Phytopreparations. / N. Hristova, B. Dobrev, D. Dimitrova et al. // In the Varna Medical Forum. — 2019. — 8. — p. 130-135. — DOI: 10.14748/vmf.v8i0.6404
- Брынцева И.А. Разработка средства для волос на основе «Тинакской» лечебной грязи Астраханской области. / И.А. Брынцева, М.А. Смотровева, А.А. Цибизова // Успехи современного естествознания. — 2014. — 5. — с. 190.
- Khan M.S.A. Phytotherapy: Current Trends and Prospects for the Future". A New Look at Phytomedicine. / M.S.A. Khan, A. Iqbal // Academic Press. — 2019. — 3. — p. 13. — DOI: 10.1016/B978-0-12-814619-4.00011-2
- Сергалиева М.У. Астрагал лисий (*Astragalus vulpinus* Willd.) – источник биологически активных веществ. / М.У. Сергалиева, Н.А. Барскова // Астраханский медицинский журнал. — 2017. — 1. — с. 56–63.
- Lee W.Y. Methodological Directions of Traditional Phytotherapy Using Network Pharmacology Are Considered. / W.Y. Lee, C.Y. Lee, Y.S. Kim et al. // Biomolecules. — 2018. — 8. — p. 362. — DOI: 10.3390/biom9080362
- Кароматов И.Д. Лечебные свойства лекарственного растения ревень (обзор литературы). / И.Д. Кароматов, М.М. Зокирова, Д.Ч. Хужакулова // Биология и интегративная медицина. — 2017. — 9. — с. 98-118.
- Жумашова Г.Т. Изучение технологических и некоторых фармакопейных характеристик лекарственного растительного сырья–корневищ ревеня татарского. / Г.Т. Жумашова, Г.М. Саякова, Н.Г. Гемеджиева и др. // Вестник Казахского Национального медицинского университета. — 2016. — 1. — с. 531-535.
- Ахинжанова А.С. Фитоанализ растения Ревень (*Rhéum*). / А.С. Ахинжанова, Д.Ю. Корулькин, С.А. Сакибаева // Научные труды ЮКГУ им. М. Ауэзова. — 2016. — 1(36). — с. 12-14.
- Semeniuta K.N. Development of the Technique of Quantitative Determination of Antracenederivatives in Roots of *Rheum officinale*. / K.N. Semeniuta, V.A. Kurkin, A.A. Shmygareva et al. // Research Journal of Pharmacy and Technology. — 2019. — 10. — p. 4696-4698.
- Семенюта К.Н. Разработка методики количественного определения дубильных веществ в корнях ревеня тангутского. / К.Н. Семенюта, В.А. Куркин, А.А. Шмыгарев и др. // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. — 2020. — 2. — с. 73-77.
- Высочина Г.И. Антрахиноны и биологическая активность видов рода *Rheum*. / Г.И. Высочина // Химия растительного сырья. — 2018. — 4. — с. 29-41.
- Масленников П.В. Экологический анализ активности накопления биофлавоноидов в лекарственных растениях. / П.В. Масленников, Г.Н. Чупахина, Л.Н. Скрыпник и др. // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. — 2014. — 7. — с. 110-120.

Список литературы на английском языке / References in English

- Hristova N. Current Trends in the Prevention and Treatment of Liver Diseases with Phytopreparations. / N. Hristova, B. Dobrev, D. Dimitrova et al. // In the Varna Medical Forum. — 2019. — 8. — p. 130-135. — DOI: 10.14748/vmf.v8i0.6404
- Bryn'tseva I.A. Razrabotka sredstva dlya volos na osnove «Tinakskoj» lechebnoj gryazi Astraxanskoj oblasti [Development of a Hair Product Based on "Tinak" Therapeutic Mud from the Astrakhan Region]. / I.A. Bry'n'tseva, M.A. Samotrujeva, A.A. Cibizova // Uspexi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in Modern Natural Science]. — 2014. — 5. — p. 190. [in Russian]
- Khan M.S.A. Phytotherapy: Current Trends and Prospects for the Future". A New Look at Phytomedicine. / M.S.A. Khan, A. Iqbal // Academic Press. — 2019. — 3. — p. 13. — DOI: 10.1016/B978-0-12-814619-4.00011-2
- Sergaliev M.U. Astragal lisij (*Astragalus vulpinus* Willd.) – istochnik biologicheski aktivny'x veshhestv [Astragalus vulpinus Willd. is a Source of Biologically Active Substances]. / M.U. Sergaliev, N.A. Barskova // Astraxanskij medicinskij zhurnal [Astrakhan Medical Journal]. — 2017. — 1. — p. 56–63. [in Russian]
- Lee W.Y. Methodological Directions of Traditional Phytotherapy Using Network Pharmacology Are Considered. / W.Y. Lee, C.Y. Lee, Y.S. Kim et al. // Biomolecules. — 2018. — 8. — p. 362. — DOI: 10.3390/biom9080362

6. Karomatov I.D. Lechebny'e svojstva lekarstvennogo rasteniya reven' (obzor literatury') [The Medicinal Properties of the Medicinal Plant Rhubarb (literature review)]. / I.D. Karomatov, M.M. Zokirova, D.Ch. Xuzhakulova // *Biologiya i integrativnaya medicina* [Biology and Integrative Medicine]. — 2017. — 9. — p. 98-118. [in Russian]
7. Zhumashova G.T. Izuchenie texnologicheskix i nekotoryx farmakopejnyx xarakteristik lekarstvennogo rastitel'nogo sy'r'ya–kornevishh revenya tatarskogo [Study of Technological and Some Pharmacopoeial Characteristics of Medicinal Plant Raw Materials - Rhizomes of *Rheum tataricum* L.]. / G.T. Zhumashova, G.M. Sayakova, N.G. Gemedzhieva et al. // *Vestnik Kazaxskogo Nacional'nogo medicinskogo universiteta* [Bulletin of the Kazakh National Medical University]. — 2016. — 1. — p. 531-535. [in Russian]
8. Axinzhanova A.S. Fitoanaliz rasteniya Reven' (Rhéum) [Phytoanalysis of the Rhéum plant]. / A.S. Axinzhanova, D.Yu. Korul'kin, S.A. Sakibaeva // *Nauchny'e trudy' YuKGU im. M. Aue'zova* [Scientific Proceedings of M. Aue'zov South Kazakhstan State University]. — 2016. — 1(36). — p. 12-14. [in Russian]
9. Semeniuta K.N. Development of the Technique of Quantitative Determination of Antracenederivatives in Roots of *Rheum officinale*. / K.N. Semeniuta, V.A. Kurkin, A.A. Shmygareva et al. // *Research Journal of Pharmacy and Technology*. — 2019. — 10. — p. 4696-4698.
10. Semenyuta K.N. Razrabotka metodiki kolichestvennogo opredeleniya dubil'nyx veshhestv v kornyx revenya tangut'skogo [Development of a Methodology for the Quantitative Determination of Tannins in the Roots of *Rheum tanguticum*]. / K.N. Semenyuta, V.A. Kurkin, A.A. Shmy'garev et al. // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ximiya. Biologiya. Farmaciya* [Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy]. — 2020. — 2. — p. 73-77. [in Russian]
11. Vy'sochina G.I. Antraxinony' i biologicheskaya aktivnost' vidov roda *Rheum* [Anthraquinones and Biological Activity of Species of the Genus *Rheum*]. / G.I. Vy'sochina // *Ximiya rastitel'nogo sy'r'ya* [Plant Chemistry]. — 2018. — 4. — p. 29-41. [in Russian]
12. Maslennikov P.V. E'kologicheskij analiz aktivnosti nakopleniya bioflavonoidov v lekarstvennyx rasteniyax [Ecological Analysis of Bioflavonoid Accumulation Activity in Medicinal Plants]. / P.V. Maslennikov, G.N. Chupaxina, L.N. Skry'pnik et al. // *Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Estestvenny'e i medicinskie nauki* [Bulletin of I. Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences]. — 2014. — 7. — p. 110-120. [in Russian]