

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.49>ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ
PETASITES HYBRIDUS

Научная статья

Цибизова А.А.¹, Самотруев А.В.², Головков Э.Г.³, Сергалиева М.У.⁴*¹ ORCID : 0000-0002-9994-4751;² ORCID : 0000-0002-3918-0278;³ ORCID : 0000-0003-0655-3645;⁴ ORCID : 0000-0002-9630-2913;^{1, 2, 3, 4} Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

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

Аннотация

В настоящее время отмечается повышенный интерес к изучению природного сырья, в том числе и растительного происхождения, с последующим применением его в качестве основы для разработки лекарственных препаратов. Особый интерес представляет травянистое растение семейства сложноцветных – Белокопытник гибридный (*Petasites hybridus*), выращенный в Астраханской области. Установлено, что данное растение обладает антикоагулирующим действием. Отмечены противомикробные свойства отваров стеблей и корней Белокопытника, а именно противомикробное и противогельминтное. Учитывая указанное выше можно сделать вывод, что Белокопытник гибридный может применяться для производства на его основе лекарственных препаратов с различным фармакологическим действием. Цель: количественная оценка биологически активных веществ корневищ Белокопытника гибридного, выращенного в Астраханской области. Материалы и методы. В качестве объекта изучения использовались корневища Белокопытника гибридного. Сырье после первичной обработке было высушено воздушным способом при соблюдении теневых условий. Количество биологически активных веществ пересчитывали на абсолютно сухое сырье с предварительным измельчением сырья и определением его влажности. Количественную оценку осуществляли, используя фармакопейные методики. Количественное содержание флавоноидов и сапонинов в корневищах Белокопытника гибридного определяли методом спектрофотометрии. Содержание органических кислот в сырье изучали алкалиметрическим титрованием; дубильных веществ – перманганатометрическим методом. Результаты. Проведена количественная оценка биологически активных веществ подземной части (корневища) Белокопытника гибридного. По результатам проведенного фитохимического анализа извлечений корневищ *Petasites hybridus* установлено, что содержание флавоноидов составляет 0,42%; сапонинов – 8,2%; органических кислот – 3,7% и дубильных веществ – 6,3%. Заключение. Таким образом, количественный анализ корневищ Белокопытника гибридного, выращенного в Астраханской области показал, что данное сырье содержит большое количество биологически активных веществ, сопоставимое с другими растениями рода Белокопытник и может быть использовано в качестве основы для создания фитопрепаратов.

Ключевые слова: белокопытник гибридный, флавоноиды, сапонины, органические кислоты, дубильные вещества.

**PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF THE UNDERGROUND PART
OF PETASITES HYBRIDUS**

Research article

Tsibizova A.A.¹, Samotruev A.V.², Golovkov E.G.³, Sergaliev M.U.⁴*¹ ORCID : 0000-0002-9994-4751;² ORCID : 0000-0002-3918-0278;³ ORCID : 0000-0003-0655-3645;⁴ ORCID : 0000-0002-9630-2913;^{1, 2, 3, 4} Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

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

Abstract

Today, there is an increased interest in the study of natural raw materials, including those of plant origin, and their subsequent use as a basis for the development of drugs. Of particular interest is the herbaceous plant of thistle family - *Petasites hybridus*, grown in the Astrakhan region. This plant has been found to have anticoagulating effect. The anticontagious properties of its stems and roots decoction are noticed, namely, antimicrobial and anthelmintics. Given the aforementioned, it can be concluded that the plant may be used for the production of drugs based on it with various pharmacological effects. Aim: Quantitative evaluation of biologically active substances of *Petasites hybridus*, grown in the Astrakhan region. Materials and methods. *Petasites hybridus* root stalks served as a study object. The raw material after the initial processing was air-dried under shadow conditions. The amount of biologically active substances was counted on a completely dry raw material, with preliminary grinding and determination of its moisture content. The quantitative evaluation was carried out with pharmacopoeic methods. The quantitative content of flavonoids and saponins in *Petasites hybridus* was determined by

spectrophotometry. The organic acid content in the raw material was studied by alkalimetric titration; this of tannins - by permanganometric method. Results. Quantitative evaluation of biologically active substances of the underground part (root stalk) of *Petasites hybridus*. According to phytochemical analysis of *Petasites hybridus* extracts, the flavonoid content is 0.42%, saponins 8.2%, organic acids 3.7% and tannins 6.3%. Conclusion. Thus, the quantitative analysis of *Petasites hybridus*, grown in the Astrakhan region, showed that its raw material contains a large amount of biologically active substances, comparable with other plants of the butterbur genus and can be used as a basis for the development of herbal treatment.

Keywords: petasites hybridus, flavonoids, saponins, organic acids, tannins.

Введение

В настоящее время отмечается повышенный интерес к изучению природного сырья, в том числе и растительного происхождения, с последующим применением его в качестве основы для разработки лекарственных препаратов [1], [2], [3]. Данная тенденция обусловлена наличием неоспоримых преимуществ у экстракционных фитопрепаратов, а именно наличие комплексного фармакологического действия, обусловленного химическим составом, возможность длительного их применения, что актуально в лечении хронических заболеваний, а также сходство природы биологически активных веществ растений и организма человека [4], [5].

Особый интерес представляет травянистое растение семейства сложноцветных – Белокопытник гибридный (*Petasites hybridus*), выращенный в Астраханской области. Данное растение применяется в народной медицине в качестве спазмолитического, седативного и противовоспалительного средства, а также в качестве отхаркивающего при инфекционно-воспалительных заболеваниях бронхов и легких [6]. Установлено, что данное растение обладает антикоагулирующим действием. Отмечены противоионные свойства отваров стеблей и корней Белокопытника, а именно противомикробное и противогельминтное [7], [9], [11], [12]. В качестве лекарственного сырья применяются корни, однако и надземная часть растения содержит большое количество БАВ. Доказано наличие в химическом составе извлечений белокопытника в большой концентрации дубильных веществ, сапонинов, флавоноидов, органических кислот и т.д. [13], [14]. Учитывая указанное выше можно сделать вывод, что Белокопытник гибридный может применяться для производства на его основе лекарственных препаратов с различным фармакологическим действием.

Цель исследования: количественная оценка биологически активных веществ корневищ Белокопытника гибридного, выращенного в Астраханской области.

Материалы и принципы исследования

В качестве объекта изучения использовались корневища Белокопытника гибридного, собранные в апреле 2021 г. Сырье после первичной обработки было высушено воздушным способом при соблюдении теневых условий. Количественную оценку биологически активных веществ (БАВ) пересчитывали на абсолютно сухое сырье с предварительным измельчением сырья и определением его влажности в соответствии с ОФС.1.5.3.0007.15, ОФС.1.5.0003.15, ОФС.1.5.3.0004.15.

Степень измельченности сырья составила 3 мм; влажность корневищ – 8,5%. Количественное определение БАВ проводили, используя методики, указанные в Государственной фармакопее (флавоноиды, сапонины изучали спектрофотометрическим методом; органические кислоты, дубильные вещества – титриметрическими методами: алкаиметрией и перманганометрией соответственно).

Количественное содержание флавоноидов в корневищах Белокопытника определяли в извлечениях, полученных путем двух часового экстрагирования 70% этанолом на водяной бане (температура 60°C). Оптическую плотность раствора измеряли при длине волны 410 нм на спектрофотометре ПЭ-5400В. Сумму флавоноидов рассчитывали в пересчете на рутин с использованием его стандартного образца (CAS № 5373-11-5, чистота основного вещества более 98,5%).

Количественную оценку сапонинов в корневищах Белокопытника проводили путем пятикратного экстрагирования 2,0 г сырья на кипящей водяной бане в пересчете на олеаноловую кислоту (CAS № 508-02-1, чистота основного вещества более 99%), применяя в качестве экстрагента этанол 96%. Оптическую плотность раствора определяли на спектрофотометре LekiSS 1207UV в области 220-450 нм.

Органические кислоты в пересчете на яблочную кислоту определяли методом титрования раствором едкого натра (0,01 моль/л) водного извлечения до перехода окраски извлечения от зеленовато-голубого до лилового.

Дубильные вещества в корневищах Белокопытника в пересчете на танин определяли титрованием 0,1 н. перманганатом калия водного извлечения до появления золотисто-желтого окрашивания.

Эксперименты повторяли в 5 сериях. Статистическую обработку результатов проводили по унифицированным метрологическим характеристикам и относительному стандартному отклонению (RSD, %).

Основные результаты

Спектр поглощения извлечений корневищ Белокопытника гибридного, метрологические данные содержания флавоноидов представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические данные определения флавоноидов в корневищах Белокопытника гибридного

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.49.1>

№	Масса навески, г	Сумма флавоноидов, %	Метрологические данные	RSD, %

1	0,501	0,41	$X_{cp} = 0,39$ $S^2 = 0,008$ $S = 0,09$ $S_x = 0,04$ $\varepsilon = 16,77\%$ $\varepsilon_{cp} = 7,50\%$	RSD = 23,07
2	0,503	0,39		
3	0,501	0,38		
4	0,504	0,42		
5	0,502	0,39		

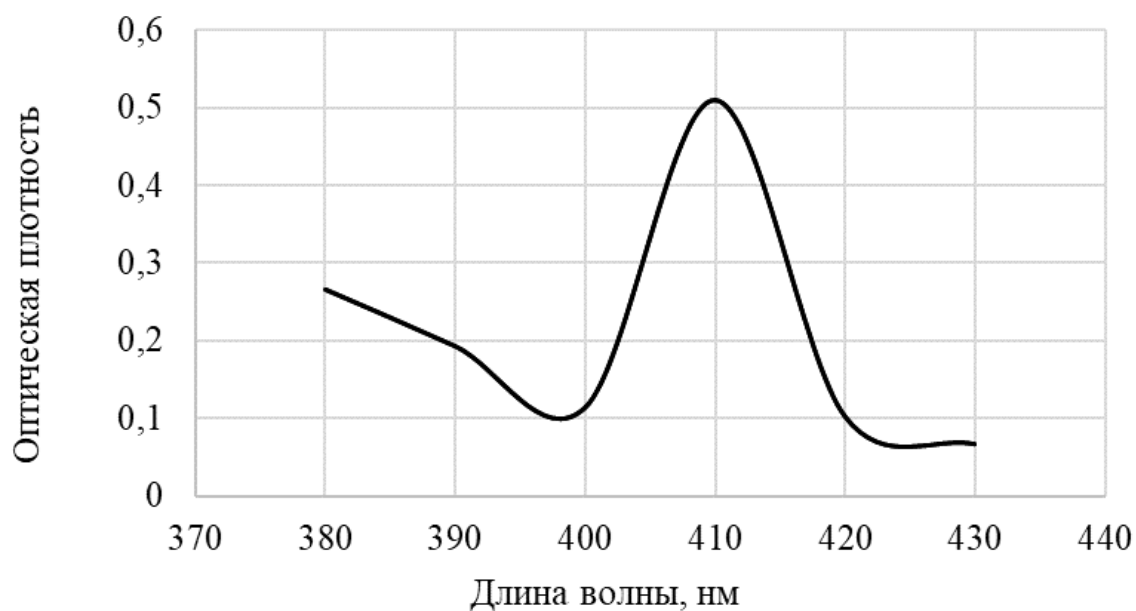


Рисунок 1 - Спектр поглощения комплекса флавоноидов корневищ Белокопытника гибридного с алюминия хлоридом (III)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.49.2>

Принимая во внимание полученные результаты, установили, что максимум поглощения флавоноидов корневищ наблюдался при $\lambda = 410$ нм и оптической плотности (A) = 0,51, что соответствует максимуму поглощения раствора стандартного образца рутина. Количество флавоноидов в корневищах Белокопытника гибридного составило 0,42% (RSD = 23,07%).

Результаты проведенного спектрофотометрического анализа и метрологическая характеристика количественного содержания сапонинов в исследуемой части сырья показаны на рисунке 2 и в таблице 2.

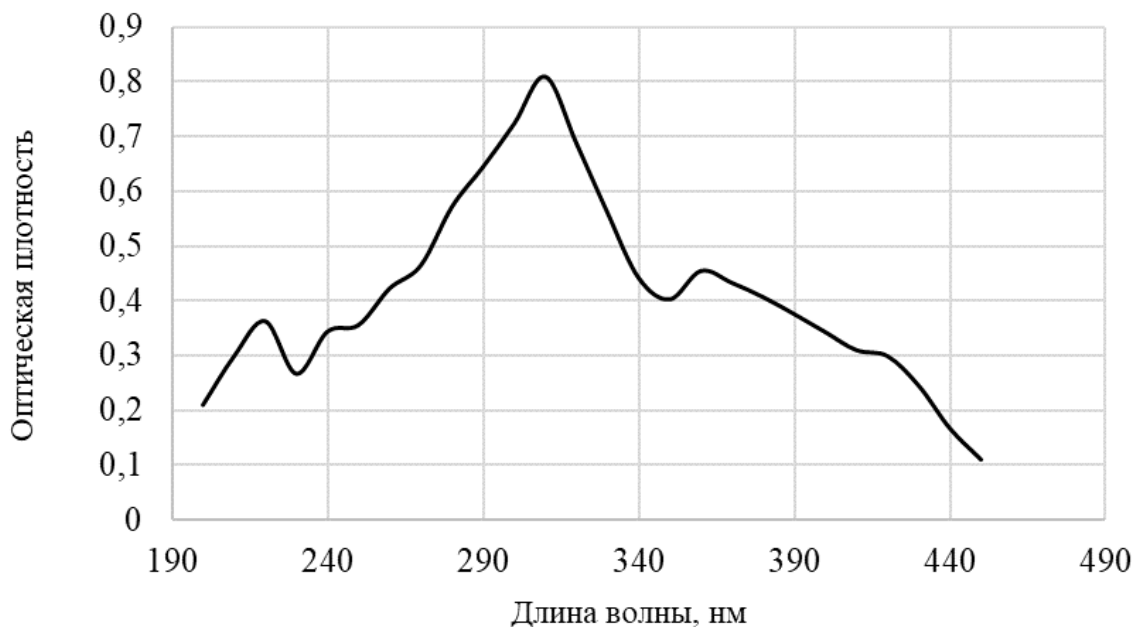


Рисунок 2 - Спектр поглощения комплекса сапонинов корневищ Белокопытника гибридного с концентрированной серной кислотой
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.49.3>

Таблица 2 - Метрологические данные определения сапонинов в корневищах Белокопытника гибридного

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.49.4>

№	Масса навески, г	Сумма сапонинов, %	Метрологические данные	RSD, %
1	2,001	7,9	$X_{cp} = 7,98$ $S^2 = 0,027$ $S = 0,164$ $S_x = 0,073$ $\varepsilon = 1,49\%$ $\varepsilon_{cp} = 0,66\%$	RSD = 2,05
2	2,003	7,8		
3	2,002	8,1		
4	2,002	8,2		
5	2,001	7,9		

В процессе проведения количественного анализа, установили, что максимум поглощения сапонинов корневищ наблюдался при $\lambda = 310$ нм и оптической плотности (A) = 0,81, что соответствует максимуму поглощения раствора кислоты олеаноловой. Количество сапонинов в корневищах Белокопытника гибридного составило 8,2% (RSD = 2,05%).

Метрологические характеристики количественного содержания органических кислот и дубильных веществ представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Метрологические данные определения органических кислот в корневищах Белокопытника гибридного

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.49.5>

№	Масса навески, г	Сумма органических кислот, %	Метрологические данные	RSD, %
1	1,002	3,6	$X_{cp} = 3,52$ $S^2 = 0,027$ $S = 0,164$ $S_x = 0,073$ $\varepsilon = 3,38\%$ $\varepsilon_{cp} = 1,51\%$	RSD = 4,65
2	1,004	3,7		
3	1,001	3,6		
4	1,003	3,4		
5	1,001	3,3		

Таблица 4 - Метрологические данные определения дубильных веществ в корневищах Белокопытника гибридного

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.49.6>

№	Масса навески, г	Сумма дубильных веществ, %	Метрологические данные	RSD, %
1	2,002	6,2	$X_{cp} = 6,18$ $S^2 = 0,03$ $S = 0,173$ $S_x = 0,077$ $\epsilon = 2,03\%$ $\epsilon_{cp} = 0,91\%$	RSD = 2,79
2	2,002	6,3		
3	2,003	6,2		
4	2,003	6,1		
5	2,003	6,1		

Титрометрический анализ показал, что количество органических кислот в корневищах Белокопытника гибридного составило 3,7% (RSD = 4,65%), а дубильных веществ – 6,3% (RSD = 2,79%).

Обсуждение

Анализ литературных источников о качественно-количественном составе активных соединений рода Белокопытник показал, что растения, произрастающие на территории Центральной России, Забайкалья и Дальнего Востока содержат аналогичный химический состав, однако количественное содержание таких БАВ, как флавоноиды и сапонины выше у Белокопытника гибридного, выращенного в Астраханской области, что опосредовано климатическими условиями, а именно высокая инсоляция, повышенная температура воздуха и пониженная влажность, что способствует более высокому накоплению БАВ в различных частях растений.

Заключение

Таким образом, количественный анализ подземной части (корневища) Белокопытника гибридного, выращенного в Астраханской области показал, что данное сырье содержит высокое содержание БАВ, сопоставимое с другими растениями рода Белокопытник и может быть использовано в качестве основы для создания фитопрепаратов.

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

- Брынцева И.А. Разработка средства для волос на основе «Тинакской» лечебной грязи Астраханской области / И.А. Брынцева, М.А. Смотровуева, А.А. Цибилова // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 5. – С. 190.
- Сергалиева М.У. Астрагал лисий (*Astragalus vulpinus* Willd.) – источник биологически активных веществ / М.У. Сергалиева, Н.А. Барскова // Астраханский медицинский журнал. – 2017. – Т. 12. – №1. – С. 56–63.
- Сальникова Н.А. Фитохимический анализ листьев лоха серебристого *Elaeagnus argentea* / Н.А. Сальникова, Ю.В. Шур, А.А. Цибилова // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2021. – Т. 10. – № 3. – С. 95–99. – DOI: 10.33380/2305-2066-2021-10-3-95-99.
- Смотровуева М.А. Фитохимическая характеристика травы *Astragalus vulpinus* Willd. и психомодулирующая активность экстракта на его основе / М.А. Смотровуева, М.В. Мажитова, М.У. Сергалиева и др. // Химико-фармацевтический журнал. – 2021. – Т. 55. – № 2. – С. 40–45. DOI: 10.30906/0023-1134-2021-55-2-40-45.
- Woo H.S. Bakkenolides and caffeoylquinic acids from the aerial portion of *Petasites japonicus* and their bacterial neuraminidase inhibition ability. / H.S. Woo, K.C. Shin, J.Y. Kim et al. // *Biomolecules*. – 2020. – Vol. 10(6). – P. 888. – DOI: 10.3390/biom10060888.
- Lee J.S. Chemical Constituents of the Leaves of Butterbur (*Petasites japonicus*) and Their Anti-Inflammatory Effects / J.S. Lee, M. Jeong, S. Park et al. // *Biomolecules*. – 2019. – Vol. 9(12). – P. 806. – DOI: 10.3390/biom9120806.
- Mihajilov-Krstev T. Phytochemistry, toxicology and therapeutic value of *Petasites hybridus* Subsp. *Ochroleucus* (Common Butterbur) from the Balkans / T. Mihajilov-Krstev, B. Jovanović, B. Zlatković et al. // *Plants* (Basel). – 2020. – Vol. 9(6). – P. 700. – DOI: 10.3390/plants9060700.
- Kulinowski L. A review on the ethnobotany, phytochemistry, pharmacology and toxicology of butterbur species (*Petasites* L.) / L. Kulinowski, S.V. Luca, M. Minceva et al. // *Ethnopharmacol.* – 2022. – Vol. 293. – P. 115263. – DOI: 10.1016/j.jep.2022.115263.
- Guo L. S-Petasin isolated from *Petasites japonicus* exerts anti-adipogenic activity in the 3T3-L1 cell line by inhibiting PPAR- γ pathway signaling / L. Guo, K. Li, Z. Cui et al. // *Food Funct.* 2019. – Vol. 10(7). – P. 4396–4406. – DOI: 10.1039/c9fo00549h.
- Alhusayan R.M. Butterbur (*Petasites hybridus*) extract Ameliorates Hepatic Damage Induced by Ovalbumin in Mice / R.M. Alhusayan, B.A. Aldahmash, D.M. El-Nagar et al. // *Oxid Med Cell Longev.* – 2020. – Vol. 2020. – P. 3178214. – DOI: 10.1155/2020/3178214.

11. Kitajima M. New otonecine-type pyrrolizidine alkaloid from *Petasites japonicus* / M. Kitajima, K. Okabe, M. Yoshida et al. // *Nat Med.* – 2019. – Vol. 73(3). – P. 602–607. – DOI: 10.1007/s11418-019-01285-9.
12. Hiemori-Kondo M. Antioxidant compounds of *Petasites japonicus* and their preventive effects in chronic diseases: a review / M. Hiemori-Kondo // *Clin Biochem Nutr.* – 2020. – Vol. 67(1). – P. 10–18. – DOI: 10.3164/jcfn.20-58.
13. Журавлева С.В. Белокопытник японский – источник БАВ для функциональных продуктов / С.В. Журавлева, Т.М. Бойцова // Экологические проблемы природопользования и охрана окружающей среды в азиатско-тихоокеанском регионе: Среды жизни, их охрана и восстановление. – 2016. – С. 87–93.
14. Демидова Е.И. Отдельное фармакогностическое изучение нефармакопейных лекарственных растений: белокопытник гибридный и полынь обыкновенная / Е.И. Демидова, А.Н. Кисилёва, К.А. Стрелычева и др. // Смоленский медицинский альманах. – 2017. – № 1. – С. 108–112.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bryntseva I.A. Razrabotka sredstva dlya volos na osnove «Tinakskoy» lechebnoy gryazi Astrakhanskoj oblasti [Development of a hair product based on the «Tinak» medical mud of the Astrakhan region] / I.A. Bryntseva, M.A. Samotrueva, A.A. Tsibizova // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science]. – 2014. – № 5. – P. 190. [in Russian].
2. Sergaliev M.U. Astragal lisyi (*Astragalus vulpinus* Willd.) – istochnik biologicheski aktivnykh veshchestv [*Astragalus vulpinus* Willd. – source of biologically active substances] / M.U. Sergaliev, N.A. Barskova // *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal* [Astrakhan Medical Journal]. – 2017. – Vol. 12. – №1. – P. 56–63. [in Russian].
3. Sal'nikova N.A. Fitokhimicheskiy analiz list'ev lokha serebristogo *Elaeagnus argentea* [Phytochemical analysis of the leaves of the silvery loch *Elaeagnus argentea*] / N.A. Sal'nikova, Yu.V. Shur, A.A. Tsibizova // *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv* [Drug development and registration]. – 2021. – Vol. 10. – № 3. – P. 95–99. – DOI: 10.33380/2305-2066-2021-10-3-95-99. [in Russian].
4. Samotrueva M.A. Fitokhimicheskaya kharakteristika travy *Astragalus vulpinus* Willd. i psikhomoduliruyushchaya aktivnost' ekstrakta na ego osnove [Phytochemical characteristics of *Astragalus vulpinus* Willd grass. and the psychomodulatory activity of the extract based thereon] / M.A. Samotrueva, M.V. Mazhitova, M.U. Sergaliev et al. // *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal* [Pharmaceutical Chemistry Journal]. – 2021. – Vol. 55. – № 2. – P. 40–45. DOI: 10.30906/0023-1134-2021-55-2-40-45. [in Russian].
5. Woo H.S. Bakkenolides and caffeoylquinic acids from the aerial portion of *Petasites japonicus* and their bacterial neuraminidase inhibition ability. / H.S. Woo, K.C. Shin, J.Y. Kim et al. // *Biomolecules.* – 2020. – Vol. 10(6). – P. 888. – DOI: 10.3390/biom10060888.
6. Lee J.S. Chemical Constituents of the Leaves of Butterbur (*Petasites japonicus*) and Their Anti-Inflammatory Effects / J.S. Lee, M. Jeong, S. Park et al. // *Biomolecules.* – 2019. – Vol. 9(12). – P. 806. – DOI: 10.3390/biom9120806.
7. Mihajilov-Krstev T. Phytochemistry, toxicology and therapeutic value of *Petasites hybridus* Subsp. *Ochroleucus* (Common Butterbur) from the Balkans / T. Mihajilov-Krstev, B. Jovanović, B. Zlatković et al. // *Plants (Basel).* – 2020. – Vol. 9(6). – P. 700. – DOI: 10.3390/plants9060700.
8. Kulinowski L. A review on the ethnobotany, phytochemistry, pharmacology and toxicology of butterbur species (*Petasites L.*) / L. Kulinowski, S.V. Luca, M. Minceva et al. // *Ethnopharmacol.* – 2022. – Vol. 293. – P. 115263. – DOI: 10.1016/j.jep.2022.115263.
9. Guo L. S-Petasin isolated from *Petasites japonicus* exerts anti-adipogenic activity in the 3T3-L1 cell line by inhibiting PPAR- γ pathway signaling / L. Guo, K. Li, Z. Cui et al. // *Food Funct.* 2019. – Vol. 10(7). – P. 4396–4406. – DOI: 10.1039/c9fo00549h.
10. Alhusayan R.M. Butterbur (*Petasites hybridus*) extract Ameliorates Hepatic Damage Induced by Ovalbumin in Mice / R.M. Alhusayan, B.A. Aldahmash, D.M. El-Nagar et al. // *Oxid Med Cell Longev.* – 2020. – Vol. 2020. – P. 3178214. – DOI: 10.1155/2020/3178214.
11. Kitajima M. New otonecine-type pyrrolizidine alkaloid from *Petasites japonicus* / M. Kitajima, K. Okabe, M. Yoshida et al. // *Nat Med.* – 2019. – Vol. 73(3). – P. 602–607. – DOI: 10.1007/s11418-019-01285-9.
12. Hiemori-Kondo M. Antioxidant compounds of *Petasites japonicus* and their preventive effects in chronic diseases: a review / M. Hiemori-Kondo // *Clin Biochem Nutr.* – 2020. – Vol. 67(1). – P. 10–18. – DOI: 10.3164/jcfn.20-58.
13. Zhuravleva S.V. Belokopytnik yaponskiy – istochnik BAV dlya funktsional'nykh produktov [Belokopytnik Japanese source BAV for functional products] / S.V. Zhuravleva, T.M. Boytsova // *Ekologicheskie problemy prirodnopol'zovaniya i okhrana okruzhayushchey sredy v aziatsko-tikhookeanskom regione: Sredy zhizni, ikh okhrana i vosstanovlenie* [Environmental problems of nature management and environmental protection in the Asia-Pacific region: Living environments, their protection and restoration]. – 2016. – P. 87–93. [in Russian].
14. Demidova E.I. Otdel'noe farmakognosticheskoe izuchenie nefarmakopeynykh lekarstvennykh rasteniy: belokopytnik gibridnyy i polyn' obyknovennaya [Separate pharmacognostic study of non-pharmacopoeial medicinal plants: hybrid and common wormwood] / E.I. Demidova, A.N. Kisileva, K.A. Strelycheva et al. // *Smolenskiy meditsinskiy al'manakh* [Smolensk Medical Almanac]. – 2017. – № 1. – P. 108–112. [in Russian].