

УДК 574.24: 615.322

<https://doi.org/10.36906/2311-4444/22-4/03>*Дьякова Н.А.***АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТРАВЕ ПУСТЫРНИКА ПЯТИЛОПАСТНОГО ФЛОРЫ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ***Dyakova N.A.***ANALYSIS OF FEATURES OF ACCUMULATION OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN GRASS OF HOLLOW OF FIVE-LOBED FLORA OF VORONEZH REGION**

**Аннотация.** Исследования элементного состава дикорастущего сырья являются актуальными и значимыми в силу высокой эффективности и биологической доступности металлоорганических их форм, содержащихся в растениях. Цель данного исследования – изучение макро- и микроэлементного состава травы пустырника пятилопастного естественного фитоценоза Воронежской области. Заготовку сырья осуществляли в период цветения растения в Воронежском государственном природном биосферном заповеднике. Микроэлементный состав образцов изучали масс-спектрометрически на приборе “ELAN-DRC”. Выявлено, что содержание микроэлементного комплекса составляет 5,8%, определено 59 элементов. Макроэлементы составляют 96,31% всего элементного состава травы пустырника пятилопастного. Основа макроэлементов – калий (более 30 мг/г) и кальций (более 16 мг/г). Эссенциальные микроэлементы составляют 3,08% общего минерального комплекса. Среди них наибольшее содержание отмечено для кремния (более 1,4 мг/г), железа (более 0,1 мг/г). Содержание нормируемых тяжелых металлов и мышьяка в траве пустырника соответствует требованиям нормативной документации. На долю свинца, ртути, кадмия и мышьяка приходится 0,0008% общего минерального комплекса сырья. Доля токсичных и малоизученных элементов в общем минеральном комплексе травы пустырника пятилопастного составляет 0,61%. Наибольшее содержание отмечено для алюминия (191,4 мкг/г), стронция (65,2 мкг/г), бария (70,3 мкг/г), титана (19,2 мкг/г), рубидия (5,68 мкг/г). Показана высокая способность исследуемого вида к накоплению из почвы фосфора, калия, меди, цинка, кадмия, а также значительная возможность к аккумуляции кальция, магния, молибдена, никеля, стронция и теллура.

**Ключевые слова:** Центральное Черноземье; пустырник пятилопастный; микроэлементы; макроэлементы; коэффициент накопления.

**Сведения об авторе:** Дьякова Нина Алексеевна, ORCID: 0000-0002-0766-3881, Scopus Author ID: 57202334263, SPIN-код: 3477-0510, канд. биол. наук, Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия, Ninochka\_V89@mail.ru

**Abstract.** Studies of the elemental composition of wild raw materials are relevant and significant due to the high efficiency and biological availability of organometallic forms contained in plants. The purpose of the study is to study the macro- and microelement composition of motherwort herb five-lobed natural phytocenosis of the Voronezh region. Raw materials were harvested during the flowering of the plant in the Voronezh State Natural Biosphere Reserve. The microelement composition of the samples was studied mass spectroscopically on an ELAN-DRC instrument. It was revealed that the content of the microelement complex is 5.8%, 59 elements were determined. Macroelements make up 96.31% of the total elemental composition of the five-lobed hollow grass. The macroelements are based on potassium (more than 30 mg/g), as well as calcium (more than 16 mg/g). Essential trace elements make up 3.08% of the total mineral complex of the five-lobed hollow grass. Among them, the highest content was noted for silicon (more than 1.4 mg/g), iron (more than 0.1 mg/g). The content of regulated heavy metals and arsenic in the grass of the five-bladed dummy complies with the requirements of regulatory documentation. Lead, mercury, cadmium and arsenic account for 0.0008% of the total mineral complex of raw materials. The share of toxic and little-studied elements in the total mineral complex of the grass of the five-lobed dummy is 0.61%. The highest content was observed for aluminum (191.4 µg/g), strontium (65.2 µg/g), barium (70.3 µg/g), titanium (19.2 µg/g), rubidium (5.68 µg/g). The high ability of the five-lobed puberty grass to accumulate phosphorus, potassium, copper, zinc, cadmium from the soil, as well as a significant opportunity to accumulate calcium, magnesium, molybdenum, nickel, strontium and tellurium, is shown.

**Keywords:** Central Black Earth Region; five-lobed pimple, trace elements, macroelements; accumulation coefficient.

**About the author:** Dyakova Nina Alekseevna, ORCID: 0000-0002-0766-3881, Scopus Author ID: 57202334263, SPIN-code: 3477-0510, Ph.D., Voronezh State University, Voronezh, Russia, Ninochka\_V89@mail.ru

Дьякова Н.А. Анализ особенностей накопления макро- и микроэлементов в траве пустырника пятилопастного флоры Воронежской области // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2022. № 4(60). С. 24-32. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/22-4/03>

Dyakova, N.A. (2022). Analysis of Features of Accumulation of Macro- and Microelements in Grass of Hollow of Five-Lobed Flora of Voronezh Region. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (4(60)), 24-32. (in Russ.). <https://doi.org/10.36906/2311-4444/22-4/03>

**Введение.** Урбанизация – одна из основных социально-экологических проблем нашего времени. В процессе роста и становления городов природные экосистемы территорий, занимаемых ими и близлежащих к ним, постепенно изменяются, и формируется новая антропогенная среда со специфическими чертами техногенного влияния, характеризующегося изменением состава атмосферного воздуха, почв и водных объектов. Рост уровня загрязнения приводит к дестабилизации природной среды и существованию организмов в предельных режимах биологических возможностей. Антропогенное влияние способствует деградации растительных сообществ, сокращению ареала растений, уменьшению их обилия в различных ассоциациях и формациях, изменению фитохимического и минерального состава растительных организмов [1-3].

Воронежская область традиционно является важнейшим районом растениеводства и земледелия. Однако, освоение минеральных ресурсов, активная химизация в сельском хозяйстве, последствия Чернобыльской аварии актуализировали вопрос снабжения пищевой промышленности безопасным и эффективным растительным сырьем. Некачественное растительное сырье и получаемые из него продукты являются важными источниками поступления различных элементов, в частности, токсичных, в организм человека [4-7]. Содержащиеся в растениях микроэлементы, образуют с биологически активными веществами комплексы органической природы, которые значительно эффективнее усваиваются в организме человека, чем препараты на основе неорганических соединений [8-10]. Поэтому при изучении элементного состава лекарственного растительного сырья (ЛРС) особый интерес представляют те виды, которые используются в виде комплексных фитопрепаратов, в которых фармакологический эффект высокомолекулярных веществ потенцируется действием элементов [11-13].

Ежегодно возрастающий интерес к препаратам на основе растительного сырья объясняется высокой терапевтической эффективностью таких лекарственных средств, а также, что наиболее важно, безвредностью и отсутствием побочных эффектов. Значительная доля заготовок лекарственных растений осуществляется в Центральной полосе России, отличающейся высокой плотностью населения, активной хозяйственной деятельностью, развитой сетью транспортных магистралей, большим количеством промышленных производств, интенсивными технологиями ведения сельского хозяйства. В данных условиях нарастает угроза заготовки растительного сырья в экологически неблагоприятных районах, а потому – становится актуальным выявление влияния антропогенного загрязнения на химический состав растений. Известно, что лекарственные растения содержат не только

эссенциальные элементы, но и различные соединения антропогенного происхождения, среди которых наиболее распространенными являются тяжелые металлы [14-16].

Анализ данных литературы показал, что лекарственные растения Центрального Черноземья практически не исследованы на содержание элементов. Имеющиеся сведения о содержании элементов в ЛРС региона показали, что эти исследования проводятся в основном по нескольким элементам, что не позволяет определить полный химический состав ЛРС и описать специфику накопления в них различных элементов [6; 10; 17].

Одним из видов, сырье которого заготавливается от дикорастущих особей, является пустырник пятилопастной (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) – многолетнее, повсеместно встречающееся, травянистое растение, широко используемое в медицине и фармации в качестве седативного, гипотензивного, спазмолитического, кровоостанавливающего, мочегонного средства. Широкое фармацевтическое и медицинское применение данного ЛРС обусловлено не только высоким содержанием органических биологически активных веществ, основу которых составляют флавоноиды, иридоиды, алкалоиды, эфирное масло, дубильные вещества, горечи, витамин С, каротин, но богатым макро- и микроэлементным комплексом [6; 9; 18; 19].

Целью данного исследования стало изучение особенностей накопления макро- и микроэлементов в траве пустырника пятилопастного естественного фитоценоза Воронежской области.

**Материалы и методы исследования.** Заготовку травы пустырника пятилопастного осуществляли по фармакопейным правилам [20] в экологически чистом месте в естественной заросли, вдали от крупных городов, транспортных магистралей и промышленных предприятий, в период цветения растения (в июле 2020 г) в Воронежском государственном природном биосферном заповеднике имени В.М. Пескова в Рамонском районе г. Воронежа.

Траву пустырника пятилопастного срезали ножницами, сушили теневым способом. Также отбирали пробы верхних слоев почв с места произрастания объекта исследования.

Из заготовленных образцов отбирались образцы для анализа, которые подвергались кислотному разложению смесью кислот с использованием систем микроволновой пробоподготовки. Навеску образца помещали во фторопластовый вкладыш и добавляли 5 мл смеси азотной и плавиковой кислоты. Автоклав с пробой во вкладыше помещали в микроволновую печь и разлагали пробу, используя программу разложения, рекомендованную производителем печи. Растворенную пробу количественно переносили в пробирку объемом 15 мл, троекратно встряхивая вкладыш с крышкой с 1 мл деионизованной воды и перенося каждый смыв в пробирку, доводили объем до 10 мл той же водой, закрывали и перемешивали. Автоматическим дозатором со сменным наконечником отбирали аликвотную часть 1 мл и доводили до 10 мл 0,5%-ной азотной кислотой, закрывали защитной лабораторной пленкой. Для контроля правильности определения использовался метод добавок. Рабочие стандартные растворы для этого готовили путем смешивания нескольких опорных многоэлементных стандартных растворов для масс-спектрометрии (“Perkin-Elmer”), содержащие разные группы элементов.

Микроэлементный состав проб изучали масс-спектрометрически на приборе “ELAN-DRC” с индуктивно связанной плазмой в соответствии с МУК 4.1.1483-03 «Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой».

Для оценки особенностей накопления элементов из почв в траве полыни горькой рассчитывали коэффициенты накопления по формуле:

$$КН = \frac{С_{лрс}}{С_{почва}},$$

где КН – коэффициент накопления тяжелого металла;  $С_{лрс}$  – концентрация тяжелого металла в лекарственном растительном сырье;  $С_{почва}$  – концентрация тяжелого металла в верхних слоях почвы [2; 4].

Содержание микро- и мактоэлементов в ЛРС и в образцах почвы проводилось по 60 элементам. Каждое определение проводили трижды, полученные результаты статистически обрабатывали при доверительной вероятности 0,95.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты, полученные при изучении элементного состава исследуемых образцов приведены в таблице.

Таблица

Содержание микро- и мактоэлементов в ЛРС и в образцах почвы

Элемент	Содержание в ЛРС, мкг/г	Доля в общем элементном комплексе, %	Содержание в почве, мкг/г	Коэффициент накопления
<b>Макроэлементы</b>				
Калий	30612,1	52,72	10500	2,92
Кальций	16905,4	29,11	19660	0,86
Натрий	56,4	0,10	3300	0,02
Магний	4018,9	6,92	4400	0,91
Фосфор	4329,6	7,46	730	5,93
<i>Всего</i>	<i>55922,4</i>	<i>96,31</i>	<i>38590</i>	<i>-</i>
<b>Эссенциальные микроэлементы</b>				
Ванадий	0,76	0,00131	78	0,01
Железо	192,1	0,33083	19100	0,01
Кобальт	0,56	0,00096	3,3	0,17
Кремний	1498,6	2,58087	347000	<0,01
Литий	0,284	0,00049	8,5	0,03
Никель	1,39	0,00239	2,3	0,60
Марганец	60,3	0,10385	370	0,16
Медь	6,47	0,01114	3,1	2,09
Молибден	0,67	0,00115	0,87	0,77
Селен	0,03	0,00005	8,5	<0,01
Хром	0,34	0,00059	4,2	0,08
Цинк	27	0,04650	12	2,25
<i>Всего</i>	<i>1788,5</i>	<i>3,08</i>	<i>366590,77</i>	<i>-</i>
<b>Нормируемые токсичные микроэлементы</b>				
Кадмий	0,034	0,00006	0,023	1,48
Мышьяк	0,19	0,00033	0,9	0,21
Ртуть	0,0041	0,000007	0,05	0,08
Свинец	0,23	0,000396	4,0	0,06
<i>Всего</i>	<i>0,46</i>	<i>0,00079</i>	<i>4,97</i>	

Элемент	Содержание в ЛРС, мкг/г	Доля в общем элементном комплексе, %	Содержание в почве, мкг/г	Коэффициент накопления
Другие токсичные и малоизученные элементы				
Алюминий	191,4	0,329626	31100	0,01
Барий	70,3	0,121070	290	0,24
Бериллий	0,015	0,000026	2,0	0,01
Вольфрам	0,0096	0,000017	0,78	0,01
Висмут	0,001	0,000002	0,11	0,01
Гадолиний	0,019	0,000033	3,0	0,01
Галлий	0,069	0,000119	8,8	0,01
Гафний	0,015	0,000026	1,6	0,01
Германий	0,0087	0,000015	1,1	0,01
Гольмий	0,007	0,000012	0,36	0,02
Диспрозий	0,011	0,000019	2,0	0,01
Европий	0,001	0,000002	0,65	<0,01
Золото	0,0032	0,000006	0,06	0,05
Иттербий	0,005	0,000009	1,1	<0,01
Иттрий	0,069	0,000119	9,9	0,01
Лантан	0,086	0,000148	18	<0,01
Лютеций	0,003	0,000005	0,16	0,02
Неодим	0,11	0,000189	15,0	0,01
Ниобий	0,029	0,000050	6,7	<0,01
Олово	0,42	0,000723	1,2	0,35
Празеодим	0,021	0,000036	4,1	0,01
Рубидий	5,68	0,009782	63	0,09
Самарий	0,047	0,000081	3,2	0,01
Серебро	0,028	0,000048	0,19	0,15
Скандий	0,92	0,001584	50,0	0,02
Стронций	65,2	0,112287	73,0	0,89
Сурьма	0,031	0,000053	0,41	0,08
Таллий	0,0069	0,000012	0,23	0,03
Тантал	0,0017	0,000003	0,5	<0,01
Теллур	0,053	0,000091	0,1	0,53
Тербий	0,005	0,000009	0,44	0,01
Титан	19,2	0,033066	2400,0	0,01
Торий	0,016	0,000028	5,4	<0,01
Тулий	0,003	0,000005	0,16	0,02
Уран	0,0069	0,000012	1,2	0,01
Цезий	0,019	0,000033	2,3	0,01
Церий	0,18	0,000310	38	<0,01
Цирконий	0,36	0,000620	78	<0,01
Эрбий	0,0069	0,000012	1,2	0,01
Всего	354,37	0,61	34183,95	-

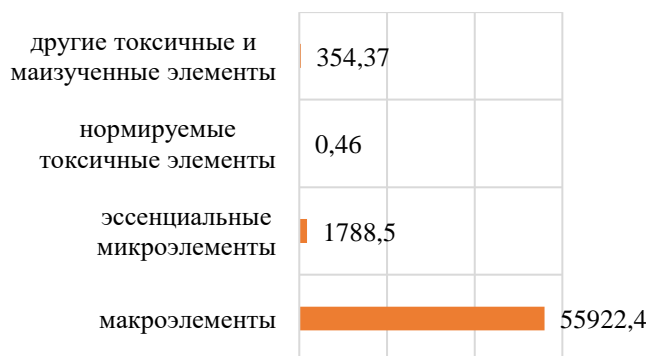
Согласно данным, представленным в таблице, отмечается, что содержание микроэлементного комплекса составляет 4,4% в пересчете на абсолютно сухое сырье.

Масс-спектроскопически определено 59 элементов, условно разделенных на макроэлементы, содержащиеся в значительных количествах (более 0,1% массы тела); микроэлементы, содержание которых варьирует в пределах от 0,001% до 0,00001%. Среди микроэлементов особую группу составляют эссенциальные микроэлементы, для которых установлена роль в обеспечении жизнедеятельности. Токсичные и малоизученные

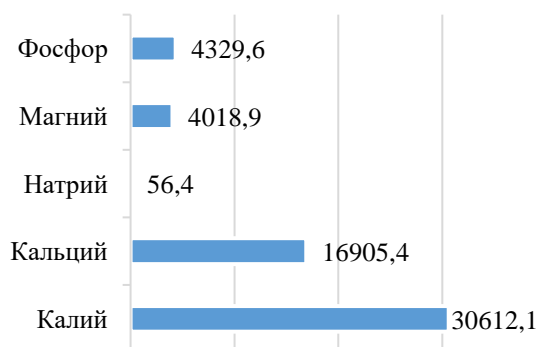


микроэлементы включают элементы, для которых биологическая роль недостаточно изучена, многие из них обладают значительной токсичностью [12; 13].

Макроэлементы составляют 96,31% всего элементного состава травы пустырника пятилопастного (рис. 1). Основу макроэлементов составляет калий (более 30 мг/г), а также кальций (более 16 мг/г) (рис. 2). В целом, по содержанию макроэлементов можно выстроить следующий ряд убывания: калий > кальций > фосфор > магний > натрий.



**Рис. 1. Содержание основных групп биологически значимых элементов в траве пустырника пятилопастного, мг/г**



**Рис. 2. Содержание макроэлементов в траве пустырника пятилопастного, мг/г**

Рассчитанные коэффициенты накопления элементов из почв показали высокую способность травы пустырника пятилопастного к аккумуляции фосфора, а также калия, содержание которых в ЛРС значительно превышает их концентрацию в почвах. С заметной эффективностью, однако, менее 100% от содержания в грунте, накапливаются в изучаемом сырье магний и кальций. При этом натрий практически не накапливается в данном виде ЛРС (около 2% от содержания в почве переходит в траву пустырника пятилопастного).

Эссенциальные микроэлементы составляют 3,08% общего минерального комплекса травы пустырника пятилопастного. Среди них наибольшее содержание отмечено для кремния (более 1,4 мг/г), железа (более 0,1 мг/г). Ряд убывания содержания эссенциальных микроэлементов в сырье выглядит следующим образом: кремний > железо > марганец > цинк > медь > никель > ванадий > молибден > кобальт > хром > литий > селен. При этом показана высокая способность к аккумуляции из почв в траве пустырника пятилопастного меди и цинка (коэффициенты накопления больше 2,0). Эффективно переходит в состав ЛРС также никель и молибден. Кремний, отличающийся высокой концентрацией в составе ЛРС, накапливается в количестве менее 1% от содержания в почве произрастания вида. Остальные эссенциальные элементы имели также низкие коэффициенты накопления (не более 0,17).

Содержание нормируемых тяжелых металлов и мышьяка в траве пустырника пятилопастного соответствует требованиям нормативной документации [20]. На долю свинца, ртути, кадмия и мышьяка приходится 0,0008% общего минерального комплекса сырья (рис. 3).

Из данной группы элементов в ЛРС в наибольшей степени аккумулируется кадмий, а также – мышьяк, коэффициенты накопления составили 1,48 и 0,21 соответственно. Остальные элементы накапливаются из почв неактивно – рассчитанные показатели не превышают 0,08.

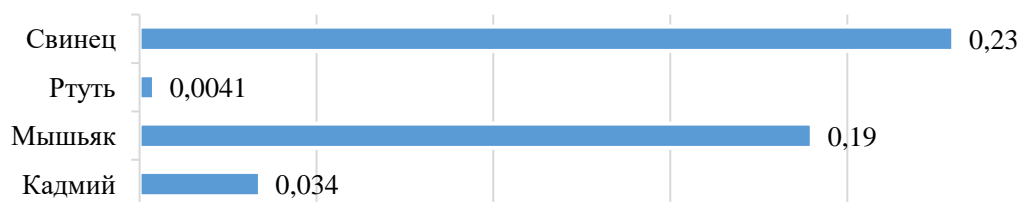


Рис. 3. Содержание нормируемых микроэлементов в траве пустырника пятилопастного, мг/г

Доля токсичных и малоизученных элементов в общем минеральном комплексе травы пустырника пятилопастного составляет 0,61%. Наибольшее содержание отмечено для алюминия (191,4 мг/г), стронция (65,2 мг/г), бария (70,3 мг/г), титана (19,2 мг/г), рубидия (5,68 мг/г). Выявлена способность к аккумуляции из почв в траве пустырника пятилопастного стронция, теллура, олова, бария, а также серебра (коэффициенты накопления составили 0,89, 0,53, 0,35, 0,24, 0,15 соответственно). Остальные элементы аккумулировались в изучаемом ЛРС не столь активно, коэффициенты накопления – менее 0,1.

**Выводы.** Результаты исследования показали весьма разнообразный макро- и микроэлементный состав травы пустырника пятилопастного, заготовленной в естественном фитоценозе Воронежской области. Выявлено, что содержание нормируемых токсичных тяжелых металлов и мышьяка не превышает предельно допустимых концентраций, установленных для оценки качества ЛРС.

Отмечено относительно высокое содержание, наряду с макроэлементами, кремния, железа, алюминия. Показана высокая способность травы пустырника пятилопастного к накоплению из почвы фосфора, калия, меди, цинка, кадмия, а также значительная возможность к аккумуляции кальция, магния, молибдена, никеля, стронция и теллура.

Полученные данные представляют интерес и могут служить основой для проведения дальнейших исследований с целью использования их результатов в медицинской и фармацевтической практике для создания лекарственных препаратов и биологически активных добавок для коррекции физиологических норм содержания элементов в организме человека.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дьякова Н.А. Оценка загрязнения тяжелыми металлами верхних слоев почв урбо- и агроэкосистем Центрального Черноземья // Вестник ИРГСХА. 2019. №95. С. 19-30.
2. Куркин В.А. Фармакогнозия. Самара: Офорт, 2007. 1239 с.
3. Гудкова А.А., Чистякова А.С., Сливкин А.И., Сорокина А.А. Сравнительное изучение минерального комплекса травы горца почечуйного (*Polygonum persicaria* L.) и горца войлочного (*Persicaria tomentosa* (Schrank) E.P. Bicknell) // Микроэлементы в медицине. 2019. Т. 20. №1. С. 35-42.
4. Рудая М.А., Тринеева О.В., Сливкин А.И. Исследование элементного состава плодов облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) различных сортов // Микроэлементы в медицине. 2018. Т. 19. №3. С. 49-59.
5. Попов А.И. Фронтальный элементный анализ цветков пижмы // Фармация. 1993. Т. 32. №1. С. 51-53.
6. Дьякова Н.А. Анализ накопления тяжелых металлов и мышьяка травой *Leonurus quinquelobatus* Gilib. // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2021. №2(54). С. 48–56. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/21-2/06>
7. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементология – новый термин или новое научное направление? // Вестник ОГУ. 2005. №2. С. 4-8.

8. Гравель И.В., Лёвушкин Д.В., Михеев И.В., Скибина А.А. Содержание макроэлементов в грудном сборе №4 // Традиционная медицина. 2021. Т. 3. №66. С. 19-26.
9. Гравель И.В., Нгуен Т.Н.К., Алексеева Н.А., Тарасенко О.А. Изучение минерального состава сырья и водных извлечений двух видов мяты // Фармация. 2013. №3. С. 24-27.
10. Гравель И.В., Иващенко Н.В., Самылина И.А. Микроэлементный состав спазмолитического сбора и его компонентов // Фармация. 2011. №1. С. 9-11.
11. Загурская Ю.В. Систематика, морфология и лекарственные свойства растения *Leonurus quinquelobatus* Gilib // Успехи современного естествознания. 2014. №12. С. 56-59.
12. Скальный А.В. Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие. М.: Перо, 2019. 294 с.
13. Скальный А.В., Скальная М.Г., Киричук А.А., Тиньков А.А. Медицинская элементология. М.: Наука, 2021. 199 с.
14. Зайцева М.В., Кравченко А.Л., Стекольников Ю.А., Сотников В.А. Тяжелые металлы в системе почва-растение в условиях загрязнения // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. 2013. №3. С. 190-192.
15. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф., Петрова Г.В., Шайхутдинова А.А. Некоторые аспекты адаптации *Polygonum aviculare* L. к загрязнению почвы тяжёлыми металлами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. №1 (33). С. 230-234.
16. Битюкова В.Р., Касимов Н.С., Власов Д.В. Экологический портрет российских городов // Экология и промышленность России. 2011. №2. С. 6–11.
17. Федосеева Л.В., Попов Д.М. Количественное определение иридоидов в сырье пустырника // Фармация. 1997. №4. С. 18-21.
18. Хишова О.М., Голяк Ю.А. Фармакологическое действие и применение в медицине пустырника // Вестник фармации. 2003. №4. С. 54-56.
19. Парфенов А.А., Фурса Н.С. Аминокислоты травы пустырника пятилопастного // Фармация. 2007. №7. С. 6-7.
20. Государственная фармакопея Российской Федерации. Т. 2. М.: ФЭМБ, 2018. 1513 с.

## REFERENCES

1. D'yakova, N.A. (2019). Otsenka zagryazneniya tyazhelymi metallami verkhnikh sloev pochv urbo- i agroekosistem Tsentral'nogo Chernozem'ya. *Vestnik IrGSKhA*, (95), 19-30. (in Russ.)
2. Kurkin, V.A. (2007). *Farmakognosiya*. Samara. (in Russ.)
3. Gudkova, A.A., Chistyakova, A.S., Slivkin, A.I., & Sorokina, A.A. (2019). Sravnitel'noe izuchenie mineral'nogo kompleksa travy gortsya pochechuinogo (*Polygonum persicaria* L.) i gortsya voilochного (*Persicaria tomentosa* (Schränk) E.P. Bicknell). *Mikroelementy v meditsine*, 20(1), 35-42. (in Russ.)
4. Rudaya, M.A., Trineeva, O.V., & Slivkin, A.I. (2018). Issledovanie elementnogo sostava plodov oblepikhi krushinovidnoi (*Hippophae rhamnoides* L.) razlichnykh sortov. *Mikroelementy v meditsine*, 19(3), 49-59. (in Russ.)
5. Popov, A.I. (1993). Frontal'nyi elementnyi analiz tsvetkov pizhmy. *Farmatsiya*, 32(1), 51-53. (in Russ.)
6. Dyakova, N.A. (2021). Accumulation of Heavy Metals and Arsenic in Grass *Leonurus quinquelobatus* Gilib. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (2(54)), 48–56. (in Russ.). <https://doi.org/10.36906/2311-4444/21-2/06>
7. Skal'nyi, A.V., & Rudakov I.A. (2005). Bioelementologiya – novyi termin ili novoe nauchnoe napravlenie? *Vestnik OGU*, (2), 4-8. (in Russ.)
8. Gravel', I.V., Levushkin, D.V., Mikheev, I.V., & Skibina, A.A. (2021). Soderzhanie makroelementov v grudnom sbore №4. *Traditsionnaya meditsina*, 3(66), 19-26. (in Russ.)
9. Gravel', I.V., Nguen, T.N.K., Alekseeva, N.A., & Tarasenko, O.A. (2013). Izuchenie mineral'nogo sostava syr'ya i vodnykh izvlechenii dvukh vidov myaty. *Farmatsiya*, (3), 24-27. (in Russ.)
10. Gravel', I.V., Ivashchenko, N.V., & Samylina, I.A. (2011). Mikroelementnyi sostav spazmoliticheskogo sbora i ego komponentov. *Farmatsiya*, (1), 9-11. (in Russ.)
11. Zagurskaya, Yu.V. (2014). Sistematika, morfologiya i lekarstvennye svoistva rasteniya *Leonurus quinquelobatus* Gilib. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, (12), 56-59. (in Russ.)
12. Skal'nyi, A.V. (2019). Mikroelementy: boдрость, zdorov'e, dolgoletie. Moscow. (in Russ.)
13. Skal'nyi, A.V., Skal'naya, M.G., Kirichuk, A.A., & Tin'kov, A.A. (2021). Meditsinskaya elementologiya. Moscow. (in Russ.)
14. Zaitseva, M.V., Kravchenko, A.L., Stekol'nikov, Yu.A., & Sotnikov, V.A. (2013). Tyazhelye metally v sisteme pochva-rastenie v usloviyakh zagryazneniya. *Uchenye zapiski Orlovskogo*



gosudarstvennogo universiteta. *Seriya: Estestvennye, tekhnicheskie i meditsinskie nauki*, (3), 190-192. (in Russ.).

15. Nemereshina, O.N., Gusev, N.F., Petrova, G.V., & Shaikhutdinova, A.A. (2012). Nekotorye aspekty adaptatsii *Polygonum aviculare* L. k zagryazneniyu pochvy tyazhelymi metallami. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, (1 (33)), 230-234. (in Russ.).

16. Bityukova, V.R., Kasimov, N.S., & Vlasov, D.V. (2011). Ekologicheskii portret rossiiskikh gorodov. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, (2), 6–11. (in Russ.).

17. Fedoseeva, L.V., & Popov, D.M. (1997). Kolichestvennoe opredelenie iridoidov v syr'e pustyrnika. *Farmatsiya*, (4), 18-21. (in Russ.).

18. Khishova, O.M., & Golyak, Yu.A. (2003). Farmakologicheskoe deistvie i primeneniye v meditsine pustyrnika. *Vestnik farmatsii*, (4), 54-56. (in Russ.).

19. Parfenov, A.A., & Fursa, N.S. (2007). Aminokisloty travy pustyrnika pyatilopastnogo. *Farmatsiya*, (7), 6-7. (in Russ.).

20. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiiskoi Federatsii (2018). Moscow. (in Russ.).

Дата поступления: 25.04.2022

Дата принятия: 11.07.2022

© Дьякова Н.А., 2022