

УДК 615.322

3.4.2 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2023.2.28 EDN: PLYRPZ

**ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ**

© Дьякова Н.А., Коренская И.М., Костылева А.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П.

Воронежский государственный университет, Россия, 394006, Воронеж, Университетская площадь, 1

*Резюме*

**Цель.** Изучить особенности накопления эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного, заготовленных в разнообразных с экологической точки зрения районах Центрального Черноземья.

**Методика.** В Воронежском регионе было выбрано 13 точек заготовки сырья для изучения содержания в нем количественного содержания эфирного масла и его качественного состава. Для подробного изучения влияния основных тяжелых металлов и мышьяка на накопление эфирного масла анализировали коэффициенты корреляции.

**Результаты.** Все проанализированное лекарственное растительное сырье признано доброкачественным по исследуемому показателю. В целом, для образцов контрольных территорий и агробиоценозов можно отметить более высокое содержание эфирного масла, чем в образцах урбобиоценозов. Отмечен рост доли сесквитерпеновых соединений в эфирных маслах растений, заготовленных в урбобиоценозах области.

**Заключение.** Рассчитанные значения коэффициентов корреляции показали сильное отрицательное влияние свинца, ртути, кадмия, никеля, кобальта, меди, цинка на накопление эфирного масла. Это позволяет сделать вывод об отрицательном влиянии урбанизации места заготовки на накопление эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного.

*Ключевые слова:* полынь горькая, тысячелистник обыкновенный, эфирное масло, Воронежская область

**STUDYING THE PECULIARITIES OF ESSENTIAL OIL ACCUMULATION IN MEDICINAL PLANTS OF DIFFERENT ECOLOGICAL CONDITIONS**

Dyakova N.A., Korenskaya I.M., Kostyleva A.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P.

Voronezh State University, 1, University Square, 394006, Voronezh, Russia

*Abstract*

**Objective.** The aim of the study is to study the peculiarities of the accumulation of essential oil in the herbs of bitter wormwood and common yarrow, harvested in environmentally diverse areas of the Central Black Earth Region.

**Methods.** The purpose of the study is to study the peculiarities of the accumulation of essential oil in the herbs of bitter wormwood and common yarrow, harvested in environmentally diverse areas of the Central Black Earth Region. In the Voronezh region, 13 points of raw material procurement were selected to study the content of the quantitative content of essential oil and its qualitative composition. Correlation coefficients were analyzed to examine in detail the effects of basic heavy metals and arsenic on essential oil accumulation.

**Results.** All the analyzed medicinal herbal raw materials were recognized as good quality according to the studied indicator. In general, for samples of control territories and agrobiocenoses, a higher content of essential oil can be noted than in samples of urbobiocenoses.

**Conclusion.** The calculated correlation coefficient values showed a strong negative effect of lead, mercury, cadmium, nickel, cobalt, copper, zinc on the accumulation of essential oil. This allows us to conclude about the negative effect of urbanization of the workpiece site on the accumulation of essential oil in the herbs of bitter wormwood and common yarrow.

*Keywords:* bitter wormwood, common yarrow, essential oil, Voronezh region

## Введение

Образование и накопление биологически активных веществ в растениях – сложный процесс, связанный с рядом факторов окружающей среды, в том числе антропогенных. Часто экотоксиканты выступают в роли ингибиторов или индукторов биосинтетических процессов. Известно, что в стрессовых для растения условиях обитания активизируется синтез веществ антиоксидантной активности – низкомолекулярных пептидов, органических кислот, флавоноидных соединений [5]. При этом данных о влиянии стрессовой антропогенной нагрузки на особенности компонентного состава эфирного масла практически отсутствуют.

Эфирные масла являются ценным продуктом растений, так как представляют собой выжимку ароматических соединений, нашедших широкое применение в медицине и не только. На сегодняшний день выявлено более трех тысяч эфирных масел, отличающихся по химической структуре, органолептическим признакам и фармакологическому действию. Однако широкое применение в медицине и косметологии, а также в пищевой и косметической промышленности, нашлось только для трехсот видов. Эфирные масла неустойчивы к различным факторам, изменениям окружающей среды, что влияет на их качественный и количественный состав. К основным факторам, способным повлиять на накопление и состав эфирного масла относятся фенологическая фаза растения; климатические условия произрастания; освещение; влажность; качество почвы, в том числе минеральный состав и загрязненность экотоксикантами.

Один из самых явных факторов, способный повлиять на выход эфирного масла – время заготовки сырья. Долгое время считалось, что, собирая растения в фазу цветения, можно получить наибольшее количество эфирного масла наиболее богатого по качественному составу. Однако этот фактор сортоспецифичен. Доказано, что существуют сорта чабреца с большим содержанием эфирного масла как до фазы цветения, так и после фазы цветения [8]. Похожая зависимость динамики накопления эфирного масла от фазы онтогенеза показана на примере некоторых видов шалфея. В сезонном цикле созревания шалфея лекарственного и мускатного наблюдается резкое повышение содержания эфирного масла от фазы цветения до фазы созревания семян [10].

Важный фактор, влияющий на накопление эфирных масел – климатический. В исследованиях на примере травы тимьяна ползучего, произрастающие в открытом грунте северной и южной части Финляндии, с отличающейся длиной светового дня, обнаружено, что в южной части растения содержали большее количество фенольных компонентов. При этом карвакрола – одного из основных компонентов, в финском чабреце вовсе не находили. Для сравнения, в эфирном масле крымских сортов тимьяна ползучего карвакрол содержится от 16% до 72% [6]. Исследования эфирного масла чабреца на примере двух экотипов тимьяна ползучего, собранных в горах с резко континентальным климатом и в лесостепной зоне с мягким умеренным климатом, показали заметное преимущество у горного образца по содержанию тимола, карвакрола и неролидола [8].

На примере листьев шалфея ливанского было подтверждено комплексное влияние фенологической фазы растений и освещенности на накопление эфирного масла. Так, масло образцов, заготовленных в январе содержало больше камфоры (12,3%),  $\alpha$ - и  $\beta$ -туйонов (1,9%), и камфена (4,8%), а также проявило большую токсичность при эксперименте на мышах (внутрибрюшное введение; LD<sub>50</sub> = 839 мг/кг). Эфирное масло из весеннего сырья содержало меньше камфоры (7,7%), туйонов (1,3%), камфена (3,1%) и было менее токсично – LD<sub>50</sub>>1200 мг/кг [10].

Пятилетние исследования выхода эфирного масла многоколосника морщинистого показали, что наибольшее количество эфирного масла было получено в год с повышенной средней температурой. Анализ зависимости климатических условий на накопление эфирного масла в укропе огородном показал наибольший выход эфирного масла у растений, получавших большее количество солнечных лучей (сорта-интродуценты Крыма) [7].

Изменения в составе эфирных масел происходят и в процессе хранения растительного сырья. Отмечено, что после хранения растительного сырья в течении 8 месяцев в траве полыни Сиверса, эстрагонной и шелковистой – существенно уменьшилось количество монотерпенов; у Схизонепеты многонадрезанной увеличился спектр содержания минорных компонентов; в траве душицы обыкновенной снижается содержание цис- и транс- $\beta$ -оцименов и появляются цис- и транс- сабиненгидраты; в Жабрице бухтарминской резко уменьшилось содержание монотерпеновых компонентов [8].

Химический состав почв в значительной мере влияет на накопление эфирного масла в растениях. Так, в эксперименте с добавлением в почву сульфата аммония и нитрата натрия, содержания эфирного масла и ментола в нем в листьях мяты перечной в вариантах с применением аммиачных солей оказалось достоверно выше, чем в растениях, подкормленных азотнокислым натрием. В эксперименте по оценке влияния минеральных удобрений на эфирно-масличный выход монарды

дудчатой показано, что внесение минеральных удобрений (аммиачная селитра, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) в почву положительно сказалось на накоплении эфирного масла. Исследования по повышению урожайности душицы обыкновенной с применением биорегулятора «Циркон», содержащего гидроксикоричные кислоты (цикориевую, кофейную и хлоргеновую), показали увеличение на 25% содержания эфирного масла по сравнению с контрольными образцами [9].

Важным повреждающим фактором, влияющий на состав масла – качество почвы и ее загрязненность экотоксикантами. Экотоксиканты – устойчивые в природных условиях вредные химические вещества, загрязняющие окружающую среду и в концентрациях, которые превышают естественный уровень, отравляющие находящиеся в ней организмы, а также способны мигрировать на значительные расстояния в атмосфере, гидросфере и в почве, кумулироваться в растениях и влиять на их физиологические процессы. На примере хвойных деревьев было показано, что при антропогенном загрязнении хвоя сосны обыкновенной способна накапливать экотоксиканты в эфирном масле. Эфирные масла хвои способны служить индикаторами диагностики состояния древостоев. Так, при слабо и средней степени загрязнения окружающей среды увеличивается количество эфирного масла, а при сильной степени загрязнения – уменьшается вместе с количеством монотерпенов, при этом увеличивается содержание фтора, серы и тяжелых металлов. Возможность накопления тяжелых металлов и мышьяка в эфирном масле также подтверждена на примере пихты сибирской, на процессы биосинтетические процессы компонентов эфирного масла хвои которой существенное влияние оказывают экотоксиканты [7].

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 актуальным становится выявление влияния антропогенного загрязнения на химический состав растений [2, 6].

Одними из видов, сырье от которых собирается от дикорастущих особей в Центральной полосе России, являются полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) и тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) – многолетние, повсеместно встречающиеся, травянистые, издревле используемые в медицине растения. Полынь горькая обладает выраженным желчегонным и противовоспалительным эффектом, рефлекторно усиливает секрецию желудочного сока, способствует повышению аппетита. Широкое применение обусловлено богатым химическим составом травы полыни горькой, основу которого составляют флавоноиды и эфирное масло, а также дубильные вещества, каротин, органические кислоты, горькие гликозиды, витамины, макро- и микроэлементы. Тысячелистник обыкновенный отличается выраженным антисептическим, противопаразитарным, противовоспалительным, кровоостанавливающим действием. Основу его химического состава составляют флавоноиды и эфирное масло, а также алколоиды, иридоиды, горечи, каротин, витамин С, макро- и микроэлементы [1, 4, 5].

Цель исследования – изучение особенностей накопления эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного, заготовленных в разнообразных с экологической точки зрения районах Центрального Черноземья.

## Методика

Выбор территорий для заготовки трав тысячелистника обыкновенного и полыни горькой обусловлен особенностями антропогенного воздействия (табл. 1). В качестве территорий сбора лекарственного растительного сырья были выбраны заповедные зоны (в качестве контрольных): Воронежский биосферный заповедник (1); Хоперский заповедник (Борисоглебский район) (2); зоны с активной сельскохозяйственной деятельностью (Лискинский (3), Петропавловский (4), Верхнехавский (5) районы); химическое предприятие ОАО «Минудобрения» (6); улицы промышленно развитых городов (Острогжск (7), Борисоглебск (8); Воронеж (9)); территории вдоль крупных транспортных магистралей – трасса М4 «Дон» (10, 12), трасса А144 «Каспий» (11), железная дорога (13).

Заготовку трав полыни горькой и тысячелистника обыкновенного проводили в соответствии с фармакопейными требованиями во время цветения растения, аккуратно срезая ножницами верхушки стеблей, длиной 15-20 см. Сушку проводили теньвым методом в хорошо проветриваемом помещении при температуре не более 40–45°C, раскладывая слоем по 30-40 см, периодически переворачивая. Изучение содержания в образцах эфирного масла вели по методике ФС.2.5.0033.15 «Полыни горькой трава» и ФС.2.5.0101.18 «Тысячелистника обыкновенного трава». Изучение содержания в сырье тяжелых металлов и мышьяка вели по методике

ОФС.1.2.2.2.0012.15 «Тяжелые металлы» на атомно-абсорбционном спектрометре МГА-915МД («Люмекс», Россия) [1]. Взвешивание проводили на аналитических весах «A&D GH-202» (AND, Япония). Каждое определение проводили трижды, полученные результаты статистически обрабатывали при доверительной вероятности 0,95.

Определение компонентного состава полученных эфирных масел проводили на хромато-масс-спектрометрическом комплексе Agilent Technologies 7890B GC System с масс-селективным детектором Agilent Technologies 5977A MSD. Температура узла ввода пробы – 310°C, аналитического интерфейса – 290°C. Разделение проводили на капиллярной колонке HP-5ms UI с неподвижной фазой (5% фенил)-метилполисилоксан (30 м × 0,250 мм × 0,25 μм). Скорость потока газа носителя - 1 мл/мин, при постоянном потоке. Объем вводимой пробы – 1 мкл, деление потока 20:1; температурный режим: 40°C – изотерма 5 мин., нагрев 5°C/мин, до 65°C, изотерма 5 мин, затем нагрев со скоростью 5°C/мин до 180°C, изотерма 1 мин, нагрев со скоростью 10°C/мин до 270°C, изотерма 1 мин, нагрев со скоростью 10°C/мин до 320°C, изотерма 3 минуты. Применялась ионизация «электронный удар» с энергией излучения 70 эВ. Регистрацию сигнала проводили по полному ионному току (TIC) в диапазоне масс 20-550 m/z. Анализ и обработка данных осуществлялись на основании баз данных NIST11 (от 19.05.2011), использовалось программное обеспечение MassHunter v. B.06.00 и NIST MS Search 2.0.

## Результаты исследования и их обсуждение

Определяемые показатели содержания эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного приведены в табл. 1.

Таблица 1. Содержание эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного

№ п/п	Территория сбора	Трава полыни горькой		Трава тысячелистника обыкновен.	
		Содержание эфирного масла, %	Окраска эфирного масла	Содержание эфирного масла, %	Окраска эфирного масла
1	Воронежский государственный заповедник	1,85±0,09	Оранжевая	0,65±0,03	Голубая
2	Хоперский заповедник (Борисоглебский район)	2,04±0,10	Оранжево-коричневая	0,76±0,06	Насыщенно-голубая
3	Сельскохозяйственные поля Лискинского р-на	1,85±0,08	Коричневая с синеватым оттенком	0,46±0,04	Темно-синяя
4	Сельскохозяйственные поля Петропавловского р-на	1,63±0,07	Темно-коричневая	0,48±0,03	Насыщенно-голубая
5	Сельскохозяйственные поля Верхнехавского р-на	1,61±0,06	Коричневая	0,36±0,04	Насыщенно-голубая
6	Вблизи ОАО «Минудобрения»	1,40±0,09	Светло-желтая	0,39±0,02	Без цвета
7	город Острогожск	0,98±0,08	Оранжево-желтая	0,29±0,04	Светло-голубая
8	город Борисоглебск	0,79±0,10	Желтая	0,30±0,03	Светло-голубая
9	город Воронеж	0,63±0,03	Желтая	0,28±0,02	Светло-голубая, ближе к прозрачному
10	Автомобильная трасса М4 в Рамонском р-не	0,68±0,05	Коричнево-синяя	0,21±0,02	Светло-коричневая
11	Автомобильная трасса А144	1,03±0,07	Желтая	0,24±0,02	Без цвета
12	Автомобильная трасса М4 в Павловском р-не	0,63±0,06	Светло-коричневая	0,18±0,02	Без цвета
13	Железная дорога	0,68±0,09	Коричневая	0,32±0,02	Светло-голубая, ближе к прозрачному
Числовой показатель по ФС [10]		Не менее 0,2	-	Не менее 0,1	-

Все проанализированное растительное сырье соответствовало требованиям фармакопейных статей по содержанию эфирного масла [10].

Содержание эфирного масла в траве полыни горькой варьировало от 0,63% до 2,04%. В целом, для образцов контрольных территорий и агробиоценозов можно отметить более высокое содержание эфирного масла, чем в образцах урбаноценозов. Так, содержание эфирного масла в траве полыни горькой, собранной на территориях, лишенных хозяйственной деятельности человека, составило 1,85-2,04%, вблизи сельскохозяйственных угодий – 1,61-1,85%. В ряде урбанизированных территорий были заготовлены образцы травы полыни горькой с гораздо более низким содержанием эфирного масла - менее 1% – на улице городов Воронеж, Острогожск, Борисоглебск, вдоль трассы М4 в Рамонском и Павловском районах, вдоль железной дороги.

Содержание эфирного масла в траве тысячелистника обыкновенного варьировало от 0,18% до 0,76%. При этом образцы, собранные в заповедных зонах, лишенных антропогенного воздействия, содержали эфирное масло в количестве 0,65-0,76%. Образцы, произрастающие в агробиоценозах, накапливали данную группу биологически активных веществ в диапазоне от 0,36% до 0,48%. В образцах, заготовленных в урбанизированных условиях, содержание эфирного масла составляло от 0,18% до 0,39%.

Эфирные масла, синтезируясь в эфиромасличных железках, выполняют ряд функций, главные среди которых – защита растения от насекомых, бактерий, грибов и других вредителей, а также предохранение его от перепадов температуры [8]. Испаряясь, эфирные масла создают «оболочку» вокруг растения, уменьшающую теплопроницаемость и препятствующую таким образом чрезмерному перегреву днем и переохлаждению ночью. Вероятно, в урбаноценозах, отличающихся малым видовым разнообразием и низкой плотностью произрастания растений, произрастающих на уплотненной почве, а также подвергающихся постоянным вытаптываниям, уминаниям и прочим антропогенным воздействиям, тысячелистник обыкновенный более подвержен влиянию солнечной радиации, а потому гораздо активнее испаряет содержащиеся в нем эфирные масла для защиты от перегрева [7]. Этим можно объяснить резкое снижение содержания эфирного масла в образцах сырья, собранного на урбанизированных территориях, подвергающихся значительному антропогенному воздействию.

При количественной оценке содержания эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного была отмечена разная окраска получаемого продукта. Для травы полыни горькой она изменялась от светло-желтой и оранжевой до темно-коричневой и коричнево-синей, для травы тысячелистника обыкновенного - от почти бесцветной до насыщенно-голубой и темно-синей, что указывало на актуальность изучения компонентного состава наиболее контрастных по окраске образцов эфирного масла (табл. 2).

Таблица 2. Особенности компонентного состава эфирных масел травы полыни горькой и тысячелистника обыкновенного флоры Воронежской области

Территория заготовки	Воронежский заповедник	Агроценоз Верхнехавского р-на	ОАО «Минудобрения»	Трасса М4
Трава полыни горькой				
Окраска	Оранжевая	Коричневая с синеватым оттенком	Светло-желтая	Коричнево-синяя
Монотерпены, %	82,0	73,1	63,7	49,0
Сесквитерпены, %	16,4	23,8	35,1	49,1
Прочие вещества органической природы, %	1,6	3,1	1,2	1,9
Трава тысячелистника обыкновенного				
Окраска	Голубая	Насыщенно-голубая	Без цвета	Светло-коричневая
Монотерпены, %	63,8	60,9	60,0	58,4
Сесквитерпены, %	34,7	36,8	38,1	39,9
Прочие вещества органической природы, %	1,5	2,3	1,9	1,7

Качественный состав эфирных масел тысячелистника обыкновенного травы в основном представлен монотерпеновыми и сесквитерпеновыми соединениями. Всего в эфирных маслах идентифицировано более 130 различных компонентов. Наиболее богатый состав (92 соединения),

определен в образце из сырья, заготовленного в Воронежском государственном заповеднике. В остальных объектах зафиксировано от 49 до 85 соединений. В образце эфирного масла заповедной зоны на долю монотерпеновых соединений приходится 63,8%, а сесквитерпеновых соединений – 34,7%, около 2% составляют примеси другой органической природы. Примерно такое же соотношение (2:1) сохраняется и в других образцах эфирного масла.

В эфирных маслах травы полыни горькой всего было идентифицировано 74 компонента. Наиболее сложный состав эфирного масла был отмечен в образце травы полыни горькой, заготовленной в агроценозе. При этом, отмечен значительный рост доли сесквитерпеновых соединений в эфирного масла в траве полыни горькой, заготовленной в урбоденнозах области, что возможно, связано с избыточной кислотностью почв данных мест заготовки, которая повышает образование сесквитерпеновых соединений в эфирных маслах по ацетатно-мевалонатному пути биосинтеза. Примечательно, что сесквитерпеновое соединение хамазулен, придающее синеватую окраску, определен только в двух образцах травы полыни горькой – заготовленных вдоль сельскохозяйственных полей и в трассы М4, что объясняет наличие голубого оттенка в этих эфирных маслах.

Для изучения влияния наиболее приоритетных загрязнителей окружающей среды – тяжелых металлов и мышьяка на накопление эфирного масла в лекарственном растительном сырье анализировали коэффициенты корреляции (табл. 3) [4].

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между содержанием суперэкооксидантов и эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного

Элемент	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Трава полыни горькой	-0,86	-0,58	-0,73	-0,51	-0,81	-0,39	-0,81	-0,67	-0,72
Трава тысячелистника обыкновенного	-0,77	-0,75	-0,70	-0,47	-0,78	-0,53	-0,57	-0,80	-0,75

Рассчитанные значения коэффициентов корреляции показали, что для всех анализируемых в сырье тяжелых металлов и мышьяка свойственна отрицательная корреляционная связь с содержанием эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного. На накопление эфирного масла в траве полыни горькой сильное отрицательное влияние выявлено для свинца, кадмия, никеля, кобальта, цинка; заметное – для меди, мышьяка, ртути; умеренное – для хрома. Концентрация эфирного масла в траве тысячелистника обыкновенного сильно отрицательно коррелировала с содержанием в сырье свинца, ртути, кадмия, никеля, меди, цинка.

## Заключение

Анализ литературных данных позволил выявить влияние различных факторов на накопление в лекарственном растительном сырье эфирных масел. Проведено исследование особенностей накопления эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного различных с экологической точки зрения территорий заготовки в рамках Воронежской области. Все проанализированное лекарственное растительное сырье признано доброкачественным по исследуемому показателю. В целом, для образцов контрольных территорий и агробиоценозов можно отметить более высокое содержание эфирного масла, чем в образцах урбоденнозов. Хромато-масс-спектрометрический анализ эфирного масла исследуемых образцов позволил идентифицировать для травы тысячелистника обыкновенного более 130 различных компонентов, для травы полыни горькой – 74, при этом качественный состав эфирного масла сырья различных мест заготовки значительно отличался, что может указывать о значительном влиянии места произрастания вида и антропогенных факторов на особенности вторичного метаболизма терпеновых соединений в растительном организме. Отмечен рост доли сесквитерпеновых соединений в эфирных маслах растений, заготовленных в урбоденнозах области, что возможно, связано с избыточной кислотностью почв данных мест заготовки, которая повышает образование сесквитерпеновых соединений в эфирных маслах по ацетатно-мевалонатному пути биосинтеза. Рассчитанные значения коэффициентов корреляции показали сильное отрицательное влияние свинца, ртути, кадмия, никеля, кобальта, меди, цинка на накопление эфирного масла. Это

позволяет сделать вывод об отрицательном влиянии урбанизации места заготовки на накопление эфирного масла в травах полыни горькой и тысячелистника обыкновенного.

## Литература (references)

1. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Том 4. – М.: ФЭМБ, 2018. – 1883 с. [*Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. Izdanie XIV, Tom 4. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV. V. 4. Moscow: FEMB, 2018. – 1883 p. (in Russian)*]
2. Дьякова Н.А. Изучение минерального комплекса корней лопуха обыкновенного // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2022. – Т.21, №1. – С. 175-180. [D'yakova N.A. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2022. – V.28, N1. – P. 175-180. (in Russian)]
3. Дьякова Н.А. Изучение особенностей накопления флавоноидов травой горца птичьего, произрастающего в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области // Вестник Смоленской государственной медицинской академии – 2020. – №4. – С. 158-163. [D'yakova N.A. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2020. – N4. – P. 158-163. (in Russian)]
4. Дьякова Н.А. Экологическая оценка сырьевых ресурсов лекарственных растений Воронежской области. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2022. – 264 с. [D'yakova N.A. *Ekologicheskaya ocenka syr'evyh resursov lekarstvennyh rastenij Voronezhskoj oblasti*. Environmental assessment of raw materials of medicinal plants of the Voronezh region. Voronezh: Cifrovaya poligrafija, 2022. – 264 p. (in Russian)]
5. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Гапонов С.Н. Изучение особенностей накопления флавоноидов травой полыни горькой, произрастающей в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2020. – №7. – С. 15-21. [D'yakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.N. *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoj i farmatsevticheskoj khimii*. Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry. – 2020. – N7. – P. 15-21. (in Russian)]
6. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П. Особенности накопления биологически активных веществ в корнях одуванчика лекарственного синантропной флоры Воронежской области // Вестник Смоленской государственной медицинской академии – 2020. – №4. – С. 152-157. [D'yakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2020. – N4. – P. 152-157. (in Russian)]
7. Ламоткин С.А., Владыкина Д.С., Скаковский Е.Д. Зависимость состава эфирного масла ели канадской *Picea glauca* (Moench) Voss. От экологической обстановки региона произрастания // Химия растительного сырья. – 2012. – №2. – С. 111–117. [Lamotkin S.A., Vladykina D.S., Skakovskij E.D. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. Chemistry of plant raw materials. – 2012. – N2. – P. 111–117. (in Russian)]
8. Arrebola M.L., Navarro M.C., Jimenez J., Ocana F.A. Yield and composition of the essential oil of *Thymus serpylloides* subsp. *Serpylloides*. *Phytochemistry*. - 1994. – N1. – P. 67-72.
9. Piccaglia R., Marotti M., Giovanelli E., Deans S.G., Eaglesham E. Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. *Industrial Crops and Products*. - 1993. – N2. – P. 47-50.
10. Shahid M., Dumat E., Khalid S., Schreck E., Xiong T., Niazi N.K. Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal of hazardous materials*. – 2017. – N325. – P. 36-58.

## Информация об авторах

Дьякова Нина Алексеевна – доктор биологических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: Ninochka\_V89@mail.ru

Коренская Ирина Михайловна – кандидат фармацевтических наук, доцент, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: irmich65@yandex.ru

Костылева Анна Андреевна – ординатор кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: anna\_kostyleva\_98@mail.ru

Сливкин Алексей Иванович – доктор фармацевтических наук, профессор, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

Гапонов Сергей Петрович – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоологии и паразитологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: gaponov2003@mail.ru

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.01.2023

Принята к печати 15.06.2023