

## ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОСТОРОННИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ СИНАНТРОПНОЙ ФЛОРЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. А. Селиванова, А. А. Вервикина, Н. А. Дьякова, А. И. Сливкин

Воронежский государственный университет

Дата поступления в редакцию 28.02.2022 г.

**Аннотация.** Зависимость накопления токсических и пылевидных веществ в растениях прямо пропорциональна их удаленности от транспортных магистралей и объектов промышленного производства. Однако строго регламентированных расстояний для заготовки лекарственного растительного сырья в настоящее время не установлено. Важным показателем доброкачественности сырья является содержание золы, нерастворенной в хлористоводородной кислоте, что является также косвенным показателем загрязнения растений пылевыми частицами. Целью работы являлось изучение содержания посторонних минеральных примесей в лекарственном растительном сырье синантропной флоры Ростовской области на примере Морозовского района. На основе 4 растительных объектов изучено содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте. Исследование проводилось на примере лекарственного растительного сырья (трава полыни горькой, трава горца птичьего, трава тысячелистника обыкновенного, листья подорожника большого), собранного в регламентированные нормативной документацией сроки в различных урбоценозах Морозовского района Ростовской области. Наиболее частое превышение норм по числовому показателю «зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте» отмечено для образцов травы тысячелистника обыкновенного и листьев подорожника большого (в 10 из 42 образцов), что говорит об уровне загрязнения сырья пылевыми частицами и высоким содержанием в нем оксида кремния. Анализ средних значений содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, позволяет выстроить из анализируемых видов лекарственного растительного сырья их последовательность в порядке уменьшения содержания несоразмерного остатка после его обработки хлористоводородной кислотой: трава горца птичьего > трава полыни горькой > трава тысячелистника обыкновенного > листья подорожника большого. На основе полученных данных с применением метода математического моделирования были выявлены допустимые расстояния, рекомендованные для сбора данных видов лекарственного растительного сырья вблизи железной дороги, автомобильной трассы и проселочной дороги в Ростовской области.

**Ключевые слова:** зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте; Ростовская область; *Polygonum aviculare* L.; *Artemisia absinthium* L.; *Achillea millefolium* L.; *Plantago major* L.

Дикорастущие растения являются одним из важных источников лекарственного растительного сырья (ЛРС). Они служат материалом для получения органического сырья при производстве лекарственных средств [1-3]. Производство лекарственных препаратов должно обеспечивать защиту граждан от любых факторов, которые могут причинить вред его здоровью и угрозу сохранности среды. Поэтому фармацевтические предприятия по производству фитопрепаратов безогово-

рочно нуждаются в качественном растительном сырье [4, 5].

При быстром темпе развития хозяйственной деятельности человека загрязняются почти все компоненты эко- и урбосистем: атмосфера, почва и подземные воды, что в свою очередь влияет на жизнедеятельность лекарственных растений и их химический состав. Наибольшую угрозу экологии крупных городов представляют транспортные магистрали [6]. Работа железнодорожного и автотранспорта, качество дорожного покрытия оказывает значительное влияние на химический состав

и процессы биосинтеза в растениях. По результатам исследований последних 15 лет, ЛРС, собранное в условиях урбоценозов, часто оказывается не соответствующим требованиям нормативной документации по содержанию в изучаемых образцах многих токсичных элементов, на что растение зачастую реагирует изменениями в содержании ряда биологически активных веществ (антоцианов, флавоноидов, дубильных веществ), что является проявлением защитной реакции на стрессовые условия среды [7-14].

Дать характеристику о содержанию в ЛРС посторонних минеральных примесей позволяет показатель «зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте». Это остаток после обработки хлористоводородной кислотой золы общей, состоящий преимущественно из кремнезема, составляющего основу придорожной пыли. При этом, отклонения в величине показателя золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в большую сторону от нормированного её содержания, указывает на загрязненность исследуемого образца примесями, способными минерализоваться, в особенности, пылевыми частицами [15].

Установлено, что накопление токсических веществ в растениях прямо пропорционально их расстоянию от объекта хозяйственной деятельности, в частности, от транспортных магистралей [16]. Важной проблемой остается отсутствие нормирования заготовки ЛРС вдоль различных транспортных магистралей. Не определено также допустимое расстояние для сбора растительного сырья вблизи железных дорог. Таким образом, вопрос о том, какие ограничения по расстоянию от крупных дорог являются оптимальными для максимального использования ресурсов и качества будущих препаратов, гарантирующего их безопасность, до сих пор остаётся актуальным [6-8].

Допустимое расстояние для сбора растительного сырья, ягод, грибов, как правило, устанавливается местными органами законодательной власти, и они для разных регионов свои, что, вероятно, связано с особенностями природных зон регионов [6, 11]. При этом регламентированного разрешенного расстояния для сбора ЛРС в Ростовской области нами из литературных и правовых источников не выявлено. За последние 5 лет число автомобильного транспорта в Ростовской области возрастает, однако из-за увеличения площади твёрдого покрытия дорог и улучшения качества топлива динамика антропогенной нагрузки на территорию существенно не изменялась.

Ростовская область, в частности Морозовский район, является важным поставщиком растениеводческой сельскохозяйственной продукции и лекарственного растительного сырья ЮФО России. На территории региона заготавливается 48 видов лекарственных растений из 23 семейств [17-20]. Поэтому исследование образцов дикорастущих растений Ростовской области является важным звеном в рассмотрении проблемы экологии ЛРС в целом.

**Цель исследования** - изучение содержания посторонних минеральных примесей в лекарственном растительном сырье синантропной флоры Ростовской области на примере Морозовского района.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования использовали траву горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.), траву полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.), траву тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.), листья подорожника большого (*Plantago major* L.). Выбранные объекты являются представителями как естественных условий произрастания, так и синантропной флоры, заготавливаются данные объекты преимущественно от дикорастущего сырья, в том числе в Ростовской области. Выбор исследуемой местности объясняется разным характером антропогенного воздействия на неё: отбор проб проводили вдоль железнодорожных путей (часть Северо-Кавказской железной дороги), крупной транспортной магистрали (трасса М21) и вдоль проселочной дороги. Порядок отбора образцов на каждом из мест сбора исследуемых образцов был определен с шагом в сто метров (0, 100, 200, 300 м).

Заготовку ЛРС проводили по фармакопейным правилам в 2021 году. Сушили теневым способом. Определение содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, характеризующей загрязненность ЛРС пылевыми частицами и содержание посторонних минеральных примесей, нехарактерных для данного вида сырья, проводили в соответствии с ОФС.1.5.3.0005.15 «Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте» [21]. Полученные результаты сравнивали с числовыми показателями, приведенными в частных фармакопейных статьях на данные виды сырья. Каждое определение проводили трижды. Данные, полученные в ходе исследований, статистически обрабатывали в «Microsoft Excel».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения допустимых зон сбора лекарственного растительного сырья вблизи исследуемых дорог были проведены дополнительные расчеты методом математического моделирования на основе полученных экспериментальных данных. В программе «Microsoft Excel» по полученным в ходе эксперимента данным были построены точечные графики, а к ним – линейные линии тренда с автоматическим расчетом уравнений данных прямых. Полученные средние значения результатов определения содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в изучаемых образцах ЛРС, собранных у железной дороги, у проселочной дороги и около трассы с оживленным движением приведены на рисунках 1, 2 и 3.

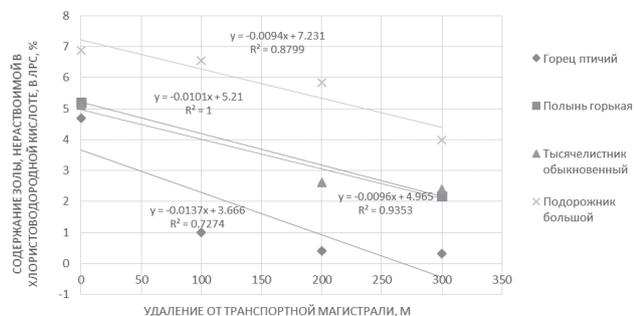


Рис. 1. Средние значения содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в ЛРС, собранном рядом с железной дорогой

По полученным уравнениям линий тренда, используя фармакопейные числовые показатели содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, были рассчитаны допустимые значения расстояния от трассы, железной дороги и проселочной дороги, на удалении которого сырье становится соответствующим требованиям нормативной документации. Полученные значения расстояния сбора лекарственного растительного сырья представлены в таблице 1. Допустимое расстояние сбора лекарственного растительного сырья в той или иной исследуемой зоне определялось нами как максимальное расстояние от дороги, на удалении которого сырье становится соответствующим требованиям действующей нормативной документации.

Рис. 2. Средние значения содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в ЛРС, собранном рядом с проселочной дорогой. График показывает зависимость содержания золы от расстояния от транспортной магистрали для четырех видов ЛРС: Горец птичий, Полынь горькая, Тысячелистник обыкновенный и Подорожник большой. Уравнения трендов: Горец птичий (y = -0,0106x + 7,0817, R² = 0,9729), Полынь горькая (y = -0,0104x + 4,1, R² = 1), Тысячелистник обыкновенный (y = -0,006x + 3,61, R² = 0,9491), Подорожник большой (y = -0,0047x + 2,758, R² = 0,9272).

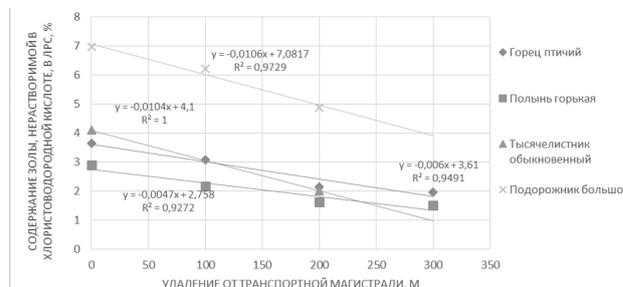


Рис. 2. Средние значения содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в ЛРС, собранном рядом с проселочной дорогой

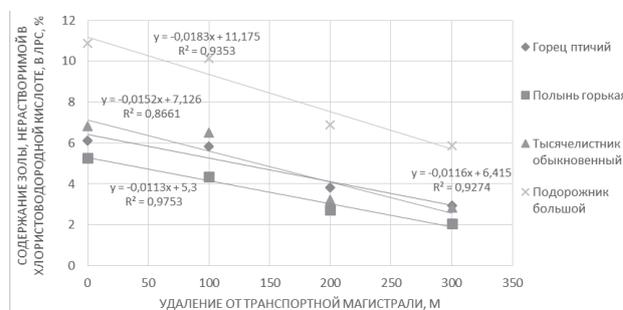


Рис. 3. Средние значения содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, в ЛРС, собранном рядом с трассой М21

Анализируя полученные данные по содержанию посторонних минеральных примесей и пылевидных частиц в лекарственном растительном сырье Ростовской области, можно сделать следующие выводы: считать допустимым для сбора лекарственного растительного сырья расстояние от железной дороги – не менее 219 метров, вблизи скоростных магистралей – не менее 283 м, вблизи проселочной дороги, отличающейся небольшой автомобильной загруженностью – не менее 169 м.

Таблица 1

Расстояние от исследуемых дорог, на удалении которого сырье становится соответствующим требованиям нормативной документации (м)

Район сбора	ЛРС				Допустимое расстояние для сбора ЛРС
	Трава горца птичьего	Трава полыни горькой	Трава тысячелистника обыкновенного	Листья подорожника большого	
Железная дорога	48.6	218.8	204.7	130.9	218.8
Проселочная дорога	65.0	149.1	168.1	143.5	168.1
Автомобильная трасса М21	208.2	203.5	271.4	282.8	282.8

Анализ значений содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, позволяет выстроить из анализируемых видов лекарственного растительного сырья их последовательность в порядке уменьшения содержания в большей степени кремнезема: трава горца птичьего > трава полыни горькой > трава тысячелистника обыкновенного > листья подорожника большого. Таким образом, содержание посторонних минеральных веществ и пылевидных частиц превышено в образцах травы тысячелистника обыкновенного и листьев подорожника большого, собранных рядом и на определенном расстоянии от исследуемых дорог. Основное превышение показателя золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, наблюдается в ЛРС, собранном на расстоянии 0 и 100 метров от железной дороги, трассы и проселочной дороги в равной степени. В листьях подорожника большого содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, наблюдается чаще из-за широкой листовой пластинки растения и его приземистого произрастания, что способствует лучшему осаждению пылевых частиц и задержке кремнезема. Трава тысячелистника обыкновенного подвержена загрязнению пылью и различными минеральными соединениями из-за достаточной опушенности и раскидистого расположения листьев.

Сравнивая полученные результаты с данными ранее проведенных исследований по Воронежской области [6], в целом, можно сделать вывод о более благополучном эколого-гигиеническом состоянии исследуемых видов ЛРС в Ростовском регионе. В Центрально Черноземном регионе допустимыми расстояниями для сбора ЛРС получились: вблизи трассы М4 в условиях степной зоны - не менее 660 м, вблизи нескоростных автомобильных дорог – не менее 160 м, вблизи железнодорожных магистралей – не менее 130 м [6]. Таким образом, допустимое расстояние от автомобильной трассы для сбора ЛРС, определяемое по показателю «зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте», сократилось более, чем в 2 раза, что говорит о меньшей запыленности синантропной флоры Ростовской области. Однако вновь определенное расстояние заготовки ЛРС рядом с железной и проселочной дорогами, больше в Южном Федеральном округе, что можно объяснить практическим отсутствием древесной и кустарниковой растительности, выступающей естественным защитным щитом на пути распространения пыли и поллютантов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определено содержание золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, как показателя содержания посторонних минеральных примесей и индикатора загрязнения ЛРС пылевыми частицами, в частности кремнеземом, на примере четырех растительных объектов, заготовленных в регламентированные нормативной документацией сроки заготовки в различных урбоценозах Ростовской области в 2021 году. Установлены допустимые для сбора лекарственного растительного сырья расстояния: от железнодорожных магистралей – не менее 219 метров, вблизи трасс с оживленным движением – не менее 283 м, вблизи проселочной дороги, отличающейся небольшой автомобильной загруженностью – не менее 169 м. Анализ средних значений содержания золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте, позволяет выстроить из анализируемых видов лекарственного растительного сырья их последовательность в порядке уменьшения содержания посторонних минеральных примесей и оксида кремния: трава горца птичьего > трава полыни горькой > трава тысячелистника обыкновенного > листья подорожника большого.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еськов Е.К., Еськова М.Д. // *Агрохимия*. 2013. № 5. С. 81-85.
2. Куркин В.А. *Основы фитотерапии: учебное пособие для студентов фармацевтических вузов*. Самара, Офорт, 2009, 963 с.
3. Муравьева Д.А. *Фармакогнозия*. Ставрополь, Северо-Кавказский федеральный университет, 2012, 653 с.
4. Селюкова, С.В. // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. № 8. С. 12-15.
5. Саканян Е.И., Ковалева Е.Л., Фролова Л.Н., Шелестова В.В. // *Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения*. 2018. № 3. С. 170-178.
6. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Чупандина Е.Е., Гапонов С.П. // *Химия растительного сырья*. 2020. №4. С. 5-13.
7. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П., Шишорина Л.А., Бобина Е.А., Великанова Л.А. // *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2020. №7. С. 15-21.
8. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П., Бобина Е.А., Шишорина Л.А. // *Традиционная медицина*. 2020. №2. С. 47-51.
9. Иванченко А.М., Хаванский А.Д. // *Московский экономический журнал*. 2021. №7. С. 4-6.

10. Гапонов С.П., Дьякова Н.А., Сливкин А.И. // «Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Актуальные вопросы разработки и исследования новых лекарственных средств», Материалы VII Международной научно-методической конференции, 30-31 марта 2020 г., Воронеж, Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2018. с. 230-233.

11. Великанова Н.А., Гапонов С.П., Сливкин А.И. LAMBERT Academic Publishing, 2013, 211 с.

12. Великанова Н.А. Дисс. канд. биол. наук. Воронеж, 2013. 205 с.

13. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П. // Вестник ВГУ. Серия: Химия, Биология, Фармация. 2018. № 1. С. 124-131.

14. Дьякова Н.А., Самылина И.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П. // Вестник ВГУ. Серия: Химия, Биология, Фармация. 2014. № 3. С. 106-110.

15. Куркин В.А. Фармакогнозия. Самара, Офорт, 2004. 1179 с.

16. Силантьев А.М. // Безопасность труда в промышленности. 2006. №12. С. 34-36.

17. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеева Ю.М. // Вестник КрасГАУ. 2016. №6(117). С. 14-20.

18. Ганичева Л.З. // Инженерный вестник Дона. 2013. №2. (25). С. 126.

19. Лысоченко А.А. // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2019. №3(59). С. 13-15.

20. Бокий Г.В. // Достижения науки и образования. 2017. №7(20). С. 13-16.

21. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Том 4. – М.: ФЭМБ, 2018. – 1883 с.

*Воронежский государственный университет  
Селиванова Ю. А., ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета  
E-mail: u.A.Selivanova@yandex.ru*

*Вервикина А. А., студентка 2 курса фармацевтического факультета  
E-mail: alisa.vervikina@yandex.ru*

*Дьякова Н. А., к.б.н., доц. каф. фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета  
E-mail: Ninochka\_V89@mail.ru*

*Сливкин А. И., д.фарм.н., проф., зав. каф. фармацевтической химии и фармацевтической технологии  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru*

*Voronezh State University  
Selivanova Y. A., Assistant of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology of the Pharmaceutical Faculty  
E-mail: u.a.selivanova@yandex.ru*

*Vervikina A. A. 2nd year student of the Faculty of Pharmacy  
E-mail: alisa.vervikina@yandex.ru*

*Dyakova N. A., PhD., Assistant Professor, pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology dept.  
E-mail: ninochka\_v89@mail.ru*

*Slivkin A. Y., PhD., Dsci., Full Professor, Head of the pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology department  
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru*

## STUDY OF CONTENT OF FOREIGN MINERAL IMPURITIES IN MEDICINAL PLANT RAW MATERIALS OF SYNANTHROPIC FLORA OF ROSTOV REGION

Y. A. Selivanova, A. A. Vervikina, N. A. Dyakova, A. I. Slivkin

*Voronezh State University*

**Abstract.** The dependence of the accumulation of toxic and dust-like substances in plants is directly proportional to their distance from transport highways and industrial facilities. However, there are currently no strictly regulated distances for the preparation of medicinal vegetal raw materials. An important indicator of the benign quality of raw materials is the content of ash undissolved in hydrochloric acid, which is also

an indirect indicator of pollution of plants with dust particles. The purpose of the work was to study the content of foreign mineral impurities in the medicinal plant raw materials of the synanthropic flora of the Rostov region on the example of the Morozovsky district. On the basis of 4 plant objects, the content of ash insoluble in hydrochloric acid was studied. The study was carried out on the example of medicinal plant raw materials (bitter wormwood grass, poultry mountain grass, common thousand leaf grass, large plantain leaves), collected in the deadlines regulated by regulatory documentation in various urbocenoses of the Morozovsky district of the Rostov region. The most frequent excess of standards for the numerical indicator "ash insoluble in hydrochloric acid" was noted for samples of grass of a thousand-leaf common and leaves of a large plantain (in 10 of 42 samples), which indicates the level of contamination of raw materials with dust particles and a high content of silicon oxide in it. Analysis of average values of ash content, insoluble in hydrochloric acid, allows to build from analysed types of medicinal vegetal raw materials their sequence in order of reduction of content of unburned residue after its treatment with hydrochloric acid: grass of bird mountain > grass of bitter wormwood > grass of common thousand leaf > leaves of large plantain. Based on the obtained data, using the mathematical modeling method, the permissible distances recommended for collecting data on types of medicinal vegetal raw materials near the railway, highway and country road in the Rostov region were identified.

**Keywords:** ash insoluble in hydrochloric acid; Rostov region; *Polygonum*

### REFERENCES

1. Es'kov E.K., Es'kova M.D., *Agrokimiya*, 2013, №5, pp. 81-85.
2. Kurkin V.A. *Osnovy fitoterapii: uchebnoe posobie dlya studentov farmatsevticheskikh vuzov*. Samara, Ofort, 2009, 963 s.
3. Murav'eva D.A. *Farmakognoziya*. Stavropol', Severo-Kavkazskii federal'nyi universitet, 2012, 653 s.
4. Selyukova, S.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2020, № 8, pp. 12-15.
5. Sakanyan E.I., Kovaleva E.L., Frolova L.N., Shelestova V.V., *Vedomosti Nauchnogo tsentra ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya*, 2018, № 3, pp. 170-178.
6. D'yakova N.A., Slivkin A.I., Chupandina E.E., Gaponov S.P., *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, №4, pp. 5-13.
7. D'yakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P., Shishorina L.A., Bobina E.A., Velikanova L.A., *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii*, 2020, №7, pp. 15-21.
8. D'yakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P., Bobina E.A., Shishorina L.A., *Traditsionnaya meditsina*, 2020, №2, pp. 47-51.
9. Ivanchenko A.M., Khavanskii A.D., *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal*, 2021, №7, pp. 4-6.
10. Gaponov S.P., D'yakova N.A., Slivkin A.I., «Puti i formy sovershenstvovaniya farmatsevticheskogo obrazovaniya. Aktual'nye voprosy razrabotki i issledovaniya novykh lekarstvennykh sredstv», *Materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii*, 30-31 marta 2020 g., Voronezh, Izdatel'sko-poligraficheskii tsentr Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 2018, pp. 230-233.
11. Velikanova N.A., Gaponov S.P., Slivkin A.I. *LAMBERT Academic Publishing*, 2013, 211 s.
12. Velikanova N.A. *Diss. kand. biol. nauk*. Voronezh, 2013. 205 s.
13. D'yakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P., *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya, Biologiya, Farmatsiya*, 2018, № 1, pp. 124-131.
14. D'yakova N.A., Samylina I.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P., *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya, Biologiya, Farmatsiya*, 2014, № 3, pp. 106-110.
15. Kurkin V.A. *Farmakognoziya*. Samara, Ofort, 2004, 1179 s.
16. Silant'ev A.M., *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, 2006, №12, pp. 34-36.
17. Ruvina L.G., Sverchkova A.N., Khamitova S.M., Avdeeva Yu.M., *Vestnik KrasGAU*, 2016, №6(117), pp. 14-20.
18. Ganicheva L.Z., *Inzhenernyi vestnik Dona*, 2013, №2. (25), p. 126.
19. Lysochenko A.A., *Regional'naja jekonomika i upravlenie: jelektronnyj nauchnyj zhurnal*, 2019, №3(59), pp. 13-15.
20. Bokii G.V., *Dostizheniya nauki i obrazovaniya*, 2017, №7(20), pp. 13-16.
21. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiiskoi Federatsii. Izdanie XIV. Tom 4. – M.: FEMB, 2018. – 1883 s.*