DOI: 10.33380/2305-2066-2019-8-1-73-77
УДК 574.24:615.322

КОНТРОЛЬ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ КОРНЕЙ ЛОПУХА ОБЫКНОВЕННОГО

Н. А. Дьякова^{1*}, А. И. Сливкин¹, С. П. Гапонов¹

¹ – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» (ВГУ), 394018, Россия, Воронеж, Университетская площадь, 1

*Контактное лицо: Дьякова Нина. E-mail: office@main.vsu.ru

Статья получена: 15.11.2018. Статья принята к печати: 00.01.2019

Резюме

Введение. Радионуклиды в настоящее время признаны одними из самых опасных загрязнителей окружающей среды в силу их активной миграции по биологическим цепям и влияния на метаболизм живых организмов.

Цель. Изучение накопления радионуклидов и полисахаридов в корнях лопуха большого, собранного на территории Воронежской области в районах, испытывающих на себе различное антропогенное воздействие, а также исследование взаимосвязи между накоплением данных групп веществ.

Материалы и методы. На территории Воронежской области на основе картографического обзора были выбраны 36 точек отбора образцов лекарственного растительного сырья. Объектом исследования стали корни лопуха обыкновенного, как многолетнего повсеместно произрастающего сырья. В отобранных образцах определяли основные искусственные (стронций-90, цезий-137) и часто встречаемые в природе естественные радионуклиды (калий-40, торий-232, радий-226), а также концентрацию суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу и суммы гравиметрически определяемых полисахаридов.

Результаты и обсуждение. Все образцы удовлетворяют требованиям фармакопейной статьи по содержанию искусственных радионуклидов. Содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу, определяемых спектрофотометрическим методом, в изучаемых образцах корней лопуха обыкновенного сильно варьировало в зависимости от места сбора сырья. Так, в заповедных районах содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу в среднем на 30–45% превышало содержание данных биологически активных веществ в образцах в образцах из экологически неблагополучных районов. При этом все отобранные образцы корней лопуха обыкновенного также соответствуют требованиям фармакопеи по содержанию суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу. Содержание полисахаридов, близкое к нижнему значению нормы, наблюдалось у образца, собранного в Поворино, для остальных образцов содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу значительно превышает установленный нормативной документацией числовой показатель. Содержание водорастворимых полисахаридов, определяемых методом гравиметрии, в корнях лопуха обыкновенного варьирует в диапазоне от 21,17 до 37,82%. Заметного влияния на накопление этой группы соединений антропогенное влияние не оказывает: образцы, собранные в экологически неблагоприятных зонах, мало отличаются по количественному содержанию водорастворимых полисахаридов от образцов из заповедных зон.

Заключение. Вычисленные значения коэффициентов корреляции между содержанием радионуклидов и основных групп биологически активных веществ в корнях лопуха обыкновенного показали, что накапливаемые корнями лопуха обыкновенного радионуклиды, вероятно, в силу своего незначительного содержания, не оказывают влияния на содержание в лекарственном растительном сырье биологически активных веществ.

Ключевые слова: Воронежская область, лопух обыкновенный, радионуклиды, стронций-90, цезий-137, торий-232, калий-40, радий-226, полисахариды.

Конфликт интересов: конфликта интересов нет.

Для цитирования: Дьякова Н. А., Сливкин А. И., Гапонов С. П. Контроль радиационной безопасности и качества лекарственного растительного сырья воронежской области на примере корней лопуха обыкновенного. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2019; 8(1): 73–77.

CONTROL OF RADIOACTIVE SAFETY AND QUALITY OF MEDICINAL VEGETABLE RAW MATERIALS OF THE GREATER BURDOCK (*ARCTIUM LAPPA* L.) ROOTS IN VORONEZH REGION

N. A. Dyakova^{1*}, A. I. Slivkin¹, S. P. Gaponov¹

¹ – Voronezh State University, 1, Universitetskaya sq., Voronezh, 394006, Russia

*Corresponding author: Nina A. Dyakova. E-mail: office@main.vsu.ru

Received: 15.11.2018. Accepted: 00.01.2019

Abstract

Introduction. Radionuclides are recognized as one of the most dangerous pollutants of a surrounding medium in forces of their fissile migration on biological chains and influences on metabolism of alive organisms now.

Aim. Studying of accumulation of radionuclides and polysaccharides in roots of a burdock big, collected in the territory of the Voronezh region in the areas which are influenced various anthropogenic influence and also an interrelation research between accumulation of these groups of substances.

Materials and methods. The raw material was collected in the territory of Voronezh Region in the areas with different anthropogenic impact. Based on cartography the 36 points of the medicinal vegetable raw material samples collection were chosen in Voronezh Region. The subject matter was the roots of the Greater Burdocks as a wide spread perennial plant. The main artificial (Sr-90 and Cs-137) and natural (K-40, Th-232 and Ra-226) radionuclides as well as a concentration of the total amount of polysaccharides in terms of fructose and the total amount of gravimetrically determined polysaccharides were defined in the samples.

Results and discussion. All the samples met the requirements of the pharmacopoeial article of the artificial radionuclides content. A content of the total amount of polysaccharides in terms of fructose determined by spectrophotometry significantly varied in the root samples depends on their collection point. Thus, in protected reserved areas a content of the total amount of polysaccharides in term of fructose was 30–45 % high than in the samples from ecologically unfavourable areas. However all the samples also met the requirements of the pharmacopoeial article of the total amount of polysaccharides in terms of fructose. A content of the polysaccharides close to the lower norm was found out in a sample collected in Povorino, while a content of the polysaccharides in terms of fructose significantly exceeded the normative standard in the rest of the samples. A content of gravimetrically determined water-soluble polysaccharides in the roots varied from 21,17 to 37,82 %. No noticeable anthropogenic effect on the accumulation of these substances was found. The samples from ecologically unfavourable and protected areas were little different from each other in a quantitative content of water-soluble polysaccharides.

Conclusion. The correlation coefficients between the content of radionuclides and major groups of bioactive substances in the roots indicated that the radionuclides accumulated in the greater burdock roots in a minor amounts and they did not affect the content of bioactive substances in plant raw material.

Keywords: Voronezh Region, Greater Burdock, radionuclide, Sr-90, Cs-137, Th-232, K-40, Ra-226, polysaccharides.

Conflict of interest: no conflict of interest.

For citation: Dyakova N. A., Slivkin A. I., Gaponov S. P. Control of radioactive safety and quality of medicinal vegetable raw materials of the greater burdock (*Arctium lappa* L.) roots in voronezh region. *Drug development & registration*. 2019; 8(1): 73–77.

ВВЕДЕНИЕ

Центральное Черноземье традиционно является важнейшим районом растениеводства и заготовки лекарственного растительного сырья. Освоение минеральных ресурсов, активная химизация в сельском хозяйстве, последствия Чернобыльской аварии актуализировали вопрос снабжения фармацевтической и пищевой промышленности безопасным и эффективным растительным сырьем. Некачественное растительное сырье и получаемые из него продукты являются важными источниками поступления различных экотоксикантов, в частности радионуклидов, в организм человека [1–4]. Обостряет данную проблему и тот факт, что радионуклиды активно накапливаются в живых организмах и способны к миграции по трофическим цепям [5, 6]. Кроме того, данные поллютанты оказывают значительное влияние на метаболизм самого растительного организма, снижая продукцию биологически активных веществ [7, 8].

Целью данного исследования являлось изучение накопления естественных и искусственных радионуклидов, а также биологически активных веществ в корнях лопуха большого, собранного на территории Воронежской области в районах, испытывающих на себе различное антропогенное воздействие, а также исследование взаимосвязи между накоплением данных групп веществ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор сырья проводился по всей территории области (рисунок 1, таблица 1). Объектом исследования были выбраны корни лопуха обыкновенного (*Arctium lappa* L.). Лопух обыкновенный является крупным многолетним синантропным растением, произрастающим

в Воронежской области повсеместно. Основная группа биологически активных веществ в корнях лопуха обыкновенного – полисахариды, которые обладают сахароснижающим, иммуностимулирующим, пребиотическим, сорбирующим, диуретическим, противоопухолевым действием [9].

Таблица 1. Средние значения содержания радионуклидов и ВРПС в изучаемых образцах

Table 1. Average values of radionuclides and VRPS in the studied samples

№ п/п	Район сбора	Активность радионуклидов, Бк/кг					Содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу, %	Содержание ВРПС, %
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
1	Воронежский биосферный заповедник	10,4	57,1	12,1	308	9,4	15,75	37,82
2	Хоперский заповедник	11,2	28,1	11,3	461	9,6	14,72	34,58
3	Борисоглебский район	11,6	27,3	14,6	418	7,2	15,29	38,94
4	с. Елань-Колено	10,8	29,4	18,4	451	11,4	13,53	31,85
5	Нижнедевицкий район	16,7	57,3	14,3	428	18,0	13,59	28,60
6	Острогожский район	13,9	53,2	20,1	590	19,4	11,54	34,64
7	Семилукский район	15,2	59,8	19,4	510	20,1	12,84	24,19
8	г. Нововоронеж	9,0	60,1	20,3	483	18,7	12,08	27,54
9	Воронеж-Нововоронеж (высоковольтные линии электропередач)	12,9	58,6	17,4	498	20,3	10,24	21,17
10	Лискинский район	8,2	51,0	12,1	356	15,6	12,29	25,82
11	Ольховатский район	13,1	42,9	24,3	474	18,9	11,03	32,75
12	Подгоренский район	14,6	43,7	22,1	614	20,0	10,25	35,18
13	Петропавловский район	10,0	29,6	19,6	553	16,1	14,56	30,63
14	Грибановский район	11,2	27,8	16,4	493	19,8	10,67	22,53
15	Хохольский район	15,7	57,3	23,1	550	19,6	11,80	31,85
16	Новохоперский район	13,1	29,2	18,3	510	20,4	12,89	26,80
17	Репьевский район	15,2	57,3	14,8	497	15,9	10,57	23,74

Рисунок 1. Карта отбора образцов корней лопуха большого (обозначения расшифрованы в таблице 1)

Figure 1. Sampling map of burdock root (denoted in Table 1)

№ п/п	Район сбора	Активность радионуклидов, Бк/кг					Содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу, %	Содержание ВРПС, %
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226		
18	Воробьевский район	11,0	27,1	19,3	450	17,3	14,05	35,44
19	Панинский район	13,9	46,8	16,4	518	18,6	13,67	36,73
20	Верхнехавский район	15,7	54,3	21,1	511	18,9	9,46	25,85
21	Эртильский район	16,3	37,1	21,4	484	19,4	13,27	22,05
22	Россошанский район	13,1	46,2	19,1	563	17,2	10,31	25,10
23	Вблизи ОАО «Минудоб-рения»	13,9	41,7	21,6	541	17,0	9,57	24,08
24	п.г.т. Поворино	10,1	28,3	15,3	434	19,4	8,46	25,98
25	г. Борисоглебск	9,6	29,9	16,1	453	15,4	13,93	30,17
26	г. Калач	12,1	30,7	18,8	571	17,6	14,42	34,26
27	Вблизи тепло-электроцентра-ли «ВОГРЭС»	12,8	75,8	32,3	918	21,8	12,74	23,85
28	Вблизи пред-приятия по производству синтетического каучука ООО «Сибур»	14,3	70,1	29,4	943	20,6	10,64	23,13
29	Вдоль водохранилища	13,6	73,2	22,2	913	20,1	14,64	32,61
30	Вблизи аэропорта	10,8	46,7	20,4	411	15,9	9,35	27,53
31	Улица города	15,6	68,8	27,4	891	20,5	11,16	26,42
32	Вдоль трассы М4 (Рамонский район)	13,3	54,7	15,6	421	14,7	12,04	25,64
33	Вдоль трассы А144 (Анна)	10,9	58,3	16,9	461	9,8	10,86	26,19
34	Вдоль трассы М4 (Павловск)	10,2	49,6	14,0	411	14,5	12,75	33,92
35	Вдоль нескоростной автомобильной дороги	10,3	26,1	19,3	472	18,6	14,04	29,40
36	Вдоль железной дороги	13,8	36,6	17,2	389	15,7	10,21	33,06
Среднее для Воронежской области		12,6	46,4	19,0	526	17,0	12,20	29,17
ПДК [10,11]		200	400	–	–	–	Не менее 8	–

Определяли основные искусственные (стронций-90, цезий-137) и часто встречаемые в природе естественные радионуклиды (калий-40, торий-232, радий-226) на спектрометре-радиометре МКГБ-01 «РАДЭК» (ООО «НТЦ «РАДЭК», Россия) [10]. Взвешивание осуществляли на аналитических весах «A&D GH-202» (AND, Япония). Содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу определяли по методике ФС.2.5.0025.15 с применением спектрофотометра «HitachiU-1900» (Hitachi, Япония) [11]. Также для сравнения изучали содержание гравиметрически определяемых водорастворимых полисахаридов (ВРПС) по экспрессной методике с применением ультразвуковой ванны Град 40-35 (Град-Технолоджи, Россия) [12, 13]. Каждое определение проводили трижды. Данные, полученные в ходе исследований, статистически обрабатывали с помощью пакета программ «Microsoft Excel» с использованием t-критерия Стьюдента при доверительной вероятности 0,95.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований корней лопуха обыкновенного на содержание радионуклидов и полисахаридов приведены в таблице 1.

Результаты исследования отобранного сырья показали, что все образцы удовлетворяют требованиям фармакопейной статьи по содержанию искусственных радионуклидов [10]. Содержание естественных радионуклидов в лекарственном растительном сырье в настоящее время не нормируется.

Содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу в изучаемых образцах корней лопуха обыкновенного сильно варьировало в зависимости от места сбора сырья. Так, в экологически чистых заповедных районах содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу в среднем на 30–45% превышало содержание данных биологически активных веществ в образцах из экологически неблагополучных районов (вблизи автомобильных и железных дорог, вблизи промышленных предприятий и крупных городов). При этом все отобранные образцы корней лопуха обыкновенного также соответствуют требованиям фармакопеи [11] по содержанию суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу. К нижнему значению нормы приблизился лишь один образец, собранный в п.г.т. Поворино, для остальных образцов содержание суммы полисахаридов в пересчете на фруктозу значительно превышает установленный нормативной документацией числовой показатель.

Содержание ВРПС в корнях лопуха обыкновенного варьирует в диапазоне от 21,17 до 37,82%. Таким образом, заметного влияния на накопление этой группы соединений антропогенное влияние не оказывает: образцы, собранные в экологически неблагоприятных

зонах, мало отличаются по количественному содержанию ВРПС от образцов из заповедных зон.

Для детального анализа влияния содержания в растениях радионуклидов на накопление полисахаридов были рассчитаны коэффициенты корреляции (таблица 2) [7, 14].

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между содержанием радионуклидов и полисахаридов в корнях лопуха обыкновенного

Table 2. Correlation coefficients between the content of radionuclides and polysaccharides in burdock roots

Определяемая группа БАВ	Коэффициенты корреляции				
	Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
Сумма полисахаридов в пересчете на фруктозу	-0,24	-0,20	-0,26	-0,07	-0,38
Водорастворимые полисахариды	-0,21	-0,30	-0,28	-0,22	-0,45

Полученные значения коэффициентов корреляции между содержанием радионуклидов и основных групп биологически активных веществ в корнях лопуха обыкновенного показали, что накапливаемые корнями лопуха обыкновенного радионуклиды, вероятно, в силу своего незначительного содержания, не оказывают значительного влияния на содержание в них биологически активных веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования отобранных корней лопуха показали, что все образцы соответствуют требованиям государственной фармакопеи. Коэффициенты корреляции между содержанием радионуклидов и полисахаридов в корнях лопуха обыкновенного показали, что накапливаемые корнями лопуха обыкновенного радионуклиды, вероятно, в силу своего незначительного содержания, не оказывают заметного влияния на содержание в них биологически активных веществ. Дальнейшие исследования нами решено было направить на выявление воздействия искусственных и природных радионуклидов на накопление в разных видах лекарственного растительного сырья флавоноидов, кумаринов и эфирных масел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Великанова Н. А. Экологическая оценка состояния лекарственного растительного сырья (на примере *Polygonum aviculare* L. и *Plantago major* L.) в урбоусловиях города Воронежа и его окрестностей: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, Изд-во: ВГУ. 2013: 21 с.
2. Гапонов С. П., Дьякова Н. А., Сливкин А. И. Изучение особенностей накопления радионуклидов травой полыни горькой. Пути и формы совершенствования фармацевтического образования.

Создание новых физиологически активных веществ: Сб. науч. тр. Воронеж. 2016; 232–236.

3. Гапонов С. П., Дьякова Н. А., Сливкин А. И. Особенности накопления искусственных и природных радионуклидов травой тысячелистника обыкновенного. Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ: Сб. науч. тр. Воронеж, ИПЦ ВГУ. 2016: 236–239.
4. Терешкина О. И., Рудакова И. П., Самылина И. А. Оценка риска радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья. Фармация. 2011; 7: 3–6.
5. Сливкин А. И., Гапонов С. П., Великанова Н. А. Изучение особенностей накопления радионуклидов из почв лекарственными растениями *Polygonum aviculare* и *Plantago major*, произрастающими в городе Воронеже и его окрестностях. Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ: Сб. науч. тр. Воронеж. 2013; 510–513.
6. Сливкин А. И., Гапонов С. П., Великанова Н. А. Изучение радиационной безопасности лекарственного растительного сырья в городе Воронеже и его окрестностях на примере травы горца птичьего и листьев подорожника большого. Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ: Сб. науч. тр. Воронеж. 2013; 513–515.
7. Дьякова Н. А. Эффективность и радиационная безопасность лекарственного растительного сырья подорожника большого, собранного в Центральном Черноземье. Разработка и регистрация лекарственных средств. 2018; 3 (24): 144–147.
8. Дьякова Н. А., Сливкин А. И., Гапонов С. П. Изучение радионуклидного загрязнения лекарственного сырья Воронежской области на примере листьев подорожника большого и листьев крапивы двудомной. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2017; 2: 118–123.
9. Дьякова Н. А., Сливкин А. И., Гапонов С. П., Самылина И. А. Оценка радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья Воронежской области на примере корней лопуха обыкновенного. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2016; 3: 110–115.
10. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIII изд. Т. 1. / МЗ РФ. М., 2015; 1470 с.
11. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIII изд. Т. 2. / МЗ РФ. М., 2015; 1003 с.
12. Дьякова Н. А., Самылина И. А., Сливкин А. И., Гапонов С. П., Мындра А. А. Разработка и валидация экспрессной методики количественного определения водорастворимых полисахаридов в корнях лопуха обыкновенного (*Arctium lappa* L.). Химико-фармацевтический журнал. 2015; 49(9): 35–38.
13. Дьякова Н. А., Сливкин А. И., Гапонов С. П., Михайловская И. Ю. Изучение динамики изменения содержания инулина в корнях лопуха большого (*Arctium lappa* L.) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Webb.) в процессе вегетации. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2016; 4: 133–136.
14. Великанова Н. А., Гапонов С. П., Сливкин А. И. Экооценка лекарственного растительного сырья в урбоусловиях г. Воронежа. LAMBERT Academic Publishing. 2013; 211 с.

REFERENCES

1. Velikanova N.A. Ecological assessment of the state of medicinal plant materials (using the example of *Polygonum aviculare* L. and *Plantago major* L.) in the urban environment of Voronezh and its surroundings: author. dis. ... Cand. biol. sciences. Voronezh Publishing house: VSU. 2013: 21 p. (In Russ.).

2. Gaponov S. P., D'yakova N. A., Slivkin A. I. The study of the characteristics of the accumulation of radionuclides by grass wormwood. Ways and forms of improving pharmaceutical education. *The creation of new physiologically active substances: Sat. scientific tr. Voronezh*. 2016; 232–236 (In Russ.).
3. Gaponov S. P., D'yakova N. A., Slivkin A. I. Peculiarities of accumulation of artificial and natural radionuclides by yarrow grass. Ways and forms of improving pharmaceutical education. *The creation of new physiologically active substances: Sat. scientific tr. Voronezh, CPI VSU*. 2016; 236–239 (In Russ.).
4. Tereshkina O. I., Rudakova I. P., Samylina I. A. Risk assessment of radionuclide contamination of medicinal plant materials. *Pharmacy*. 2011; 7: 3–6 (In Russ.).
5. Slivkin A. I., Gaponov S. P., Velikanova N. A. The study of the features of the accumulation of radionuclides from the soil medicinal plants *Polygonum aviculare* and *Plantago major*, growing in the city of Voronezh and its surroundings. Ways and forms of improving pharmaceutical education. *The creation of new physiologically active substances: Sat. scientific tr. Voronezh*. 2013; 510–513 (In Russ.).
6. Slivkin A. I., Gaponov S. P., Velikanova N. A. The study of the radiation safety of medicinal plants in the city of Voronezh and its surroundings on the example of highlander grass and plantain leaves. Ways and forms of improving pharmaceutical education. *The creation of new physiologically active substances: Sat. scientific tr. Voronezh*. 2013; 513–515 (In Russ.).
7. D'yakova N. A. Efficiency and radiation safety of medicinal plant material of the plantain large, collected in the Central Black Earth Region. *Drug development & registration*. 2018; 3 (24): 144–147 (In Russ.).
8. D'yakova N. A., Slivkin A. I., Gaponov S. P. The study of radionuclide contamination of medicinal raw materials of the Voronezh region on the example of the leaves of the large plantain and nettle leaves. *Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2017; 2: 118–123 (In Russ.).
9. D'yakova N. A., Slivkin A. I., Gaponov S. P., Samylina I. A. Assessment of radionuclide contamination of medicinal plant materials of the Voronezh region on the example of burdock root. *Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2016; 3: 110–115 (In Russ.).
10. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIII ed. T. 1. / MZ RF. M., 2015; 1470 p. (In Russ.).
11. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIII ed. T. 2. / MZ RF. M., 2015; 1003 p. (In Russ.).
12. D'yakova N. A., Samylina I. A., Slivkin A. I., Gaponov S. P., Myndra A. A. Development and validation of rapid methods for the quantitative determination of water-soluble polysaccharides in burdock roots (*Arctium lappa* L.). *Chemical Pharmaceutical Journal*. 2015; 49 (9): 35–38 (In Russ.).
13. D'yakova N. A., Slivkin A. I., Gaponov S. P., Mihajlovskaya I. Yu. The study of the dynamics of changes in the content of inulin in the roots of burdock (*Arctium lappa* L.) and dandelion (*Taraxacum officinale* Webb.) During the growing season. *Bulletin of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2016; 4: 133–136 (In Russ.).
14. Velikanova N. A., Gaponov S. P., Slivkin A. I. Eco-assessment of medicinal plants in the urban environment of Voronezh. *LAMBERT Academic Publishing*. 2013; 211 p. (In Russ.).