

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

УДК 615.322:574.2

3.4.2 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2023.1.23 EDN: SODSXD

**ИЗУЧЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ
ЛЕКАРСТВЕННЫМ РАСТИТЕЛЬНЫМ СЫРЬЕМ НА ПРИМЕРЕ ТРАВЫ ПУСТЫРНИКА
ПЯТИЛОПАСТНОГО**

© Дьякова Н.А.

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

Цель – изучение накопления наиболее значимых искусственных и естественных радионуклидов в лекарственном растительном сырье на примере травы пустырника пятилопастного.

Методика. На основе травы пустырника пятилопастного, заготовленной с 36 точек Воронежской области, проведены исследования по накоплению растительными объектами из почв наиболее значимых искусственных и естественных радионуклидов. Анализ образцов почв и травы пустырника пятилопастного проводили на гамма-бета-альфа-спектрометре–радиометре МКГБ-01 «РАДЭЖ» с определением удельной активности основных (долгоживущих) искусственных радионуклидов (стронция-90, цезия-137) и часто встречающихся в природе естественных радионуклидов (калия-40, тория-232, радия-226).

Результаты. Установлено, что вся изученная трава пустырника пятилопастного, заготовленная в естественных и искусственных фитоценозах Воронежской области, соответствует существующим требованиям радиационной безопасности. Полученные результаты определения удельной активности природных и естественных радионуклидов в данном лекарственном растительном сырье отвечают закону непрерывного равномерного распределения. Детальный анализ корреляционной зависимости удельной активности искусственных и естественных радионуклидов в почве и траве пустырника пятилопастного показал наличие тесной взаимосвязи между данными числовыми показателями, что подтверждает преимущественное транспочвенное радионуклидное загрязнение изучаемого лекарственного растительного сырья.

Заключение. Выявлено, что при увеличении удельной активности стронция-90, цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 в почве возрастала их удельная активность в траве пустырника пятилопастного. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями с максимальным коэффициентом достоверности аппроксимации.

Ключевые слова: пустырник пятилопастной, Воронежская область, стронций-90, цезий-137, торий-232, калий-40, радий-226

**STUDY OF ACCUMULATION OF NATURAL AND ARTIFICIAL RADIONUCLIDES
BY MEDICINAL PLANT RAW MATERIALS ON THE EXAMPLE OF FIVE-BLADED DUMMY GRASS
Dyakova N.A.***Voronezh State University, 1, University Square, 394006, Voronezh, Russia**Abstract*

Objective. The aim of the study is to study the accumulation of the most significant artificial and natural radionuclides in medicinal plant raw materials the example of five-bladed dummy grass.

Methods. On the basis of 10 plant objects used for the preparation of medicinal raw materials, selected from 36 points of the Voronezh region, studies were carried out on the content and storage capacity of plant objects from strontium-90, cesium-137, thorium-232, potassium-40, radium-226 soils.

Results. Based on the grass of five-bladed dummy, harvested from 36 points of the Voronezh region, studies were carried out on the accumulation of the most significant artificial and natural radionuclides by plant objects from soils. Analysis of soil and grass samples of five-lobed motherwort was carried out on the gamma-beta-alpha-spectrometer-radiometer of the RADEK MKGB-01 with determination of the specific activity of basic (long-lived) artificial radionuclides (strontium-90, cesium-137) and natural radionuclides (potassium-40, thorium-232, radium-226), which are often found in nature.

Conclusion. It was revealed that with an increase in the specific activity of strontium-90, cesium-137, thorium-232, potassium-40, radium-226 in the soil, their specific activity in the of five-bladed dummy grass. The transition patterns are described by mathematical dependencies with the maximum approximation validity factor.

Keywords: *Leonurus quinquelobatus*, Voronezh region, strontium-90, cesium-137, thorium-232, potassium-40, radium-226

Введение

Лекарственные растительные препараты на отечественном фармацевтическом рынке всегда пользовались значительным спросом, что объясняется их хорошим терапевтическим эффектом и относительной безвредностью. На 2022 год насчитывалось более 2,1 тысяч лекарственных растительных препаратов, и почти 8 тысяч биологически активных добавок на основе лекарственного растительного сырья [3]. При этом, большая доля заготовок лекарственного растительного сырья приходится на европейскую часть Российской Федерации, характеризующуюся значительной плотностью населения, высокой активностью хозяйственной деятельности, динамичным развитием транспортных магистралей [2, 8]. В связи с этим увеличивается угроза сбора растительного сырья в экологически неблагоприятных районах, и возрастает актуальность выявления влияния антропогенного загрязнения на химический состав растений [5]. Мониторинговые исследования территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции, и сегодня не потеряли своей актуальности в связи с длительным периодом полураспада радионуклидов, попавших в атмосферные осадки в 1986 году и разнесенных на значительное удаление от места трагедии [10, 11].

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 [4, 6]. Некачественное растительное сырье и получаемые из него продукты являются важными источниками поступления различных экотоксикантов, в частности, радионуклидов, в организм человека [9, 12]. Известно, что источником поступления в окружающую среду искусственных радионуклидов являются, как правило, атомные электростанции, хранилища радиоактивных отходов, а также предприятия по их переработке, так как, преимущественно все они являются продуктом распада урановых ядер. Естественные радионуклиды присутствуют в том или ином количестве во всех объектах природы, не связаны с деятельностью человека и техногенными катастрофами и распределены на планете относительно равномерно [13, 14].

Пустырник пятилопастной (*Leonurus quinquelobatus* L.) - многолетнее травянистое растение высотой от 30 до 100 см со слабым запахом и горьковатым вкусом. Пустырник пятилопастной используется в ряде лекарственных препаратов и более чем 40 БАДов, в виде растительного сырья, настойки, жидкого экстракта, сухого экстракта. Препараты пустырника пятилопастного оказывают успокоительное, снотворное действие, корректируют функциональные расстройства центральной и вегетативной нервной системы, регулируют сердечный ритм, проявляют кардиотоническое, гипотензивное, спазмолитическое, диуретическое, общеукрепляющее действие. Пустырник пятилопастной представляет собой рудеральный синантропный евро-азиатский вид, сырье которого заготавливается в дикорастущих особей. Повсеместно встречается во всех регионах средней полосы России. Обладает устойчивостью к облучению. Дает потомство с

высокой выживаемостью и малой долей аномалий при дефиците влаги, повышенной температуре, высоком радиоактивном фоне [1, 7].

Цель исследования – изучение накопления наиболее значимых искусственных и естественных радионуклидов в лекарственном растительном сырье Воронежской области на примере травы пустырника пятилопастного.

Методика

Выбор территорий для заготовки травы пустырника пятилопастного объясняется особенностями антропогенного воздействия (рис. 1, табл. 1) заповедная зона (контроль): Воронежский биосферный заповедник (1); Хоперский заповедник (Новохоперский район); (2), Хоперский заповедник (Борисоглебский район) (3); территория разработки медно-никелевых месторождений (4); зоны, подвергшиеся радионуклидному загрязнению после аварии на Чернобыльской АЭС (Нижедевицкий (5), Острогжский (6), Семилукский (7) районы); Нововоронежская атомная электростанция (АЭС) (8); высоковольтные линии электропередач (ВЛЭ) (9); зоны с активной сельскохозяйственной деятельностью (Лискинский (10), Ольховатский (11), Подгоренский (12), Петропавловский (13), Грибановский (14), Хохольский (15), Новохоперский (16), Репьевский (17), Воробьевский (18), Панинский (19), Эртильский (20), Верхнехавский (21), Россошанский (22) районы); химические предприятия ОАО «Минудобрения» (23), ООО «Бормаш» (24); города с развитой легкой промышленностью (Борисоглебск (25), Калач (26)); теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) (27); предприятие по выпуску синтетического каучука ООО «Сибур» (28); Воронежское водохранилище (29); аэропорт (30); улица Воронежа (31); территории вдоль дорог разной степени загруженности – трасса М4 «Дон» (32, 34), трасса А144 (33), нескоростная автомобильная дорога (35) и железная дорога (36) [4].

Траву пустырника пятилопастного заготавливали в соответствии с требованиями ФС.2.5.0034.15 «Пустырника трава», в конце июня-начале июля, в фазу начала цветения от дикорастущих растений, в сухую погоду, срезая их ножницами, секатором или ножом верхушки стеблей и ветвей длиной до 40 см. Сушили растительное сырье естественным теневым способом при хорошей вентиляции. Также с исследуемых территорий отбирали пробы верхних слоев почв (глубиной 0-10 см) [1, 4].



Рис. 1. Карта отбора образцов почв и ЛРС (обозначения расшифрованы в тексте)

Анализ образцов почв и травы пустырника пятилопастного проводили на гамма-бета-альфа-спектрометре–радиометре МКГБ-01 «РАДЭК» с программным обеспечением «ASW». Определяли удельную активность основных (долгоживущих) искусственных радионуклидов (стронция-90,

цезия-137) и часто встречающихся в природе естественных радионуклидов (калия-40, тория-232, радия-226) [1, 4].

Результаты исследования и их обсуждение

Определяемые показатели активности естественных и искусственных радионуклидов в траве пастыряника пятилопастного приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты определений удельной активности радионуклидов в образцах травы пастыряника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.)

№	Территория заготовки образцов	Удельная активность, Бк/кг					Сумма показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и его погрешности определения
		Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226	
1.	Воронежский заповедник	4,1±0,9	96,7±13,7	8,2±4,1	615±57	3,2±1,3	0,26
2.	Хоперский заповедник	3,2±1,8	43,3±21,8	8,4±3,2	813±89	3,1±0,7	0,12
3.	Теллермановский лес	3,3±0,6	37,8±11,9	6,3±1,5	814±68	2,8±0,9	0,11
4.	Село Елань-Колено	3,0±1,5	42,5±14,0	7,5±1,6	893±85	4,0±1,0	0,12
5.	Село Нижнедевицк	4,1±1,1	86,7±10,5	7,2±2,5	898±90	5,2±2,1	0,24
6.	Улица г. Острогжск	3,6±1,0	78,3±7,0	8,3±4,3	893±97	5,9±2,6	0,21
7.	Улица г. Семилуки	5,5±0,8	95,2±8,9	7,0±3,0	936±103	6,7±1,3	0,27
8.	Улица г. Нововоронеж	3,0±1,4	98,9±16,8	8,7±2,8	908±105	6,2±1,9	0,26
9.	Высоковольтн. линии эл.передач	4,6±0,9	101,3±13,4	7,2±1,9	838±76	5,6±0,9	0,28
10.	Агробиоценоз Лискинского р-на	3,1±1,3	102,7±21,7	6,9±2,4	715±58	4,3±1,5	0,27
11.	Агробиоценоз Ольховатского р-на	3,5±1,0	81,1±14,9	9,3±3,5	918±92	4,4±1,0	0,22
12.	Агробиоценоз Подгоренского р-на	3,7±1,9	80,1±12,8	9,7±4,1	983±76	4,2±2,1	0,22
13.	Агробиоценоз Петропавловского р-на	4,0±2,3	57,4±7,9	7,5±2,8	1015±108	5,4±1,9	0,16
14.	Агробиоценоз Грибановского р-на	4,2±1,8	43,2±19,0	7,8±3,0	898±78	5,0±0,8	0,13
15.	Агробиоценоз Хохольского р-на	3,9±1,2	105,7±20,6	8,2±4,4	1112±114	5,2±1,6	0,28
16.	Агробиоценоз Новохоперского р-на	3,3±0,9	57,2±12,5	7,3±3,9	814±79	5,7±2,0	0,16
17.	Агробиоценоз Репьевского р-на	4,5±1,3	89,5±9,7	7,4±3,8	961±89	4,2±0,9	0,25
18.	Агробиоценоз Воробьевского р-на	2,9±1,4	43,8±17,5	6,7±4,0	905±92	4,4±1,8	0,12
19.	Агробиоценоз Панинского р-на	3,7±1,8	87,4±17,4	7,5±4,5	941±87	5,3±1,4	0,24
20.	Агробиоценоз Верхнехавского р-на	3,9±0,9	97,3±12,8	6,7±3,2	950±86	5,0±2,0	0,26
21.	Агробиоценоз Эртильского р-на	4,3±1,3	65,1±7,8	5,9±0,9	883±90	5,2±0,7	0,18
22.	Агробиоценоз Россошанского р-на	4,0±1,0	83,5±12,9	6,8±1,3	1180±100	4,7±1,8	0,23
23.	Вблизи ОАО «Минудобрения»	4,1±2,0	47,2±21,9	8,3±2,4	1115±109	4,9±1,7	0,14
24.	Вблизи ООО «Бормаш»	3,2±1,7	45,3±20,1	6,7±3,0	715±85	4,7±2,3	0,13
25.	Улица г. Борисоглебск	3,2±1,4	42,3±19,6	6,2±2,7	821±89	4,3±1,9	0,12
26.	Улица г. Калач	4,1±1,7	50,1±8,8	7,9±3,7	979±99	3,7±0,7	0,15
27.	Вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС»	4,2±1,4	116,8±13,0	10,4±3,8	1341±106	7,4±1,8	0,31
28.	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук»	3,7±1,9	126,5±16,3	12,1±4,7	1258±115	7,6±1,5	0,33
29.	Вблизи Воронежского водохранилища	3,8±2,0	120,1±21,4	9,3±3,7	1197±108	7,0±0,9	0,32
30.	Вблизи аэропорта	3,5±0,9	87,3±14,2	5,4±2,2	706±87	5,3±1,2	0,24
31.	Улица г. Воронеж	7,6±1,2	134,1±22,9	12,9±3,0	1214±107	7,2±1,9	0,37
32.	Автоматрираль М4 в Рамонском р-не	4,3±0,7	87,9±8,0	6,1±4,1	696±78	3,8±2,3	0,24
33.	Автоматрираль А144	3,0±1,3	106,7±12,2	7,8±5,2	893±95	2,9±0,8	0,28
34.	Автоматрираль М4 в Павловском р-не	3,0±0,8	80,9±12,9	5,5±0,8	718±89	4,3±1,6	0,22
35.	Дорога обычного типа	3,4±1,5	50,3±16,3	6,3±1,8	810±84	4,9±1,3	0,14
36.	Железнодорожные пути	4,1±1,3	65,9±15,4	6,7±2,2	732±93	4,7±1,8	0,19
	Допустимая удельная активность	200	400	-	-	-	<1

Удельная активность стронция-90 в траве пустырника пятилопастного характеризуется значениями от 2,9 Бк/кг до 7,6 Бк/кг (при среднем значении 3,9 Бк/кг), что в десятки раз меньше предела допустимого содержания радионуклидов в лекарственном растительном сырье, установленном фармакопейной статьей в 200 Бк/кг.

Удельная активность цезия-137 в траве пустырника пятилопастного, варьируя от 37,8 Бк/кг до 134,1 Бк/кг (среднее по региону значение 78,8 Бк/кг) также не превышает пределов допустимого содержания данного радионуклида в лекарственном растительном сырье, установленных фармакопейной статьей в 400 Бк/кг.

Значения суммы показателя соответствия требованиям радиационной безопасности и погрешности его определения для всех изученных образцов, рассчитанные по основе значений удельной активности искусственных радионуклидов, позволили считать заготовленные на территории Воронежской области траву пустырника пятилопастного соответствующей критерию радиационной безопасности (первая группа): данный показатель принимал числовые значения от 0,11 до 0,37, что не превышает установленной фармакопейной статьей нормы 1,0.

Удельная активность радионуклида калия-40, определенная в траве пустырника пятилопастного, отличается чуть более высокими значениями, чем для других видов изучаемого лекарственного растительного сырья: она варьирует от 614 Бк/кг до 1341 Бк/кг при среднем значении 919 Бк/кг. Однако в силу отсутствия в настоящее время предельно допустимых норм содержания в лекарственном растительном сырье природных радионуклидов вообще, и калия-40, в частности, судить о качестве заготовленных образцов не представляется возможным. Содержание тория-232 не выделяется высокими показателями и характеризуется значениями удельной активности от 5,5 Бк/кг до 12,9 Бк/кг (в среднем для всех изученных образцов 7,7 Бк/кг). Удельная активность радия-226 варьировала от 2,8 Бк/кг до 7,6 Бк/кг (среднее для всех изученных образцов – 5,0 Бк/кг), что также является относительно невысоким уровнем накопления радиоизотопа.

Полученные результаты определения удельной активности природных и естественных радионуклидов в данном лекарственном растительном сырье отвечают закону непрерывного равномерного распределения. Несколько более высокими значениями удельных активностей и эффективной удельной активности природных радионуклидов, а также суммы показателя соответствия и погрешности его определения, отмечены в образцах, заготовленных вблизи теплоэлектростанции «ВОГРЭС», а также на улице Левобережного района города Воронежа, вдоль Воронежского водохранилища, вблизи химического предприятия ОАО «Воронежсинтезкаучук», которые расположены в ближайшей окружности от теплоэлектростанции. Причиной более высоких значений удельной активности калия-40, радия-226, тория-232, а также цезия-137 и показателя соответствия требованиям радиационной безопасности следует считать тот факт, что в качестве топлива на ТЭЦ «ВОГРЭС» более 70 лет использовали каменный уголь, который содержит в качестве естественной примеси различные радиоактивные изотопы, попадающие в окружающую среду вместе с выбросами в атмосферу. В силу близкого расположения указанных районов заготовки, радионуклиды, попадающие в выбросы ТЭЦ при сжигании каменного угля вместе с недожогом и золой могли разноситься ветром на данные территории.

Детальный анализ корреляционной зависимости удельной активности искусственных и естественных радионуклидов в почве [4] и траве пустырника пятилопастного (таблица 2) показал наличие тесной взаимосвязи между данными числовыми показателями, что подтверждает преимущественное радионуклидное загрязнение лекарственного растительного сырья через почву.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между удельными активностями радионуклидов в почве и траве пустырника пятилопастного

Радиоизотоп	Стронций-90	Цезий-137	Торий-232	Калий-40	Радий-226
Коэффициент корреляции	0,62	0,94	0,76	0,94	0,94

Данные, представленные на рисунках 1-5, показывают, что при увеличении удельной активности стронция-90, цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 в почве [4] возрастала их удельная активность в траве пустырника пятилопастного. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями с максимальным коэффициентом достоверности аппроксимации.

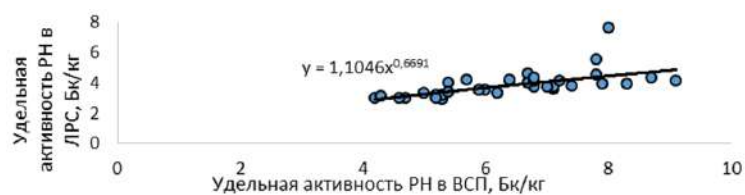


Рис. 1. Зависимость удельной активности стронция-90 в траве пустырника пятилопастного от его удельной активности в почве

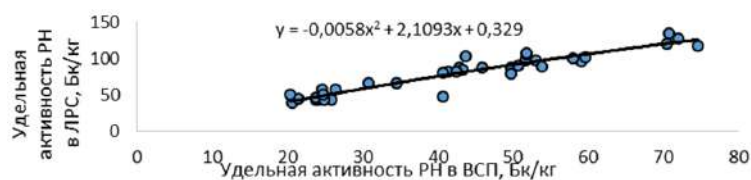


Рис. 2. Зависимость удельной активности цезия-137 в траве пустырника пятилопастного от его удельной активности в почве

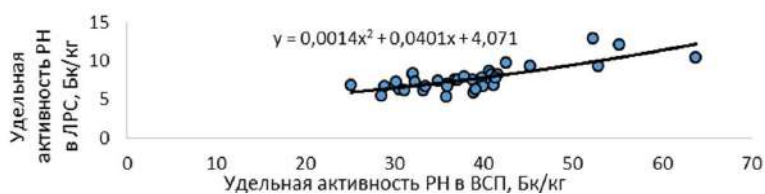


Рис. 3. Зависимость удельной активности тория-232 в траве пустырника пятилопастного от его удельной активности в почве

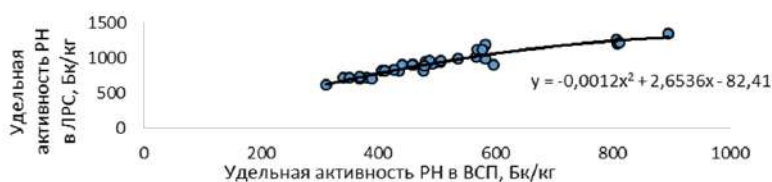


Рис. 4. Зависимость удельной активности калия-40 в траве пустырника пятилопастного от его удельной активности в почве

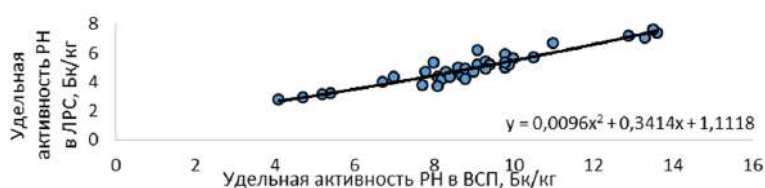


Рис. 5. Зависимость удельной активности радия-226 в траве пустырника пятилопастного от его удельной активности в почве

Заключение

Установлено, что вся изученная трава пустырника пятилопастного, заготовленная в естественных и искусственных фитоценозах Воронежской области, соответствует существующим требованиям радиационной безопасности. Полученные результаты определения удельной активности

природных и естественных радионуклидов в данном лекарственном растительном сырье отвечают закону непрерывного равномерного распределения. Детальный анализ корреляционной зависимости удельной активности искусственных и естественных радионуклидов в почве и траве пустырника пятилопастного показал наличие тесной взаимосвязи между данными числовыми показателями, что подтверждает преимущественное транспочвенное радионуклидное загрязнение изучаемого лекарственного растительного сырья. Выявлено, что при увеличении удельной активности стронция-90, цезия-137, тория-232, калия-40, радия-226 в почве возрастала их удельная активность в траве пустырника пятилопастного. Закономерности перехода описаны математическими зависимостями с максимальным коэффициентом достоверности аппроксимации.

Литература (references)

1. Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Том 2. – М.: ФЭМБ, 2018. – 1543 с. [*Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. Izdanie XIV, Tom 2. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV. Volume 4. Moscow: FEMB, 2018. – 1543 p. (in Russian)*]
2. Дьякова Н.А. Изучение минерального комплекса корней лопуха обыкновенного // Вестник Смоленской медицинской академии. – 2022. – №1. – с. 175-180. [D'yakova N.A. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Vestnik Smolenskoy Gosudarstvennoy Medicinskoj Akademii. – 2022. – N1. – P. 175-180. (in Russian)]
3. Дьякова Н.А. Изучение минерального комплекса корней одуванчика лекарственного // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2022. – Т.21, №2. – С. 171-186. [D'yakova N.A. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2022. – V.21, N2. – P. 171-176. (in Russian)]
4. Дьякова Н.А. Изучение накопления радионуклидов лекарственным растительным сырьем Центрального Черноземья. – 2022. – Т.21, №3. – С. 170-175. [D'yakova N.A. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2022. – V.21, N3. – P. 170-175. (in Russian)]
5. Дьякова Н.А. Изучение особенностей накопления флавоноидов травой горца птичьего, произрастающей в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области // Вестник Смоленской Государственной Медицинской Академии. – 2020. – №4. – с. 152-157. [D'yakova N.A. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Vestnik Smolenskoy Gosudarstvennoy Medicinskoj Akademii. – 2020. – N4. – P. 158-163. (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. – Т.19, №4. – с. 158-163. [D'yakova N.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. Vestnik Smolenskoy Gosudarstvennoy Medicinskoj Akademii. – 2020. – N4. – P. 152-157. (in Russian)]
7. Куркин В.А. Фармакогнозия / А.В. Куркин. – Самара: Офорт, 2004. – 1179. [Kurkin V.A. *Farmakognosiya*. Pharmakognosiya. Samara: Ofort, 2004. – 1179 p. (in Russian)]
8. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеева Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации // Вестник КрасГАУ. – 2016. – №6 (117). – С. 14-20. [Ruvynova L.G., Sverchkova A.N., Hamitova S.M., Avdeeva Y.M. *Vestnik KrasGAU*. Bulletin of KrasGAU. – 2016. – N6 (117). – P. 14-20. (in Russian)]
9. Сакаян Е.И., Ковалева Е.Л., Фролова Л.Н., Шелестова В.В. Современные требования к качеству лекарственных средств растительного происхождения // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. – 2018. – № 3. – С. 170-178. [Sakanyan E.I., Kovaleva E.L., Frolova L.N., Shelestova V.V. *Vedomosti Nauchnogo tsentra ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya*. Bulletin of the Scientific Center for the Examination of Medical Products. – 2018. – N.3. – P. 170-178. (in Russian)]
10. Сливкин А.И., Великанова Н.А., Гапонов С.П. Изучение особенностей накопления радионуклидов из почв лекарственными растениями *Polygonum aviculare* и *Plantago major*, произрастающими в городе Воронеже и его окрестностях большого // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ: Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2013. – С. 510-513. [Slivkin A.I., Velikanova N.A., Gaponov S.P. *Puti i formy sovershenstvovaniya farmacevricheskogo obrazovaniya. Sozdanie novyh fiziologicheskii aktivnyh veshchestv: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Ways and means of improving pharmaceutical education. Creation of new physiologically active substances: Materials of the international scientific and practical conference. – Voronezh, 2013. – P. 510-513. (in Russian)]

11. Сливкин А.И., Великанова Н.А., Гапонов С.П. 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: Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2013. – С. 513-515. [Slivkin A.I., Velikanova N.A., Gaponov S.P. *Puti i formy sovershenstvovaniya farmacevticheskogo obrazovaniya. Sozdanie novyh fiziologicheski aktivnyh veshchestv: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Ways and means of improving pharmaceutical education. Creation of new physiologically active substances: Materials of the international scientific and practical conference. – Voronezh, 2013. – P. 513-515. (in Russian)]
12. Терешкина О.И., Рудакова И.П., Самылина И.А. Оценка риска радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья // Фармация. – 2011. – №7. – С. 3-6. [Tereshkina O.I., Rudakova I.P., Samylina I.A. *Farmaciya*. Pharmacy. – 2011. – N7. – P. 3-6. (in Russian)]
13. Jablonskikh L.A. Content and vertical distribution of heavy metals and radionuclides in hydromorphic Soils of the Forest Steppe // *Eurasian Soil science*. – 1999. – V. 32, N4. – P. 394-403.
14. Neverova O.A., Egorova I.N. Assessment of radionuclide pollution of rosa majalis herrm fruits in the circumstances of the anthropologically disordered Kuznetsk basin areas // *Advances in Environmental Biology*. – 2014. – V. 8, N 13. – P. 414-418.

Информация об авторе

Дьякова Нина Алексеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». E-mail: Ninochka_V89@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.