

DOI: 10.22363/2313-2310-2026-34-1-49-61

EDN: ZCPBVY

УДК 574.24:615.322

Научная статья / Research article

Эколого-гигиенические исследования корней одуванчика лекарственного синантропной флоры Центральной России

Н.А. Дьякова 

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Российская Федерация

✉ Ninotchka_V89@mail.ru

Аннотация. Цель исследования — эколого-гигиеническое изучение накопления тяжелых металлов и мышьяка, а также биологически активных веществ в корнях одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.), заготовленных на различных с точки зрения антропогенного воздействия территориях Центральной России. В условиях эксперимента было проанализировано свыше 50 образцов корней одуванчика лекарственного, собранных на различных в плане антропогенного воздействия территориях Воронежской области как типичного региона средней полосы России, на предмет содержания тяжелых металлов и мышьяка, а также водорастворимых полисахаридов и экстрактивных веществ, извлекаемых водой. Выявлено наличие физиологических барьеров, препятствующих аккумуляции избытка ряда токсичных элементов (свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, кобальт, никель, хром) в растении. Корни одуванчика лекарственного в значительных количествах аккумулируют медь и цинк. Особенности аккумуляции тяжелых металлов необходимо учитывать при планировании мест заготовки корней одуванчика лекарственного и оценке качества сырья. Подтверждена положительная корреляция между накоплением в корнях одуванчика лекарственного водорастворимых полисахаридов и экстрактивных веществ. Выявлено, что на накопление в корнях одуванчика лекарственного водорастворимых полисахаридов и экстрактивных веществ умеренное отрицательное влияние оказывают никель и кадмий.

Ключевые слова: *Taraxacum officinale* F.H. Wigg., корни одуванчика лекарственного, тяжелые металлы, мышьяк, водорастворимые полисахариды, экстрактивные вещества, средняя полоса России

История статьи: поступила в редакцию 14.05.2024; доработана после рецензирования 03.06.2025; принята к публикации 18.11.2025.

Заявление о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

© Дьякова Н.А., 2026

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Для цитирования: Дьякова Н.А. Эколого-гигиенические исследования корней одуванчика лекарственного синантропной флоры Центральной России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2026. Т. 34. № 1. С. 49–61. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2026-34-1-49-61> EDN: ZCPBVY

Ecological and hygienic studies of the roots of the dandelion of the medicinal synanthropic flora of central Russia

Nina A. Dyakova 

Voronezh State University, Voronezh, Russia

✉ Ninotchka_V89@mail.ru

Abstract. The purpose of this study was the ecological and hygienic study of the accumulation of heavy metals and arsenic, as well as biologically active substances in the roots of dandelion medicinal (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.), harvested in different territories of central Russia from the point of view of anthropogenic impact. Under the conditions of the experiment, more than 50 samples of dandelion roots of medicinal dandelion were analyzed, collected in different territories of the Voronezh region in terms of anthropogenic impact, as a typical region of central Russia, for the content of heavy metals and arsenic, as well as water-soluble polysaccharides and extractive substances extracted by water. The presence of physiological barriers that prevent the accumulation of an excess of a number of toxic elements (lead, cadmium, mercury, arsenic, cobalt, nickel, chromium) in the plant was revealed. Dandelion drug roots accumulate copper and zinc in significant quantities. The peculiarities of heavy metal accumulation should be taken into account when planning procurement sites with the roots of dandelion medicinal and assessing the quality of raw materials. Positive correlation between accumulation of water-soluble polysaccharides and extractive substances in dandelion roots was confirmed. It was found that nickel and cadmium have a moderate negative effect on the accumulation of water-soluble polysaccharides and extractive substances in the roots of dandelion.

Keywords: *Taraxacum officinale* F.H. Wigg., dandelion medicinal roots, heavy metals, arsenic; water soluble polysaccharides, extractives, middle strip of Russia

Article history: received 14.05.2024; revised 03.06.2025; accepted 18.11.2025.

Conflicts of interest. The author declares no conflicts of interest.

For citation: Dyakova NA. Ecological and hygienic studies of the roots of the dandelion of the medicinal synanthropic flora of central Russia. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2026;34(1):49–61. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2026-34-1-49-61> EDN: ZCPBVY

Введение

В силу ежегодно возрастающей техногенной нагрузки на окружающую среду увеличивается актуальность мониторинга эколого-гигиенических показателей качества экосистем. При этом растения из-за значительной зависимо-

сти от химического состава почв, воздуха, воды справедливо используются для изучения загрязнения окружающей среды [1–3].

Одуванчик лекарственный — *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. — рудеральный синантропный полиморфный вид, распространенный практически по всей территории России, благоприятно реагирует на растительную дигрессию, интенсивно образует заросли [4; 5]. Данный вид имеет большое количество апомиктических форм с большим количеством биотипов, имеющих морфологические отличия. Одуванчик лекарственный неоднократно использовался в качестве объекта эколого-гигиенических исследований антропогенного загрязнения окружающей среды в силу высокой чувствительности к различным экотоксикантам [6–16].

Г.В. Воробьевым на основе измерения газообмена, тепловыделения и проницаемости мембран клеток корней одуванчика лекарственного разных популяций выявил, что при повышенном уровне метаболизма популяция более устойчива к антропогенному влиянию [8].

А.А. Ефремовым в сравнительном исследовании флоры естественных экосистем и урбоценозов Красноярского края показано, что содержание экстрактивных веществ в корнях одуванчика лекарственного естественных фитоценозов на 5 % и более превышает определяемый показатель в сырье урбоценозов [9].

Т.Н. Васильевой и Ю.А. Брудастовым на основе флоры г. Оренбург выявлены фиторемедиаторные свойства данного растительного сырья в отношении свинца и кадмия [10].

Е.О. Клинской на основе изучения корней одуванчика урбоценозов г. Биробиджан также доказана тесная корреляция между концентрациями свинца в почве и растении, что указывает на информативность данного биообъекта при эколого-гигиеническом исследовании почв [11].

С.С. Позняком доказана аккумуляция в корнях растения циркония, кобальта, олова, хрома [12].

И.Т. Караевой [13] показана аккумуляция в корнях одуванчика из почв цинка и марганца, П.К. Игамбердиевой [14] — марганца, меди, кобальта, хрома, а И.В. Гравель [15] — меди, кадмия, свинца, алюминия.

А.И. Попов и И.Н. Егорова установили, что корни одуванчика способны аккумулировать цинк, никель, медь [16].

Таким образом, обзор ранее проведенных эколого-гигиенических исследований качества корней одуванчика лекарственного показал, что полученные результаты имеют разногласия.

Цель исследования — эколого-гигиеническое изучение накопления токсичных элементов и БАВ в корнях одуванчика лекарственного, заготовленных на различных с точки зрения антропогенного воздействия территориях Центральной России.

Материалы и методы

Исследования проводились на основе Воронежской области как одного из репрезентативных регионов Центральной России [2; 3]. Для заготовки сырья были выбраны (табл. 1): заповедные (контрольные) зоны (1–3); территория разработки медно-никелевых месторождений (4); зоны загрязнения после аварии в Чернобыле (5–7); атомная электростанция (8); высоковольтные линии электропередач (ВЛЭ) (9); сельскохозяйственные поля (10–22); промышленные предприятия (23–24, 28); города (25–26, 31); теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) (27); городское водохранилище (29); аэропорт (30); дороги разной степени загруженности (32–51).

Заготовку корней одуванчика лекарственного проводили осенью (в октябре). Корни выкапывали, очищали от остатков стеблей и листьев, отмывали от земли, сушили естественным образом. Концентрацию токсичных элементов определяли по ОФС.1.5.3.0009¹. Измеряли содержание нормируемых элементов (ртуть, кадмий, свинец, мышьяк), а также некоторых других токсичных металлов (никель, цинк, кобальт, хром, медь). Содержание суммы водорастворимых экстрактивных веществ определяли по методикам ФС.2.5.0086.18², суммы гравиметрически осаждаемых водорастворимых полисахаридов — по ранее валидированной методике [17]. В эксперименте использовали отечественное оборудование: атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915МД, спектрофотометр «СФ-2000», ультразвуковую ванну ГРАД-40. Определения проводили тоекратно, статистическую обработку осуществляли при доверительной вероятности 0,95.

С использованием корреляционного анализа по Пирсону проводили изучение взаимосвязи между содержанием токсичных элементов и БАВ. Для интерпретации рассчитанных коэффициентов корреляции использовали шкалу Чеддока [3].

Результаты и обсуждение

Концентрация свинца в сырье (табл. 1) не превышала предельно допустимой концентрации (ПДК). В сырье контрольных территорий она составила 1,5-1,9 мг/кг, для сырья синантропной флоры — 1,0-4,8 мг/кг. Более ранние исследования показали, что содержание свинца в верхних слоях почв изучаемых территорий отмечается на уровне 1,7–34,6 мг/кг [18-20]. Невысокое накопление свинца в корнях одуванчика объясняется малой растворимостью его соединений в почвенном растворе. Также возможно наличие физиологического барьера, препятствующего накоплению токсичного элемента в растении.

¹ Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15> (дата обращения: 20.01.2025).

² Государственная фармакопея Российской Федерации. Издание XIV. Т. 4. Москва : ФЭМБ; 2018. 1833 с.

Известно, что клетки ризодермы высших растений способны вырабатывать слизь с высоким содержанием урсоловых кислот, уменьшающих растворимость тяжелых металлов [2; 11].

Концентрация ртути составила 0,003–0,006 мг/кг, что в 15–30 раз меньше ПДК. Концентрация ртути в почвах территорий заготовки растительных образцов составляла 0,01–0,24 мг/кг [19]. Ртуть также образует прочные коллоидные соединения в почве [3; 8].

Кадмий в растительных образцах содержался в количестве 0,03–0,18 мг/кг, что не превышало ПДК и значительно меньше его концентраций в почвах (до 0,71 мг/кг) [20]. Низкий уровень аккумуляции кадмия, являющегося блокатором ряда ферментных систем, можно также связать с механизмом физиологического нормирования всасывания токсичных элементов [2; 21].

В трех образцах корней одуванчика отмечено превышение ПДК мышьяка (вблизи ТЭЦ «ВОГРЭС», ООО «БорМаш»). Концентрация мышьяка в почвах составляла 0,6–3,8 мг/кг [19]. Соли мышьяка также образуют малорастворимые коллоиды в почвенном растворе [21].

ПДК никеля, кобальта, хрома, цинка, меди в растительном сырье на настоящее время не нормированы. Никель, несмотря на высокую растворимость в почвенном растворе, незначительно накапливается в корнях одуванчика — 0,7–4,1 мг/кг (в почвах — 2,2–98,3 мг/кг). Известно, что высокие концентрации металла способствуют угнетению процессов транспирации и фотосинтеза [14; 18]. Концентрация кобальта составила 4,3–14,8 мг/кг (в почвах — 1,8–21,8 мг/кг [20]), хрома — 3,1–14,0 мг/кг (в почвах — 2,5–45,2 мг/кг [20]). Таким образом, накопление никеля, хрома, кобальта блокируется растением, что является приспособлением его к вегетации в условиях загрязнения почв.

Корни одуванчика активно накапливают медь и цинк. Концентрация меди в растительном объекте составила 4,1–14,6 мг/кг (в почве — 3,3–65,4 мг/кг [19]). Содержание цинка составило 20,2–97,5 мг/кг (в почве — 9,6–154,5 мг/кг [19]). Для ряда растительных образцов (контрольных территорий и агроценозов) отмечена более высокая концентрация меди и цинка в сырье, чем в почве. Известно, что медь участвует в углеводном и азотном обменах, процессе фотосинтеза [7; 16; 21]. Цинк активирует более 250 ферментов, необходим в биосинтезе хлорофилла [7; 15]. Но при высоких концентрациях цинка и меди в почвах урбоценозов темпы аккумуляции металлов снижались, что говорит о накоплении их в растении до физиологически необходимого уровня.

Корреляционные исследования показали тесную положительную взаимосвязь между концентрациями в почве и растительном сырье цинка, хрома, кобальта, свинца, мышьяка, меди, никеля, а также заметную положительную взаимосвязь между данными показателями для кадмия, что подтверждает информативность одуванчика лекарственного как биообъекта при экологическом исследовании качества почв (табл. 2) [11].

Таблица 1 / Table 1

Содержание токсичных элементов и БАВ в корнях одуванчика / Toxic elements and biologically active substances content in dandelion roots

№ п/п	Район / Area	Токсичные элементы, мг / кг / Toxic elements, mg/kg							БАВ, % / Biologically active substances, %			
		Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn	Водорас- творимые полисаха- риды / Water- soluble polysaccha- rides	Экстрак- тивные вещества, извлекаемые водой / Extractive substances extracted by water
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Территория Воронежского биосферного заповедника / Territory of the Voronezh Biosphere Reserve	1,9	0,003	0,03	0,1	0,9	3,5	4,3	4,9	28,6	32,9	56,8
2	Территория Хоперского заповедника / Territory of the Khopersky Reserve	1,8	0,004	0,04	0,1	0,9	4,5	5,3	4,6	23,7	31,2	59,6
3	Территория Теллермановского леса / Tellerman Forest Territory	1,5	0,003	0,02	0,1	0,7	3,9	4,9	6,4	35,2	33,1	62,1
4	Село Елань-Колено / Eлан-Koleno village	1,1	0,004	0,04	0,1	1,0	3,6	7,4	5,3	27,8	28,6	53,5
5	Село Нижнедевицк / Nizhnedevitsk village	1,9	0,004	0,06	0,1	1,7	4,8	8,2	7,0	20,2	29,8	42,2
6	Улица города Острогжск / Street of the city of Ostrogzhsk	2,5	0,003	0,09	0,2	2,0	5,1	7,9	8,5	45,9	26,5	57,4
7	Улица города Семилуки / Semiluki City Street	2,8	0,005	0,11	0,2	1,7	6,1	5,6	6,4	56,3	25,9	48,6
8	Улица города Нововоронеж / Novovoronezh City Street	1,1	0,004	0,12	0,1	2,0	4,3	6,3	4,2	29,0	28,4	57,8
9	Высоковольтные линии электропередач / High-voltage power lines	2,4	0,003	0,16	0,2	2,1	6,1	5,1	7,3	38,3	18,5	30,6
10	Агроценоз Лискинского р-на / Agrocenosis of the Liskinsky district	2,6	0,003	0,07	0,1	1,2	5,1	7,3	8,5	20,8	23,4	47,9
11	Агроценоз Ольховатского р-на / Agrocenosis of the Olkhovatsky district	1,0	0,004	0,09	0,2	1,6	7,1	5,0	6,9	37,1	29,6	46,1
12	Агроценоз Подгоренского р-на / Agrocenosis of the Podgorensky district	1,7	0,005	0,05	0,2	1,8	4,1	6,2	6,1	36,2	25,7	52,1
13	Агроценоз Петропавловского р-на / Agrocenosis of the Peter and Paul district	2,7	0,003	0,07	0,1	1,8	5,0	7,8	7,9	28,4	23,2	47,4
14	Агроценоз Грибановского р-на / Agrocenosis of the Griбанovsky district	2,7	0,004	0,12	0,2	0,9	6,3	4,9	8,2	33,9	23,5	53,0
15	Агроценоз Хохольского р-на / Agrocenosis of the Khokholsky district	1,5	0,003	0,08	0,2	2,0	7,0	7,1	9,1	48,3	24,5	49,6

Продолжение табл. 1 / Table 1, continuation

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16	Агроценоз Новохоперского р-на / Agroscenosis of the Novokhopersky district	1,3	0,003	0,10	0,2	1,3	3,1	8,3	6,7	28,2	21,7	33,2
17	Агроценоз Репьевского р-на / Agroscenosis of the Repevsky district	1,5	0,003	0,13	0,2	1,8	4,3	5,9	5,8	43,3	25,2	45,1
18	Агроценоз Воробьевского р-на / Agroscenosis of the Vorobyevsky district	1,1	0,004	0,15	0,2	2,0	4,0	8,6	6,8	31,2	27,3	47,2
19	Агроценоз Панинского р-на / Agroscenosis of the Paninsky district	3,0	0,004	0,17	0,2	1,3	4,9	6,3	5,0	54,6	19,6	32,1
20	Агроценоз Верхнехавского р-на / Agroscenosis of the Verkhnekhavsky district	2,6	0,003	0,11	0,3	1,9	4,0	4,9	6,3	39,4	28,3	46,9
21	Агроценоз Эртильского р-на / Agroscenosis of the Ertil district	2,7	0,005	0,10	0,1	1,7	5,8	7,0	7,8	44,2	29,6	48,0
22	Агроценоз Россошанского р-на / Agroscenosis of the Rossoshansky district	2,8	0,004	0,09	0,2	2,0	6,0	7,3	8,5	37,2	21,7	42,9
23	Вблизи ОАО «Минудобрения» / Near OJSC Minudobrenia	3,8	0,006	0,15	0,4	2,9	12,6	13,6	10,6	97,5	30,5	58,7
24	Вблизи ООО «Бормаш» / Near Bormash LLC	4,8	0,006	0,18	0,6	4,1	11,4	9,7	12,6	80,0	31,5	52,3
25	Улицы города Борисоглебск / Street of the city of Borisoglebsk	2,9	0,005	0,15	0,2	2,4	11,0	7,5	8,5	72,8	26,3	45,9
26	Улица города Калач / Kalach City Street	3,0	0,005	0,12	0,2	2,8	12,3	6,1	9,5	62,9	30,4	50,3
27	Вблизи Теплоэлектроцентрали-1 «ВОГРЭС» (город Воронеж) / Near TeploElektroCentrali-1 «VOGRES» (Voronezh city)	2,1	0,005	0,14	0,7	2,9	9,0	11,0	9,6	78,6	24,8	44,1
28	Вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (город Воронеж) / Near OJSC Voronezhshintezkauchuk (Voronezh city)	3,1	0,005	0,09	0,2	2,7	8,5	8,4	8,4	92,8	26,8	40,8
29	На удалении 0-100 м от Воронежского водохранилища / At a distance of 0-100 m from of the Voronezh reservoir	2,0	0,004	0,13	0,2	2,1	5,7	7,1	7,0	42,8	22,6	45,9
30	Вблизи международного аэропорта Воронеж / Near Voronezh International Airport	4,4	0,006	0,14	0,2	2,6	6,8	6,1	8,6	38,6	31,4	49,8
31	Улица города Воронеж (улица Димитрова) / Voronezh City Street (Dimitrova street)	2,4	0,005	0,12	0,3	2,9	14,0	14,8	11,6	79,5	25,3	38,5
32	0 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском р-не / 0 m from the Don M4 motorway in the Ramonsky district	3,3	0,006	0,17	0,3	3,8	12,3	10,1	13,1	77,4	28,8	35,7
33	100 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском р-не / 100 m from the Don M4 motorway in the Ramonsky district	2,5	0,006	0,17	0,3	3,1	7,7	7,6	9,5	57,8	27,2	37,6
34	200 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском р-не / 200 m from the Don M4 motorway in the Ramonsky district	2,0	0,004	0,11	0,2	3,0	6,2	5,9	6,7	46,0	25,6	43,1
35	300 м от автомагистрали М4 «Дон» в Рамонском р-не / 300 m from the Don M4 motorway in the Ramonsky district	1,4	0,004	0,10	0,2	2,0	5,0	4,6	6,4	45,0	25,4	45,8
36	0 м от автомагистрали А144 «Каспий» в Аннинском р-не / 0 m from the Caspian A144 motorway in the Anninsky district	2,8	0,005	0,12	0,2	3,4	9,9	8,8	10,8	62,1	26,4	42,8

Окончание табл. 1 / Table 1, ending

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
37	100 м от автомагистралей А144 «Каспий» в Аннинском р-не / 100 m from the Caspian A144 motorway in the Anninsky district	2,5	0,006	0,04	0,2	2,9	7,6	9,0	9,8	57,3	25,3	38,0
38	200 м от автомагистралей А144 «Каспий» в Аннинском р-не / 200 m from the Caspian A144 motorway in the Anninsky district	2,0	0,006	0,03	0,1	2,8	6,2	6,5	8,3	54,0	26,1	41,6
39	300 м от автомагистралей А144 «Каспий» в Аннинском р-не / 300 m from the Caspian A144 motorway in the Anninsky district	1,5	0,005	0,03	0,1	2,3	5,5	5,9	8,6	52,9	26,0	48,4
40	0 м от автомагистралей М4 «Дон» в Павловском р-не / 0 m from the Don M4 motorway in Pavlovsky district	2,5	0,006	0,13	0,2	2,7	9,7	9,8	11,9	84,4	25,2	54,0
41	100 м от автомагистралей М4 «Дон» в Павловском р-не / 100 m from the Don M4 motorway in Pavlovsky district	2,2	0,006	0,09	0,2	2,3	7,5	10,3	10,8	78,2	24,5	44,6
42	200 м от автомагистралей М4 «Дон» в Павловском р-не / 200 m from the Don M4 motorway in Pavlovsky district	1,7	0,005	0,10	0,1	1,7	6,5	9,2	10,1	71,5	24,1	49,6
43	300 м от автомагистралей М4 «Дон» в Павловском р-не / 300 m from the Don M4 motorway in Pavlovsky district	1,9	0,005	0,08	0,1	1,5	4,8	8,8	9,5	49,7	24,0	44,0
44	0 м от дороги обычного типа в Богучарском р-не / 0 m from a conventional road in Bogucharsky district	1,5	0,004	0,09	0,2	2,2	4,9	6,6	7,5	48,6	25,4	47,5
45	100 м от дороги обычного типа в Богучарском р-не / 100 m from a conventional road in Bogucharsky district	1,1	0,003	0,08	0,2	2,0	5,0	5,1	6,4	43,9	23,8	50,5
46	200 м от дороги обычного типа в Богучарском р-не / 200 m from a conventional road in Bogucharsky district	1,0	0,003	0,08	0,2	1,7	4,7	5,7	6,7	41,9	23,7	46,9
47	300 м от дороги обычного типа в Богучарском р-не / 300 m from a conventional road in Bogucharsky district	1,2	0,003	0,08	0,2	1,3	4,2	6,1	5,6	42,1	24,8	48,8
48	0 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги в Рамонском р-не / 0 m from the railway tracks of the Southeast Railway in the Ramonsky district	2,6	0,004	0,13	0,4	2,8	6,4	11,8	14,6	64,3	27,4	46,9
49	100 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги в Рамонском р-не / 100 m from the railway tracks of the Southeast Railway in the Ramonsky district	1,9	0,005	0,09	0,3	2,5	5,9	6,4	10,5	53,1	24,8	43,0
50	200 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги в Рамонском р-не / 200 m from the railway tracks of the Southeast Railway in the Ramonsky district	1,7	0,004	0,05	0,3	2,2	4,2	5,1	5,8	46,0	25,5	47,6
51	300 м от железнодорожных путей Юго-Восточной железной дороги в Рамонском р-не / 300 m from the railway tracks of the Southeast Railway in the Ramonsky district	1,5	0,004	0,05	0,2	2,4	4,1	5,7	5,8	50,6	24,6	45,0
ПДК / Maximum allowable concentration		6,0	0,1	1,0	0,5	-	-	-	-	-	-	≥40

Источники: составлено Н.А. Дьяковой.
Source: compiled by the N.A. Dyakova.

Концентрация водорастворимых полисахаридов в корнях одуванчика (см. табл. 1) составила от 18,5 до 33,1 %. В сырье контрольных территорий отмечено их накопление на уровне 31,2–33,1 %. В образцах агроценозов несколько ниже — 19,6–29,6 %. В большей части образцов сырья одуванчика лекарственного урбоценозов накопление водорастворимых полисахаридов отмечено на уровне 20–30 %.

Концентрация водорастворимых экстрактивных веществ составила 30,6–62,1 %. В семи образцах сырья урбоценозов содержание данной группы БАВ оказалось менее требуемых нормативной документацией 40 %. Эти же образцы корней одуванчика также характеризовались относительно низкими значениями концентраций водорастворимых полисахаридов.

Рассчитанные для анализа влияния токсичных элементов на накопление БАВ коэффициенты корреляции (табл. 3) показали, что на накопление водорастворимых экстрактивных веществ и полисахаридов умеренное отрицательное влияние оказывали кадмий и никель.

Таблица 2 / Table 2

Коэффициенты корреляции между содержанием токсичных элементов в почве и корнях одуванчика / Correlation coefficients between concentrations of toxic elements in soil and dandelion roots

Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
0,75	0,13	0,49	0,86	0,71	0,81	0,80	0,81	0,93

Источник: составлено Н.А. Дьяковой.

Source: compiled by the N.A. Dyakova.

Таблица 3 / Table 3

Коэффициенты корреляции между токсичными элементами и БАВ / Correlation coefficients between toxic elements and biologically active substances

БАВ / Biologically active substances	Pb	Hg	Cd	As	Ni	Cr	Co	Cu	Zn
Водорастворимые полисахариды / Water-soluble polysaccharides	0,22	-0,26	-0,33	0,07	-0,38	0,19	0,02	0,04	0,04
Экстрактивные вещества, извлекаемые водой / Extractive substances extracted by water	-0,08	-0,14	-0,33	-0,14	-0,32	-0,15	-0,17	-0,17	-0,16

Источник: составлено Н.А. Дьяковой.

Source: compiled by the N.A. Dyakova.

Заключение

На основе эколого-гигиенического исследования более 50 образцов корней одуванчика лекарственного различных урбоценозов Центральной России выявлено наличие физиологических барьеров, препятствующих аккумуляции избытка таких токсичных элементов, как мышьяк, свинец, кадмий, ртуть, кобальт, никель, хром, а также показано накопление в значительных количествах цинка, меди. Подчеркнута информативность одуванчика лекарственного как биообъекта при экологическом исследовании качества почв. Особенности

аккумуляции тяжелых металлов необходимо учитывать при планировании мест заготовки корней одуванчика лекарственного и оценке качества сырья. Выявлено, что на накопление в корнях одуванчика водорастворимых полисахаридов и экстрактивных веществ умеренное отрицательное влияние оказывают кадмий и никель.

Список литературы

- [1] *Нечаева Е.Г., Белозерцева И.А., Напрасникова Е.В., Воробьева И.Б., Давыдова Н.Д., Дубынина С.С., Власова Н.В.* Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем Сибирских регионов. Новосибирск : Наука, 2010. 315 с. EDN: SGMWXD
- [2] *Дьякова Н.А.* Экологическая оценка сырьевых ресурсов лекарственных растений Воронежской области. Воронеж : Цифровая полиграфия, 2022. 264 с. EDN: KURTMZ
- [3] *Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Гравель И.В.* Эколого-фармакогностическая оценка качества лекарственного растительного сырья Центрального Черноземья : монография. Москва : РУСАЙНС, 2023. 237 с.
- [4] *Куркин В.А.* Фармакогнозия. Самара : Офорт : СамГМУ, 2004. 1180 с.
- [5] *Путьрский И.Н., Прохоров В.Н.* Универсальная энциклопедия лекарственных растений. Минск : Книж. дом ; Москва : Махаон, 2000. 654 с.
- [6] *Akhtyrsev B.P., Yablonskikh L.A., Akhtyrsev A.B.* Content and vertical distribution of heavy metals and radionuclides in hydromorphic Soils of the Forest Steppe zone of the Russian plain // *Eurasian Soil Science*. 1999. Vol. 32. No. 4. P. 394–403. EDN: LFJGML
- [7] *Krolak E., Marciniuk J., Popijantus K., Wasileczuk P., Kasprzykowski Z.* Environmental factors determining the accumulation of metals: Cu, Zn, Mn and Fe in tissues of *Taraxacum* sp. sect. *Taraxacum* // *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2018. Vol. 101. P. 68–74. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2356-y> EDN: VGXXRP
- [8] *Воробьев Г.В., Алябьев А.Ю., Якушенкова Т.П., Ибрагимова К.К.* Особенности метаболизма одуванчика лекарственного в условиях загрязнения атмосферы автомобильным транспортом // *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева*. 2013. № 2 (78). С. 39–44. EDN: QBJPKN
- [9] *Ефремов А.А., Шаталина Н.В., Стрижева Е.Н., Первышина Г.Г.* Влияние экологических факторов на химический состав некоторых дикорастущих растений Красноярского края // *Химия растительного сырья*. 2002. № 3. С. 53–56. EDN: HWINCR
- [10] *Васильева Т.Н., Брудастов Ю.А.* Потенциальные фитоаккумуляторы металлов-поллютантов урбанизированных почв города Оренбурга // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2011. № 6 (125). С. 142–146. EDN: OBFEP
- [11] *Клинская Е.О.* Оценка загрязнения окружающей среды Биробиджана по содержанию свинца в одуванчике лекарственном (*Taraxacum officinale*) // *Региональные проблемы*. 2005. № 6–7. С. 73–76. EDN: TOVTSX
- [12] *Позняк С.С.* Содержание некоторых тяжелых металлов в растительности полевых и луговых агрофитоценозов в условиях техногенного загрязнения почвенного покрова // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2011. № 1 (13). С. 123–137. EDN: NGAZVT
- [13] *Караева И.Т., Хмелевская А.В., Черчесова С.К.* Результаты определения минерального состава инулинсодержащих растений, произрастающих в РСО-Алания //

- Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 3. С. 133–136. EDN: WNDEBL
- [14] *Игамбердиева П.К., Мамаджанов Б.С., Саидахмадова Н.Г.* Исследование количества микроэлементов лекарственных растений Южной Ферганы и перспективы их применения при лечении железодефицитной анемии // Современная медицина: актуальные вопросы. 2015. № 44–45. С. 80–87. EDN: UBHUDN
- [15] *Гравель И.В.* Оценка загрязненности экотоксикантами сырья лекарственных растений Алтайского края // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2019. № 18. С. 482–484. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019100> EDN: ORCNCA
- [16] *Попов А.И., Егорова И.Н.* Состояние ресурсной базы дикорастущих лекарственных растений Мариинского, Тяжинского и Чебулинского районов Кемеровской области // Химико-фармацевтический журнал. 1992. № 26 (3). С. 71–73. EDN: TNKUKH
- [17] *Дьякова Н.А.* Регрессионный анализ в разработке методики выделения и количественного определения водорастворимых полисахаридов из корней одуванчика лекарственного // Химия растительного сырья. 2022. № 3. С. 249–256. <https://doi.org/10.14258/jcprgm.20220310724>. EDN: PTBGFB
- [18] *Дьякова Н.А., Самылина И.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П., Кукуева Л.Л., Мындра А.А., Шушунова Т.Г.* Оценка экологического состояния образцов верхних слоев почв и корней одуванчика лекарственного, отобранных на территории Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия, Биология, Фармация. 2016. № 2. С. 119–126. EDN: WBKVQT
- [19] *Дьякова Н.А., Гапонов С.П., Сливкин А.И.* Эколого-гигиеническая оценка состояния почв антропогенных экосистем Воронежской области // Известия КГТУ. 2020. № 59. С. 61–72. EDN: OCEKIS
- [20] *Дьякова Н.А.* Оценка загрязнения тяжелыми металлами верхних слоев почв урбо- и агроэкосистем Центрального Черноземья // Вестник ИрГСХА. 2019. № 95. С. 19–30. EDN: PHZWCV
- [21] *Дьякова Н.А.* Особенности накопления тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье одуванчика лекарственного, собранного в урбо- и агробиоценозах Воронежской области // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021. № 3. С. 49–55. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-03-07> EDN: TGLLAO

References

- [1] *Nechaeva EG, Belozerceva IA, Naprasnikova EV, Vorobyeva IB, Davydova ND, Dubynina SS, Vlasova NV.* *Monitoring and forecasting of the substance-dynamical state of geosystems in the Siberian regions.* Novosibirsk, Nauka publ.; 2010. (In Russ.). EDN: SGMWXD
- [2] *D'yakova NA.* *Environmental assessment of raw materials of medicinal plants of the Voronezh region.* Voronezh: Cifrovaya poligrafiya publ.; 2022. (In Russ.). EDN: KURTMZ
- [3] *D'yakova NA, Slivkin AI, Gravel' IV.* *Ecological and pharmacognostic assessment of the quality of medicinal plant raw materials of the Central Black Earth Region: monograph.* Moscow: RUSSIANS publ.; 2023. (In Russ.).
- [4] *Kurkin VA.* *Pharmacognosy.* Samara: Ofort; ; SamGMU; 2004. (In Russ.).
- [5] *Putyrskij IN, Prohorov VN.* *Universal Encyclopedia of Medicinal Plants.* Minsk: Publishing House ; Moscow. Mahaon; 2000. (In Russ.).

- [6] Akhtyrtsev BP, Yablonskikh LA, Akhtyrtsev AB. Content and vertical distribution of heavy metals and radionuclides in hydromorphic Soils of the Forest Steppe zone of the Russian plain. *Eurasian Soil Science*. 1999;32(4):394–403. EDN: LFJGML
- [7] Krolak E, Marciniuk J, Popijantus K, Wasilczuk P, Kasprzykowski Z. Environmental factors determining the accumulation of metals: Cu, Zn, Mn and Fe in tissues of *Taraxacum* sp. sect. *Taraxacum*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2018;101:68–74. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2356-y> EDN: VGXXRP
- [8] Vorobyev GV, Alyabyev AYu, Yakushenkova TP, Ibragimova KK. Characteristic features of *taraxacum officinale* metabolism under the conditions of atmosphere pollution caused by motor transport. *Bulletin of the Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev*. 2013;(2):39-44. (In Russ.). EDN: QBJPKN
- [9] Efremov AA, Shatalina NV, Strizheva EN, Pervyshina GG. The influence of environmental factors on the chemical composition of some wild plants of the Krasnoyarsk Territory. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja*. 2002;(3):53–56. (In Russ.). EDN: HWINCR
- [10] Vasil'eva TN, Brudastov YuA. Potential phytoaccumulators of metals-fertilizers of urbanized soils of the city of Orenburg. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2011;(6):142–146. (In Russ.). EDN: OBFEP
- [11] Klinskaya EO. Evaluation of Birobidzan environmental pollution by the lead content in an officinal dandelion (*Taraxacum officinale*). *Regional Issues*. 2005;6–7:73–76. (In Russ.). EDN: TOVTSX
- [12] Poznyak SS. The content of some heavy metals in the vegetation of field and meadow agrophytocenoses in conditions of technogenic pollution of the soil cover. *Bulletin of Tomsk State University. Biology*. 2011;1(13):123-137. (In Russ.). EDN: NGAZVT
- [13] Karaeva IT, Khmelevskaya AV, Cheresova ChS. Results of the mineral composition of inulin — containing plants growing in the republic of North Ossetia-Alania. *News of the Gorsky State Agrarian University*. 2016;53(3):133–136. (In Russ.). EDN: WNDEBL
- [14] Igamberdieva PK, Mamajanov BS, Saidahmadova NG. Study microelements medicinal plants South Fergana and prospects of their use in the treatment of iron deficiency anemia. *Modern medicine: topical issues*. 2015;44:80–87. (In Russ.). EDN: UBHUDN
- [15] Gravel' IV. Assessment of ecotoxicant contamination of medicinal plant raw materials of the Altai Territory. *Problems of botany of South Siberia and Mongolia*. 2019;18:482–484. (In Russ.). <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019100> EDN: ORCNCA
- [16] Popov AI, Egorova IN. The state of the resource base of wild medicinal plants of the Mariinsky, Tyazhinsky and Chebulinsky districts of the Kemerovo region. *Khimiko-Farmatsevticheskii Zhurnal*. 1992;26(3):71–73. (In Russ.). EDN: TNKUKH
- [17] Dyakova NA. Regression analysis in the development of a method for the isolation and quantification of water-soluble polysaccharides from dandelion roots. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja*. 2022;(3):249–256. (In Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20220310724> EDN: PTBGFB
- [18] Dyakova NA, Samylina IA, Slivkin AI, Gaponov SP, Kukueva LL, Mundra AA, Shushunova TG. Assessment of the ecological condition of samples of the top layers of soils and roots of the dandelion medicinal, selected in the territory of the Voronezh region. *Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry, Biology, Pharmacy*. 2016;(2):119–126. (In Russ.). EDN: WBKVQT
- [19] Dyakova NA, Gaponov SP, Slivkin AI. Ecological and hygienic assessment of the soil condition of anthropogenic ecosystems of the Voronezh region. *KSTU News*. 2020;59:61–72. (In Russ.). EDN: OCEKIS

- [20] Dyakova NA. Assessment of heavy metals and arsenic pollution in urban and agroecosystems upper soil layers, Central Black Earth Region. *Vestnik IrGSHA*. 2019;95:19–30. (In Russ.). EDN: PHZWCV
- [21] Dyakova NA. Features of accumulation of heavy metals and arsenic in medicinal plant raw materials of dandelion of medicinal collected in urban agrobiocenoses of Voronezh region. *Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2021;(3):49–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-03-07> EDN: TGLLAO

Сведения об авторе:

Дьякова Нина Алексеевна, доктор фармацевтических наук, доцент, доцент, кафедра фармацевтической технологии, Воронежский государственный университет, Российская Федерация, 394007, г. Воронеж, Университетская пл., д. 1. ORCID: 0000-0002-0766-388; eLIBRARY SPIN-код: 3477-0510. E-mail: Ninochka_V89@mail.ru.

Bio note:

Nina A. Dyakova, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Department of Pharmaceutical Technology, Voronezh State University, 1 Universitetskaya Square, Voronezh, 394007, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-0766-3881; eLIBRARY SPIN-code: 3477-0510. E-mail: Ninochka_V89@mail.ru