

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

ОЦЕНКА ОБЩЕГО МИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА СЫРЬЯ ДЕСЯТИ ВИДОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ПРИДОРОЖНЫХ БИОТОПАХ (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2023 г. Н. А. Дьякова*

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

*e-mail: Ninochka_V89@mail.ru

Поступила в редакцию 11.10.2022 г.

После доработки 10.01.2023 г.

Принята к публикации 20.02.2023 г.

Изучено содержание общего минерального комплекса в лекарственном сырье 10 фармакопейных видов растений (корни одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* F. H. Wigg и лопуха обыкновенного *Arctium lappa* L., траву горца птичьего *Polygonum aviculare* L., полыни горькой *Artemisia absinthium* L., пустырника пятилопастного *Leonurus quinquelobatus* Gilib. и тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* L., листья крапивы двудомной *Urtica dioica* L. и подорожника большого *Plantago major* L., цветки пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L. и липы сердцевидной *Tilia cordata* Mill.) в придорожных биотопах Воронежской области. Лекарственное растительное сырье собрано в регламентированные нормативной документацией сроки вблизи дорог различной степени загруженности. Установлено расстояние от автомобильных и железных дорог, на котором содержание общей золы в лекарственном растительном сырье не превышает допустимого уровня. Рекомендовано проводить сбор лекарственного сырья на расстоянии от крупных автодорог в условиях лесной зоны — не менее 210 м, в условиях лесостепной зоны — не менее 240 м, в условиях степной зоны — не менее 380 м; для нескоростных автомобильных дорог и железнодорожных магистралей — допустимое расстояние составляет не менее 80 м.

Ключевые слова: лекарственные растения, *Taraxacum officinale*, *Arctium lappa*, *Achillea millefolium*, *Artemisia absinthium*, *Leonurus quinquelobatus*, *Polygonum aviculare*, *Urtica dioica*, *Plantago major*, *Tanacetum vulgare*, *Tilia cordata*, содержание общей золы, придорожные биотопы, Воронежская область

DOI: 10.31857/S0033994623010053, EDN: YAMOTL

Фитопрепараты на отечественном фармацевтическом рынке пользуются значительным спросом, что объясняется их хорошим терапевтическим эффектом и относительной безвредностью. Так, согласно данным Регистра лекарственных средств России на июль 2021 г., насчитывалось более 2.1 тыс лекарственных фитопрепаратов, а число биологически активных добавок на основе лекарственного растительного сырья (ЛРС) превышает 7.9 тыс [1]. При этом большая доля заготовок ЛРС приходится на европейскую часть Российской Федерации, характеризующуюся значительной плотностью населения, высокой активностью хозяйственной деятельности, динамичным развитием транспортных магистралей [2, 3]. В связи с этим увеличивается угроза сбора ЛРС в экологически неблагоприятных местообитаниях, в том числе вблизи транспортных магистралей.

Исследования лекарственного растительного сырья, заготовленного вблизи транспортных магистралей Воронежской области, на содержание нормируемых биологически активных веществ,

тяжелых металлов, мышьяка, пестицидов, радионуклидов показали практически его полное соответствие требованиям Государственной Фармакопеи [2]. Однако растения могут подвергаться аэрозольному загрязнению пылевыми частицами [4, 5]. По сведениям Федеральной службы по Гидрометеорологии и Мониторингу окружающей среды, Воронеж относится к городам, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ в воздухе превышают ПДК более, чем в 3 раза. Высокий уровень содержания пылевых частиц в воздухе региона объясняется большим количеством пескосмесей, используемых в зимний период и формирующих впоследствии пыль. Кроме того, выхлопные газы автомобилей также несут значительное количество мелкодисперсных негорючих частиц, которые приводятся быстродвижущимся транспортом во взвешенное состояние и оседают на надземных частях растений [2]. Допустимое расстояние для заготовки ЛРС вблизи дорог в РФ в настоящее время не регламентируется [6, 7].

Многие растения обладают способностью к большому пылевому захвату. В мировой литературе встречаются данные о растениях с очень высокой стрессоустойчивостью, которые рекомендуются для экологизации городов. Листья с неровной шероховатой поверхностью и липкими выделениями способствуют удержанию и накоплению пылевых частиц [8–10]. Так, в Индии на примере растений, расположенных вдоль дорог в г. Лакхнау (*Nyctanthes arbor-tristis* L., *Combretum indicum* L., *Terminalia arjuna* (Roxb. ex DC.) Wight. et Arn и *Morus alba* L.) показано, что эпидермальные клетки их листьев, по сравнению с клетками листьев на фоновом участке, отличались неправильной формой; устьица были засорены осажденными частицами в 2.5 раза больше [11, 12]. При этом содержание в листьях хлорофилла, каротиноидов и моносахаридов было снижено, а аскорбиновой кислоты и аминокислоты пролина — повышено, при высоком количестве осажденных частиц [12]. Исследования в Пекине показали, что листья вяза *Ulmus pumila* L., гинкго *Ginkgo biloba* L., ивы вавилонской *Salix babylonica* L. эффективно накапливают мелкодисперсную пыль. Наибольший захват пыли отмечен у питтоспору-ма тобира *Pittosporum tobira* W.T. Aiton, красной китайской сосны *Pinus tabulaeformis* Carr., калины душистой *Viburnum odoratissimum* Ker Gawl., кедра гималайского *Cedrus deodara* G. Don и платана кленолистного *Platanus hispanica* Willd. [13, 14]. Листья бирючины японской *Ligustrum japonicum* Thunb. и оливы европейской *Olea europaea* L. были рекомендованы в качестве биоиндикаторов загрязнения по результатам исследования, проведенного в г. Баку [15].

Почвенная пыль, загрязняющая ЛРС, имеет минеральное происхождение и состоит преимущественно из двуокиси кремния. Такие частицы хорошо адсорбируют другие загрязнители окружающей среды (полиароматические углеводороды, тяжелые металлы, микроорганизмы), что усиливает токсичные и аллергизирующие свойства пыли и усиливает загрязнение ЛРС [16–20]. Пылевые частицы, имеющие электрический заряд, гораздо интенсивнее задерживаются на поверхности растений, чем незаряженные [21, 22].

Таким образом, растения могут давать качественную и количественную оценку пылевого загрязнения окружающей среды. Поэтому важной, на наш взгляд, является оценка качества лекарственного растительного сырья по его загрязненности пылевыми частицами. Полученные данные важны как для оценки качества отбираемых образцов сырья, так и для оценки экологической обстановки изучаемых территорий.

В фармакопейном анализе судить об общем минеральном комплексе ЛРС позволяет показатель “зола общая” — остаток неорганических ве-

ществ, который получается в результате сжигания лекарственных веществ или ЛРС и последующего прокаливания до постоянной массы. Увеличение общей золы указывает на загрязненность ЛРС минеральными примесями, в частности пылевыми частицами [6].

Цель исследования — изучение содержания общего минерального комплекса в лекарственном сырье растений в биотопах, расположенных вдоль автомобильных и железных дорог на территории Воронежской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовали надземные части (траву) полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.), пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.), тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.), горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.); листья подорожника большого (*Plantago major* L.), листья крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.); цветки пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), цветки липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.); корни лопуха обыкновенного (*Arctium lappa* L.), корни одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg). Выбранные растения характерны для синантропной флоры Воронежской области.

Отбор проб проводили вдоль дорог разной степени загрязненности и в разных природных зонах: в лесной зоне — трасса М 4 в Рамонском р-не, в лесостепной зоне — трасса А144 в Аннинском р-не, в степной зоне — трасса М4 в Павловском р-не, проселочная автомобильная дорога в Богучарском р-не и железная дорога в Верхнехавском р-не Воронежской обл. (рис. 1, табл. 1). Заготовку проводили на удалении 0, 100, 200, 300 м от выбранных транспортных магистралей. Траву, листья и цветки заготавливали в июле, корни — в сентябре 2019 г.

Определение содержания в исследуемых образцах ЛРС общей золы проводили в соответствии с ОФС.1.2.2.2.0013.15 “Зола общая” [6, 23]. Каждое определение проводили трехкратно. Данные, полученные в ходе исследований, обрабатывали статистически; принятый уровень достоверной вероятности — 95%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среднее содержание общей золы в лекарственном сырье исследуемых видов растений приведено в табл. 1. Относительная ошибка не превышает 1.5%.

Все образцы надземных частей, листьев и цветков растений, произраставших вдоль железнодорожных путей, на удалении 0–100 м от авто-трассы М4 “Дон” в Павловском р-не, на удалении 0–100 м от автомагистралей М4 “Дон” в Ра-

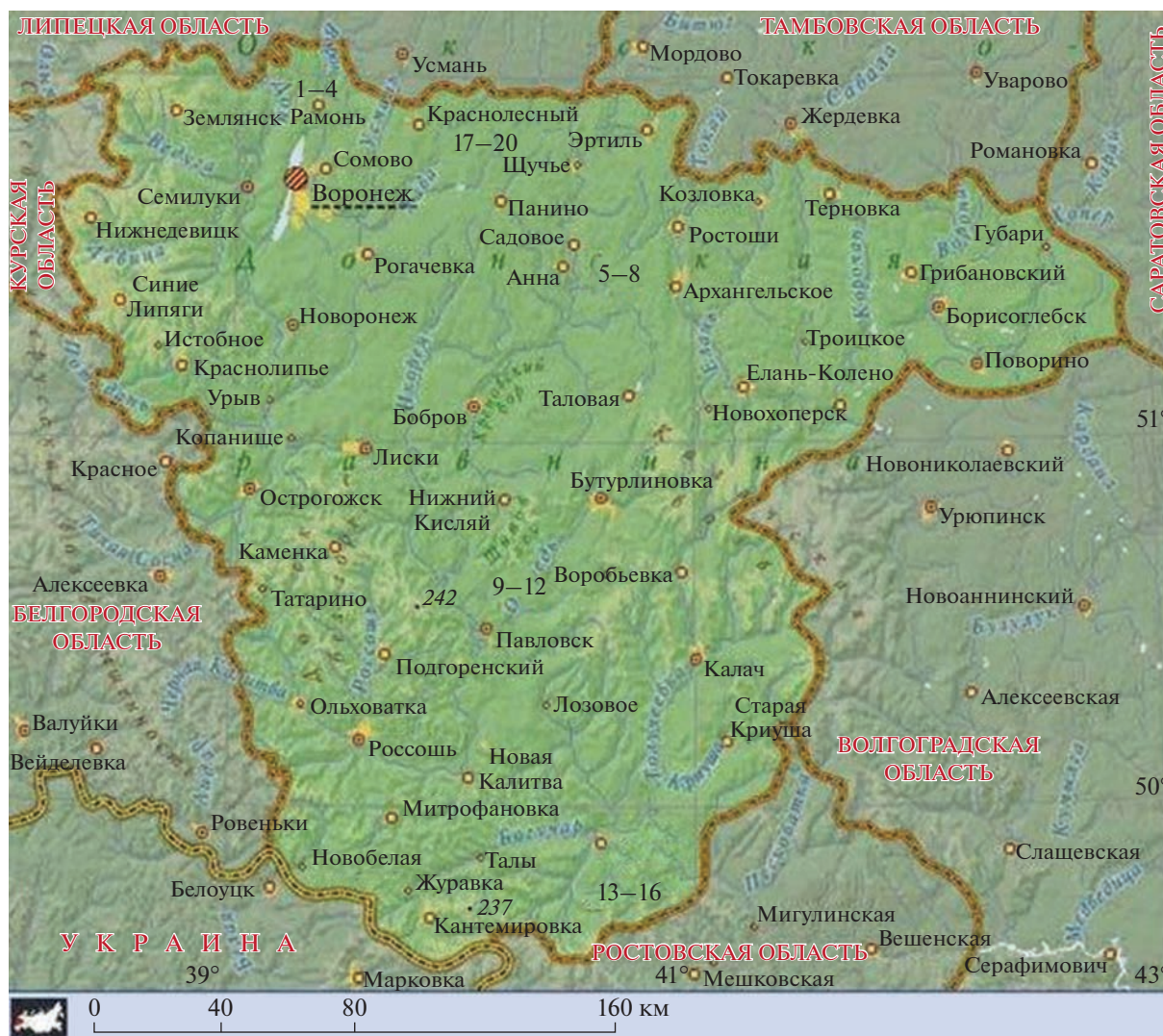


Рис. 1. Территории заготовок ЛРС (расшифровка в табл. 1).

Fig. 1. Medicinal plant raw materials collection sites (interpretation is given in tabl. 1).

монском р-не и А144 в Аннинском р-не оказались недоброкачественными по изучаемому показателю (табл. 1). На удалении 200 м от автомобильной трассы А144 содержание золы не соответствовало требованиям ФС в листьях подорожника большого, цветках пижмы обыкновенной, надземных частях горца птичьего, тысячелистника обыкновенного и полыни горькой; на удалении 200 м от трассы М4 “Дон” в Павловском р-не — в цветках пижмы обыкновенной, листьях подорожника большого и крапивы двудомной, надземных частях горца птичьего, пустырника пятилопастного, полыни горькой; на удалении 300 м от трассы М4 в Павловском р-не — в цветках пижмы обыкновенной и надземных частях пустырника пятилопастного. В отличие от надземных частей лекарственных растений, более благополучными по содержанию общей золы могут быть признаны

корни лопуха обыкновенного и одуванчика лекарственного. Полученные результаты можно объяснить отсутствием аэрозольного загрязнения корней растений взвешенными в воздухе частицами от автомобильного транспорта и выбросов промышленных предприятий.

Наиболее частое превышение норм по содержанию общей золы отмечено для образцов травы пустырника пятилопастного и цветков пижмы обыкновенной, что можно объяснить опушенностью этих видов растений, хорошо сорбирующих на себе взвешенные в воздухе загрязняющие вещества, а также достаточно высокими требованиями соответствующих ФС к указанным видам ЛРС. Сравнительный анализ содержания общей золы позволяет выстроить следующий ранговый ряд лекарственного сырья исследуемых видов растений: листья подорожника большого > ли-

Таблица 1. Среднее содержание (%) общей золы в лекарственном сырье, собранном на разном удалении от автомобильных и железных дорог**Table 1.** Average content (%) of total ash in medicinal plant raw materials collected at different distances from roads and railways

№ п/п	Район сбора Collection site	Лекарственное растительное сырье Medicinal plant raw materials									
		Трава горца птичьего <i>Polygonum aviculare</i> herb	Трава полыни горькой <i>Artemisia absinthium</i> herb	Трава тысячелистника обыкновенного <i>Achillea millefolium</i> herb	Трава пустырника пятилопастного <i>Leonurus quinquelobatus</i> herb	Листья подорожника большого <i>Plantago major</i> leaves	Листья крапивы двудомной <i>Urtica dioica</i> leaves	Цветки липы сердцевидной <i>Tilia cordata</i> flowers	Цветки пижмы обыкновенной <i>Tanacetum vulgare</i> flowers	Корни одуванчика лекарственного <i>Taraxacum officinale</i> roots	Корни лопуха обыкновенного <i>Arctium lappa</i> roots
1.	0 м от трассы М4 (Рамонский р-н) 0 m from the M4 motorway (Ramonsky district)	21.94	19.55	19.99	18.90	29.52	30.41	15.09	18.12	7.01	10.04
2.	100 м от трассы М4 (Рамонский р-н) 100 m from the M4 motorway (Ramonsky district)	17.42	16.32	17.08	15.53	25.71	23.91	12.07	10.67	5.55	8.27
3.	200 м от трассы М4 (Рамонский р-н) 200 m from the M4 motorway (Ramonsky district)	11.80	10.07	13.11	11.08	18.64	15.06	7.90	8.43	4.89	6.12
4.	300 м от трассы М4 (Рамонский р-н) 300 m from the M4 motorway (Ramonsky district)	10.78	10.29	11.98	9.06	17.93	16.38	6.08	6.22	3.98	6.08
5.	0 м от трассы А144 0 m from the A144 road	16.06	17.46	18.90	17.51	30.06	26.41	12.85	15.35	7.31	9.51
6.	100 м от трассы А144 100 m from the A144 road	15.33	15.40	16.52	15.30	27.42	23.06	12.09	12.22	5.78	7.22
7.	200 м от трассы А144 200 m from the A144 road	13.84	14.80	15.08	11.22	20.65	17.41	9.69	11.08	6.17	7.08
8.	300 м от трассы А144 300 m from the A144 road	12.55	11.06	10.12	9.60	17.32	13.09	7.53	7.45	4.21	6.41
9.	0 м от трассы М4 (Павловский р-н) 0 m from the M4 motorway (Pavlovsky district)	18.94	17.46	18.89	19.05	28.51	32.62	14.98	14.87	7.77	7.90
10.	100 м от трассы М4 (Павловский р-н) 100 m from the M4 motorway (Pavlovsky district)	16.45	15.21	16.33	17.43	26.12	28.06	11.08	13.88	6.33	7.33

Таблица 1. Окончание

№ п/п	Район сбора Collection site	Лекарственное растительное сырье Medicinal plant raw materials									
		Трава горца птичьего <i>Polygonum aviculare</i> herb	Трава полыни горькой <i>Artemisia absinthium</i> herb	Трава тысячелистника обыкновенного <i>Achillea millefolium</i> herb	Трава пустырника пятилопастного <i>Leonurus quinquelobatus</i> herb	Листья подорожника большого <i>Plantago major</i> leaves	Листья крапивы двудомной <i>Urtica dioica</i> leaves	Цветки липы сердцевидной <i>Tilia cordata</i> flowers	Цветки пижмы обыкновенной <i>Tanacetum vulgare</i> flowers	Корни одуванчика лекарственного <i>Taraxacum officinale</i> roots	Корни лопуха обыкновенного <i>Arctium lappa</i> roots
11.	200 м от трассы М4 (Павловский р-н) 200 m from the M4 motorway (Pavlovsky district)	16.73	13.75	13.16	13.75	23.33	23.95	9.34	13.07	6.04	7.97
12.	300 м от трассы М4 (Павловский р-н) 300 m from the M4 motorway (Pavlovsky district)	12.60	11.87	12.87	12.66	19.38	18.04	6.38	12.08	5.28	7.90
13.	0 м от нескоростной дороги 0 m from the secondary low- speed road	13.65	12.33	14.21	13.88	19.08	19.05	9.04	10.55	4.39	8.89
14.	100 м от нескоростной дороги 100 m from the secondary low- speed road	10.53	10.89	12.04	10.62	19.57	15.98	8.34	8.90	5.99	6.80
15.	200 м от нескоростной дороги 200 m from the secondary low- speed road	9.05	9.06	12.14	8.09	17.31	16.62	7.09	6.00	4.65	7.31
16.	300 м нескоростной дороги 300 m from the secondary low- speed road	7.41	8.21	11.08	8.50	14.02	10.09	7.66	6.27	3.90	6.91
17.	0 м от железной дороги 0 m from the railway	15.62	14.22	16.78	14.74	24.63	20.43	12.87	11.98	6.59	7.90
18.	100 м от железной дороги 100 m from the railway	12.04	11.75	12.09	10.89	15.98	13.84	7.90	8.35	4.29	7.23
19.	200 м от железной дороги 200 m from the railway	11.49	9.56	11.20	8.44	13.80	11.08	6.94	5.08	5.22	6.47
20.	300 м от железной дороги 300 m from the railway	10.07	8.11	8.23	8.68	14.66	9.05	4.12	5.66	4.90	6.17
Среднее Average		13.72	12.87	14.09	12.75	21.18	19.23	9.45	10.31	5.66	7.48
Числовой показатель по Государ- ственной Фармакопее Numeric indicator according to the Russian State Pharmacopoeia		13	13	15	12	20	20	10	9	8	11

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения общей золы, превышающие требования Государственной Фармакопее по изучаемому показателю для данного вида ЛРС.

Note. Total ash values in bold type exceed the requirements of the State Pharmacopoeia for the studied indicator for this type of medicinal plant raw materials.

Таблица 2. Допустимое расстояние от автомобильных и железных дорог для сбора лекарственного сырья изученных видов растений, соответствующего требованиям Государственной Фармакопеи

Table 2. Minimum allowable distance from roads and railways for the collection of medicinal raw materials of the studied plant species meeting the requirements of the Russian State Pharmacopoeia

Район сбора Collection site	Лекарственное растительное сырье Medicinal plant raw materials								Допустимое расстояние сбора сырья всех видов, м Minimum allowable distance for the raw material collection of all studied plant species, m
	Трава горца птичьего <i>Polygonum aviculare</i> herb	Трава полыни горькой <i>Artemisia absinthium</i> herb	Трава тысячелистника обыкновенного <i>Achillea millefolium</i> herb	Трава пустырника пятилопастного <i>Leonurus quinquelobatus</i> herb	Листья подорожника большого <i>Plantago major</i> leaves	Листья крапивы двудомной <i>Urtica dioica</i> leaves	Цветки липы сердцевидной <i>Tilia cordata</i> flowers	Цветки пижмы обыкновенной <i>Tanacetum vulgare</i> flowers	
Трасса М4 (Рамонский р-н) M4 motorway (Ramonsky district)	108	154	161	199	207	169	143	199	207
Трасса А144 Route A144	167	235	156	201	236	150	179	192	236
Трасса М4 (Павловский р-н) M4 motorway (Pavlovsky district)	280	237	291	312	293	268	166	378	378
Нескоростная дорога Secondary low-speed road	9	0	0	39	0	0	0	82	82
Железная дорога Railway	71	48	40	41	65	11	50	80	80

стья крапивы двудомной > надземная часть тысячелистника обыкновенного > надземная часть горца птичьего > надземная часть полыни горькой > надземная часть пустырника пятилопастного > цветки пижмы обыкновенной > цветки липы сердцевидной > корни лопуха обыкновенного > корни одуванчика лекарственного. Наиболее высокое содержание общей золы в листьях подорожника большого обусловлено строением и расположением листовых пластинок — больших по площади, расположенных, в основном, в горизонтальной плоскости в приземном ярусе, что создает хорошие условия для осаждения пылевых частиц на листовой поверхности. Высокими значениями содержания общей золы отличаются и листья крапивы двудомной, имеющие значительную общую площадь, а также опушение, что способствует задержанию пылевых частиц на их поверхности.

Для уточнения разрешенных зон сбора ЛРС вдоль транспортных магистралей на основе регрессионных уравнений были рассчитаны расстояния от дорог, на которых ЛРС соответствует требованиям Государственной Фармакопеи (табл. 2). Допустимое расстояние для заготовки сырья определяли как расстояние от дороги, на котором ЛРС всех

исследуемых видов растений соответствует фармакопейным требованиям. Расчеты показали, что расстояния, допустимые для сбора ЛРС, значительно различаются в зависимости от интенсивности трафика. Так, наименьшие допустимые расстояния для сбора лекарственного сырья изученных видов растений, соответствующего фармакопейным требованиям (80–82 м), выявлены для биотопов, расположенных вдоль железной дороги в Верхнехавском р-не и проселочной автомобильной дороги в Богучарском р-не Воронежской области, а максимальное расстояние установлено в степной зоне для биотопов вдоль автомобильной трассы М4 в Павловском р-не (около 380 м).

Результаты сходных исследований в Ростовской области, проведенных на примере лекарственного сырья четырех видов растений (травы *Polygonum aviculare*, *Artemisia absinthium*, *Achillea millefolium* и листьев *Plantago major*), позволили считать допустимыми для заготовки следующие расстояния: от железнодорожных магистралей — не менее 200 метров, от проселочной дороги — не менее 140 м [5]. Более значительное удаление от транспортных магистралей, необходимое для заготовки лекарственного растительного сырья, соответствующего требованиям Государственной

фармакопеи [23], в Ростовской области по сравнению с Воронежской, вероятно, связано с меньшим участием в растительном покрове деревьев и кустарников, образующих естественную преграду на пути распространения пылевых частиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Оценено содержание общей золы, как показателя содержания общего минерального комплекса и индикатора загрязнения пылевыми частицами лекарственного сырья 10 видов растений (трава полыни горькой *Artemisia absinthium* L., пустырника пятилопастного *Leonurus quinquelobatus* Gilib., тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* L., горца птичьего *Polygonum aviculare* L.; листья подорожника большого *Plantago major* L. и крапивы двудомной *Urtica dioica* L.; цветки пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L. и липы сердцевидной *Tilia cordata* Mill.; корни лопуха обыкновенного *Arctium lappa* L. и одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* F.H. Wigg), собранных в регламентированные нормативной

документацией сроки заготовки в придорожных биотопах Воронежской области. На основе данных о зольности лекарственного сырья исследуемых видов растений построен ранговый ряд по уменьшению содержания общей золы: листья *Plantago major* > листья *Urtica dioica* > трава *Achillea millefolium* > трава *Polygonum aviculare* L. > трава *Artemisia absinthium* L. > трава *Leonurus quinquelobatus* > цветки *Tanacetum vulgare* > цветки *Tilia cordata* > корни *Arctium lappa* > корни *Taraxacum officinale*. Установлено допустимое расстояние от дорог для сбора лекарственного сырья, которое зависит от интенсивности транспортной нагрузки и зонального положения биотопов. Получены следующие оценки: допустимое расстояние от крупных автодорог в условиях лесной зоны составляет не менее 210 м, в условиях лесостепной зоны — не менее 240 м, в условиях степной зоны — не менее 380 м. Расстояние от нескоростных автомобильных дорог и железнодорожных магистралей должно превышать 80 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьякова Н.А. 2021. Особенности накопления биологически активных веществ в корнях лопуха обыкновенного синантропной флоры Воронежской области. — Традиционная медицина. 2(65). С. 47–52. https://doi.org/10.54296/18186173_2021_2_47
2. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Чупандина Е.Е., Гапонов С.П. 2020. Выявление допустимых зон заготовки лекарственного растительного сырья вблизи транспортных магистралей. — Хим. растит. сырья. 4: 5–13.
3. Остроухова Е.Г. 2018. Экологическое состояние ромашки аптечной (*Matricaria chamomilla* L.), произрастающей на антропогенно преобразованных территориях. — Антропогенная трансформация природной среды. 4: 174–178. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36549337>
4. Селиванова Ю.А., Вервикина А.А., Дьякова Н.А., Сливкин А.И. 2022. Изучение содержания посторонних минеральных примесей в лекарственном растительном сырье синантропной флоры Ростовской области. — Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2: 98–103. <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/chembio/2022/02/2022-02-14.pdf>
5. Селиванова Ю.А., Дьякова Н.А., Вервикина А.А., Сливкин А.И. 2022. Исследование общего минерального комплекса лекарственного растительного сырья синантропной флоры Ростовской области. — Вестник Смоленской медицинской академии. 4: 205–210. https://elibrary.ru/download/elibrary_50106655_68495004.pdf
6. Государственная фармакопея Российской Федерации. 2018. Издание XIV. Т. 2. М. 1449 с.
7. Куркин В.А. 2004. Фармакогнозия. Самара. 1179 с.
8. Tasić M., Rajšić S., Tomašević M., Mijić Z., Ančić M., Novaković V., Marković D.M., Marković D.A., Lazić L., Radenković M., Joksić J. 2008. Assessment of Air Quality in an Urban Area of Belgrade, Serbia. — In: Environmental Technologies: New Developments. Vienna. P. 209–244. https://www.academia.edu/23672991/Assessment_of_Air_Quality_in_an_Urban_Area_of_Belgrade_Serbia
9. Sawidis T., Breuste J., Mitrovic M., Pavlovic P., Tsigaridas K. 2011. Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities — Environmental Pollution. 159(12): 3560–3570. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.08.008>
10. Anagnostatou V.A. 2008. Assessment of Heavy Metals in Central Athens and Suburbs Using Plant Material. Master's Thesis. Surrey. 45 p.
11. Rai A., Kulshreshtha K. 2006. Effect of particulates generated from automobile emission on some common plants. — J. Food Agricult. Environ. 4(1): 253–259. <https://www.wfpublisher.com/Abstract/813>
12. Gupta G.P., Kumar B., Singh S., Kulshreshtha U.C. 2016. Deposition and Impact of Urban Atmospheric Dust on Two Medicinal Plants during Different Seasons in NCR Delhi. — Aerosol Air Qual. Res. 16(11): 2920–2932. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2015.04.0272>
13. Wang H., Shi H., Li Y. 2011. Leaf Dust Capturing Capacity of Urban Greening Plant Species in Relation to Leaf Micromorphology. — In: International Symposium on Water Resource and Environmental Protection. Xi'an. P. 2198–2201. <https://doi.org/10.1109/ISWREP.2011.5893701e>

14. Wang L., Gong H., Liao W., Wang Z. 2015. Accumulation of particles on the surface of leaves during leaf expansion. — Sci. Total Environment. 532(1): 420–434.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.014>
15. Youssef N.A., Gurbanov E.M., Hacıyeva S.R., Mammedova A., Khalilov R.I. 2013. Antioxidant enzymes, fluctuating asymmetry and morphological changes of urban trees as an ecological indicators of heavy metal stress. — International Journal of Pharmaceutical Science and Health Care. 3(1): 1–11.
16. Castanheiro A., DeWael K., Samson R. 2016. Urban green as indicator of metal pollution. — 15th Castle Meeting New trends on Paleo, Rock and Environmental Magnetism. Dinant. 15–17.
<https://www.meteo.be/meteo/download/en/25955897/pdf/abs.11-08-16.pdf>
17. Dadea C., Bacchiocchi S.C., Rocca N.L., Mimmo T., Russo A., Zerbe S. 2016. Heavy metal accumulation in urban soils and deciduous trees in the City of Bolzano, N Italy. — Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz. — Forest Ecology, Landscape Research and Nature Protection). 15: 35–42.
https://www.afsv.de/download/literatur/waldoekologie-online/waldoekologie-online_heft-15-3.pdf
18. Kříbek B., Majer V., Knésl I., Nyambe I., Mihaljevič M., Ettler V. 2012. Metals and arsenic in cassava: Indicators of contamination in the Zambian Copperbelt mining district. — In: Environmental and health impacts of mining in Africa: proceedings of the annual workshop. Windhoek. P. 29–34.
19. Mansour R.S. 2014. The pollution of tree leaves with heavy metal in Syria. — International Journal of ChemTech Research. 6(4): 2283–2290. [https://sphinxsai.com/2014/vol6pt4/1/\(2283-2290\)Jul-Aug14.pdf](https://sphinxsai.com/2014/vol6pt4/1/(2283-2290)Jul-Aug14.pdf)
20. Tomašević M., Rajšić S., Dordević D., Tasić M., Krstić J., Novaković V. 2004. Heavy metals accumulation in tree leaves from urban areas. — Environ. Chem. Lett. 2(3): 151–154.
<https://doi.org/10.1007/s10311-004-0081-8>
21. Speak A.F., Rothwell J.J., Lindley S.J., Smith C.L. 2012. Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city. — Atmospheric Environment. 61: 283–293.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.07.043>
22. Castanheiro A., Samson R., DeWael K. 2016. Magnetic- and particle-based techniques to investigate metal deposition on urban green. — Sci. Total Environment. 571: 594–602.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.026>
23. Государственная фармакопея Российской Федерации. 2018. Издание XIV. Т. 4. М. 1859 с.

Assessment of Total Mineral Content in Raw Materials of Ten Medicinal Plants from Roadside Biotopes (Voronezh Region)

N. A. Dyakova*

Voronezh State University, Voronezh, Russia

*e-mail: Ninochka_V89@mail.ru

Abstract—The total mineral content in medicinal plants from the roadside and railside coenoses of the Voronezh region was studied. The pharmacopoeial plant raw materials of 10 species were evaluated: roots of *Taraxacum officinale* F.H. Wigg and *Arctium lappa* L.; herb of *Polygonum aviculare* L., *Artemisia absinthium* L., *Leonurus quinquelobatus* Gilib., and *Achillea millefolium* L.; leaves of *Urtica dioica* L. and *Plantago major* L.; flowers of *Tanacetum vulgare* L. and *Tilia cordata* Mill. For collecting medicinal plant raw materials, the minimum allowable distances from different types of roads and railways were determined based on the total ash content indicator. For different natural zones, the minimum allowable distance from the heavy traffic motorways is: forest zone — 210 m, forest–steppe zone — 240 m, and steppe zone (devoid of tree and shrub vegetation) — 380 m. For secondary low-speed roads and railways, the minimum recommended distance is 80 m.

Keywords: medicinal plants, *Taraxacum officinale*, *Arctium lappa*, *Achillea millefolium*, *Artemisia absinthium*, *Leonurus quinquelobatus*, *Polygonum aviculare*, *Urtica dioica*, *Plantago major*, *Tanacetum vulgare*, *Tilia cordata*, total ash content, biotopes, Voronezh region

REFERENCES

1. Dyakova N.A. 2021. Features of the accumulation of biologically active substances in the roots of great burdock of the synanthropic flora of the Voronezh region. — Tradicionnaya medicina. 2(65): 47–52.
https://doi.org/10.54296/18186173_2021_2_47 (In Russian)
2. Dyakova N.A., Slivkin A.I., Chupandina E.E., Gaponov S.P. 2020. Identification of permissible areas of preparation of medicinal vegetable raw materials near transport lines. — Khimija Rastitel'nogo Syr'ya. 4: 179–186.
<https://doi.org/10.14258/jcprm.2020047609> (In Russian)

3. *Ostroukhova E.G.* 2018. Ecological condition of *Matricaria chamomilla* L. plants grown in the anthropogenically transformed territories. — *Anthropogenic Transformation of Nature*. 4: 174–178. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36549337> (In Russian)
4. *Selivanova Yu.A., Vervikina A.A., Dyakova N.A., Slivkin A.I.* 2022. Study of content of foreign mineral impurities in medicinal plant raw materials of synanthropic flora of Rostov Region. — *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2: 98–103. <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/chembio/2022/02/2022-02-14.pdf> (In Russian)
5. *Selivanova Yu.A., Dyakova N.A., Vervikina A.A., Slivkin A.I.* 2022. Investigation of the general mineral complex of medicinal plant raw materials of the synanthropic flora of the Rostov region. — *Vestnik of Smolensk State Medical Academy*. 4: 205–210. https://elibrary.ru/download/elibrary_50106655_68495004.pdf (In Russian)
6. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV]. Vol. 2. M. 2018. 1449 p. (In Russian)
7. *Kurkin V.A.* 2004. [Pharmacognosy]. Samara. 1179 p. (In Russian)
8. *Tasić M., Rajšić S., Tomašević M., Mijić Z., Ančić M., Novaković V., Marković D.M., Markovć D.A., Lazjić L., Radenković M., Joksić J.* 2008. Assessment of Air Quality in an Urban Area of Belgrade, Serbia. — In: *Environmental Technologies: New Developments*. Vienna. P. 209–244. https://www.academia.edu/23672991/Assessment_of_Air_Quality_in_an_Urban_Area_of_Belgrade_Serbia
9. *Sawidis T., Breuste J., Mitrovic M., Pavlovic P., Tsigaridas K.* 2011. Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities. — *Environmental Pollution*. 159(12): 3560–3570. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.08.008>
10. *Anagnostatou V.A.* 2008. Assessment of Heavy Metals in Central Athens and Suburbs Using Plant Material. Master's Thesis. Surrey. 45 p.
11. *Rai A., Kulshreshtha K.* 2006. Effect of particulates generated from automobile emission on some common plants. — *J. Food Agricult. Environ.* 4(1): 253–259. <https://www.wflpublisher.com/Abstract/813>
12. *Gupta G.P., Kumar B., Singh S., Kulshreshtha U.C.* 2016. Deposition and impact of urban atmospheric dust on two medicinal plants during different seasons in NCR Delhi. — *Aerosol Air Qual. Res.* 16(11): 2920–2932. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2015.04.0272>
13. *Wang H., Shi H., Li Y.* 2011. Leaf Dust Capturing Capacity of Urban Greening Plant Species in Relation to Leaf Micromorphology. — In: *International Symposium on Water Resource and Environmental Protection*. Xi'an. P. 2198–2201. <https://doi.org/10.1109/ISWREP.2011.5893701>
14. *Wang L., Gong H., Liao W., Wang Z.* 2015. Accumulation of particles on the surface of leaves during leaf expansion. — *Sci. Total Environment*. 532(1): 420–434. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.014>
15. *Youssef N.A., Gurbanov E.M., Hacıyeva S.R., Mammedova A., Khalilov R.I.* 2013. Antioxidant enzymes, fluctuating asymmetry and morphological changes of urban trees as an ecological indicators of heavy metal stress. — *International Journal of Pharmaceutical Science and Health Care*. 3(1): 1–11.
16. *Castanheiro A., DeWael K., Samson R.* 2016. Urban green as indicator of metal pollution. — 15th Castle Meeting: New trends on Paleo, Rock and Environmental Magnetism. Dinant. P. 15–17. <https://www.meteo.be/meteo/download/en/25955897/pdf/abs.11-08-16.pdf>
17. *Dadea C., Bacchiocchi S.C., Rocca N.L., Mimmo T., Russo A., Zerbe S.* 2016. Heavy metal accumulation in urban soils and deciduous trees in the City of Bolzano, N Italy. — *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz. — Forest Ecology, Landscape Research and Nature Protection*. 15: 35–42. https://www.afsv.de/download/literatur/waldoekologie-online/waldoekologie-online_heft-15-3.pdf
18. *Kříbek B., Majer V., Kněsl I., Nyambe I., Mihaljevič M., Ettler V.* 2012. Metals and arsenic in cassava: Indicators of contamination in the Zambian Copperbelt mining district. — In: *Environmental and Health Impacts of Mining in Africa: proceedings of the annual workshop*. Windhoek. P. 29–34.
19. *Mansour R.S.* 2014. The pollution of tree leaves with heavy metal in Syria. — *International Journal of ChemTech Research*. 6(4): 2283–2290. [https://sphinxsai.com/2014/vol6pt4/1/\(2283-2290\)Jul-Aug14.pdf](https://sphinxsai.com/2014/vol6pt4/1/(2283-2290)Jul-Aug14.pdf)
20. *Tomašević M., Rajšić S., Đorđević D., Tasić M., Krstić J., Novaković V.* 2004. Heavy metals accumulation in tree leaves from urban areas. — *Environ. Chem. Lett.* 2(3): 151–154. <https://doi.org/10.1007/s10311-004-0081-8>
21. *Speak A.F., Rothwell J.J., Lindley S.J., Smith C.L.* 2012. Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city. — *Atmospheric Environment*. 61: 283–293. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.07.043>
22. *Castanheiro A., Samson R., DeWael K.* 2016. Magnetic- and particle-based techniques to investigate metal deposition on urban green. — *Sci. Total Environment*. 571: 594–602. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.026>
23. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. Edition XIV]. Vol. 4. Moscow. 2018. 1859 p. (In Russian)