

УДК 574.24:615.322

DOI 10.34014/2227-1848-2025-1-124-134

ЖИЗНЕННО НЕОБХОДИМЫЕ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОТОПОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Дьякова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия

Цель работы – экспериментальное изучение содержания жизненно необходимых микроэлементов в дикорастущем лекарственном растительном сырье естественных экотопов Воронежской области.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования использовали фармакопейные виды лекарственного растительного сырья: горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.) траву, крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) листья, липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) цветки, лопуха большого (*Arctii radices*) корни, одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg) корни, пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) цветки, подорожника большого (*Plantago major* L.) листья, полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.) траву, пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) траву, тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) траву. Микроэлементный состав образцов изучали масс-спектроскопическим методом после кислотно-микроволнового разложения.

Результаты. К сильно накапливаемым из почв жизненно необходимым микроэлементам следует отнести цинк; наиболее высокие темпы его биологического поглощения отмечены в корнях и травах. Для всех видов лекарственного растительного сырья, кроме цветков, к интенсивно накапливаемым элементам относится медь. Молибден активно накапливают крапивы двудомной и подорожника большого листья, липы сердцевидной цветки, тысячелистника обыкновенного и полыни горькой трава. Высокое биологическое поглощение из почв кобальта отмечено для одуванчика лекарственного и лопуха большого корней.

Выводы. Результаты исследования показали богатый микроэлементный состав изучаемого лекарственного растительного сырья, что может быть использовано в медицинской и фармацевтической практике для коррекции физиологических норм содержания микроэлементов в организме человека.

Ключевые слова: Воронежская область, жизненно необходимые микроэлементы, железо, кобальт, марганец, медь, молибден, селен, хром, цинк, лекарственное растительное сырье.

Введение. В настоящее время на фармацевтическом рынке немалую долю ассортимента составляют препараты на основе лекарственного растительного сырья (ЛРС). Во всем мире считаются перспективными исследования, которые направлены на поиски новых фармакологически значимых веществ растительного происхождения и их комбинаций, способных оказывать суммированный терапевтический эффект, а также на включение их в новые лекарственные формы [1, 2]. Фармакологическая активность ЛРС зависит не только от основной группы биологически активных веществ (БАВ) (таких как алкалоиды,

дубильные вещества, эфирные масла, сапонины и т.д.), но и от его микроэлементного качественного и количественного состава. Существует прямая генетическая взаимосвязь между содержанием основных БАВ и микроэлементами, так как последние являются ферментами и участвуют в биосинтезе БАВ [3, 4].

Причиной многих заболеваний является дефицит биологически значимых элементов, а потому ЛРС и лекарственные растительные препараты (ЛРП) можно использовать как источник поступления данных элементов в организм человека. Особый интерес в этом отно-

шении представляют микроэлементы, содержание которых в теле человека варьирует в пределах от 0,001 до 0,00001 % [5, 6].

Среди микроэлементов особую группу составляют жизненно необходимые, для которых установлена важная роль в обеспечении жизнедеятельности. Они являются компонентами сложной физиологической системы, участвующей в регулировании жизненных функций организма на всех этапах его развития [7, 8]. ЛРС и ЛРП могут служить важными источниками таких жизненно необходимых микроэлементов, как железо, медь, цинк, марганец, хром, селен, молибден, кобальт [9, 10].

Микроэлементы играют определенную роль в жизнедеятельности растений, поэтому и присутствуют в них в различных количествах. Недостаток жизненно необходимых микроэлементов приводит к нарушению обмена веществ и физиологических процессов как растительного, так и человеческого организма [11, 12]. В сочетании с другими действующими веществами микроэлементы могут проявлять определенную фармакологическую активность и влиять на фармакологическое действие БАВ [13, 14].

Железо участвует в окислительно-восстановительных процессах, входит в состав ферментов, хлорофилла, а также гемоглобина – его недостаток приводит к железодефицитной анемии [14, 15].

Кобальт в растении необходим для фиксации азота клубеньковыми бактериями, повышает продуктивность растительных культур, входит в состав ферментов, влияющих на биосинтез белка, хлорофилла, углеводов. В организме человека входит в состав цианокобаламина (витамина В12) и активных центров ряда ферментов, участвует в биосинтезе гормонов щитовидной железы [15, 16].

Марганец входит в состав окислительно-восстановительных ферментов, влияет на накопление аскорбиновой кислоты в растении, ускоряет отток углеводов от листьев к корню. Недостаток марганца приводит к появлению светлых участков на листьях, а в дальнейшем – к отмиранию. В организме человека

марганец является кофактором ряда ферментов, необходим для костной и соединительной тканей [14, 16].

Медь является структурной составляющей ряда окислительных ферментов, влияет на белковый и углеводный обмен растений, усиливает синтез хлорофилла, за счет чего происходит увеличение интенсивности процесса фотосинтеза и клеточного дыхания. Влияет на устойчивость растений к бактериальным и грибковым заболеваниям. В организме человека медь оказывает положительное воздействие на иммунную систему, участвует в процессе кроветворения [15, 16].

Молибден принимает участие в процессе нейтрализации нитратов, за счет чего увеличивается урожайность растений и качество ЛРС. Входит в активные центры ряда ферментов (ксантиноксидазы, сульфитоксидазы, альдегидоксидазы, ксантиндегидрогеназы, нитроредуктазы и др.), являющихся катализаторами окислительно-восстановительных процессов в организме человека [14, 15].

Селен задействован в образовании хлорофилла, биосинтезе жирных и трикарбоновых кислот, повышает засухоустойчивость. В организме человека необходим для функционирования антиоксидантной, иммунной, репродуктивной систем, является антагонистом мышьяка, таллия, свинца, кадмия, ртути [14–16].

Хром в растении нужен для биосинтеза белков. Он повышает содержание хлорофилла и эффективность фотосинтеза. В организме человека участвует в регуляции уровня глюкозы в крови, усиливает действие инсулина, обладает способностью влиять на выработку триглицеридов и липопротеидов низкой плотности [15, 16].

Цинк играет важную роль в образовании ДНК и рибосом, участвует в реакциях метаболизма углеводов, фосфатов и белков. Недостаток цинка приводит к снижению устойчивости растений к холоду и засухе, уменьшению образования почек и ухудшению урожайности. В организме человека необходим для регулирования активности более чем 300 ферментов. Он принимает участие в формировании

нии полноценного иммунного ответа, секреторной активности сальных желез, нормальном развитии и функционировании всех видов соединительной ткани [15, 16].

Ведущими при формировании химического состава растений являются генетический и экологический факторы. Различные микроэлементы, участвующие в жизни растений, накапливаются во всех их частях, однако с разной интенсивностью. На накопление в растениях различных микроэлементов влияют содержание элемента в почве, его химическая форма, вид растения, распределение элемента по органам [17, 18].

Цель исследования. Изучение содержания жизненно необходимых микроэлементов в дикорастущем лекарственном растительном сырье естественных экотопов Воронежской области.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования использовали фармакопейные виды ЛРС, широко распространенные на территории Воронежской области и заготавливаемые преимущественно от дикорастущих растений: горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.) траву, крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) листья, липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) цветки, лопуха большого (*Arctii radices*) корни, одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg) корни, пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) цветки, подорожника большого (*Plantago major* L.) листья, полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.) траву, пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) траву, тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) траву [19]. Заготовку ЛРС осуществляли по фармакопейным правилам в естественных природных зарослях в Воронежском государственном биосферном заповеднике в Верхнехавском районе Воронежской области. Для изучения биологического поглощения жизненно необходимых микроэлементов дикорастущим ЛРС осуществляли отбор пробы верхних слоев почв (0–10 см от

поверхности). Почвы территории заготовки сырья представлены дерновыми лесными.

Из измельченного сырья отбирались образцы для анализа, которые подвергались кислотному разложению смесью плавиковой и азотной кислот с использованием систем микро-волновой пробоподготовки. Растворенную пробу количественно переносили в пробирку, трижды смывая ее водой деионированной, доводили объем до метки 10 мл, перемешивали. Автоматическим дозатором отбирали аликвоту 1 мл, доводили ее до 10 мл 0,5 % азотной кислотой. Микроэлементный состав проб определяли методом масс-спектро스코пии с индуктивно связанной плазмой на приборе ELAN-DRC в соответствии с МУК 4.1.1483-03. Правильность определения контролировали методом добавок.

Пользовались классификацией биологически значимых элементов по А.П. Авцыну [16]. Коэффициенты биологического поглощения рассчитывали по А.И. Перельману [20].

Результаты и обсуждение. Наиболее высокий уровень содержания жизненно необходимых микроэлементов в изучаемых видах ЛРС Воронежской области отмечен в подорожника большого листьях (более 790 мкг/г), а также в горца птичьего траве и лопуха большого корнях (более 580 мкг/г) (табл. 1). Для остальных видов ЛРС содержание жизненно необходимых микроэлементов составило менее 500 мкг/г. Особенно низкое суммарное содержание определяемых элементов зафиксировано для пижмы обыкновенной и липы сердцевидной цветков, а также тысячелистника обыкновенного травы (менее 200 мкг/г). Если рассматривать доленое соотношение данной группы элементов, то наибольшее содержание их отмечено в одуванчика лекарственного и лопуха большого корнях, подорожника большого листьях, горца птичьего траве (более 1 %), при этом относительное содержание определяемых жизненно необходимых элементов в верхних слоях почв территории заготовки растительных образцов составляет 57 % (табл. 2).

Таблица 1
Table 1

Содержание жизненно необходимых микроэлементов в дикорастущем ЛРС, мкг/г
Content of vital microelements in wild-growing medicinal plants, mcg/g

Элемент Element	Fe	Co	Mn	Cu	Mo	Se	Cr	Zn	Всего жизненно необходимых микро- элементов Vital trace ele- ments, total	Всего определено элементов Elements, total
Горца птичьего трава (<i>Polygoni avicularis</i> herba) Common knotgrass (herb)	528	0,8	25	5,0	0,6	0,02	1,2	26	585,7	37046
Крапивы двудомной листья (<i>Urticae dioicae</i> folia) Common nettle (leaves)	330	0,2	91	5,8	7,7	0,35	1,5	18	453,5	76757
Липы сердцевидной цветки (<i>Tiliae flores</i>) Small-leaved linden (flowers)	117	0,2	28	2,0	1,4	0,01	0,2	13	162,3	38531
Лопуха большого корни (<i>Arctii radices</i>) Great burdock (roots)	509	3,7	29	8,5	0,8	0,32	3,1	32	586,2	48063
Одуванчика лекарственного корни (<i>Taraxaci</i> <i>officinalis radices</i>) Common dandelion (roots)	278	4,3	20	5,3	0,2	0,24	3,3	30	340,6	19064
Пижмы обыкновенной цветки (<i>Tanaceti vulgaris</i> flores) Tansy (flowers)	63	0,2	42	2,3	0,4	0,01	0,2	13	120,1	42252
Подорожника большого листья (<i>Plantaginis majoris</i> folia) Broadleaf plantain (leaves)	714	0,4	50	3,8	1,8	0,16	2,9	18	790,8	61500
Полыни горькой трава (<i>Artemisiae absinthii</i> herba) Common wormwood (herb)	185	0,2	46	12,5	0,9	0,04	0,6	25	270,2	43979

Пустырника пятилопастного трава (<i>Leonuri herba</i>) Five-bladed motherwort (herb)	192	0,6	60	6,5	0,7	0,03	0,3	27	287,5	58066
Тысячелистника обыкновенного трава (<i>Achilleae millefolii herba</i>) Common yarrow (herb)	115	0,2	38	6,6	1,2	0,03	0,4	20	181,0	32771
Почва Soil	19100	3,3	370	3,1	0,9	8,50	4,2	12	19502,0	34184

Таблица 2

Table 2

Доля жизненно необходимых микроэлементов в общем элементном комплексе ЛРС, %

Percentage of vital trace elements in the total elemental complex of medicinal plants, %

Элемент Element	Fe	Co	Mn	Cu	Mo	Se	Cr	Zn	Итого жизненно необходимых микроэлементов Vital trace elements, total
Горца птичьего трава (<i>Polygoni avicularis herba</i>) Common knotgrass (herb)	1,4	0,002	0,07	0,01	0,001	0,0001	0,003	0,07	1,58
Крапивы двудомной листья (<i>Urticae dioicae folia</i>) Common nettle (leaves)	0,4	0,001	0,12	0,01	0,010	0,0005	0,002	0,02	0,59
Липы сердцевидной цветки (<i>Tiliae flores</i>) Small-leaved linden (flowers)	0,3	0,001	0,07	0,01	0,004	0,0001	0,001	0,03	0,42
Лопуха большого корни (<i>Arctii radices</i>) Great burdock (roots)	1,1	0,008	0,06	0,02	0,002	0,0007	0,006	0,07	1,22
Одуванчика лекарственного корни (<i>Taraxaci officinalis radices</i>) Common dandelion (roots)	1,5	0,022	0,10	0,03	0,001	0,0012	0,017	0,16	1,79

Пижмы обыкновенной цветки (<i>Tanaceti vulgaris</i> flores) Tansy (flowers)	0,2	0,001	0,10	0,01	0,001	<0,0001	0,000	0,03	0,28
Подорожника большого листья (<i>Plantaginis majoris</i> folia) Broadleaf plantain (leaves)	1,2	0,001	0,08	0,01	0,003	0,0003	0,005	0,03	1,29
Полыни горькой трава (<i>Artemisiae absinthii</i> herba) Common wormwood (herb)	0,4	0,001	0,10	0,03	0,002	0,0001	0,001	0,06	0,61
Пустырника пятилопастного трава (<i>Leonuri herba</i>) Five-bladed motherwort (herb)	0,3	0,001	0,10	0,01	0,001	0,0001	0,001	0,05	0,50
Тысячелистника обыкновенного трава (<i>Achilleae millefolii</i> herba) Common yarrow (herb)	0,4	0,001	0,12	0,02	0,004	0,0001	0,001	0,06	0,55
Почва Soil	4,4	0,001	0,08	0,01	0,001	0,0019	0,001	0,01	57,05

Самый высокий уровень железа зафиксирован в подорожника большого листьях – более 700 мкг/г, наименьшая концентрация его отмечена для пижмы обыкновенной цветков – менее 70 мкг/г. Доля железа в общем минеральном комплексе изучаемого ЛРС варьировала от 0,15 % (в пижмы обыкновенной цветках) до 1,46 % (в одуванчика лекарственного корнях). Содержание железа в верхних слоях почв территории заготовки ЛРС составило 4,35 % общего объема минеральных веществ.

Наибольшее содержание марганца отмечено для крапивы двудомной листьев – более 90 мкг/г, наименьший – для одуванчика лекарственного корней – 20 мкг/г. Доля марганца в общем минеральном комплексе сырья варьировала на уровне 0,06–0,12 %.

Высокий уровень цинка отмечен в корнях изучаемых растений – более 30 мкг/г, при

этом его доля в общем объеме минеральных веществ составляла не более 0,16 %.

Содержание остальных определяемых жизненно необходимых микроэлементов в общем объеме минерального комплекса не превышало 0,1 %. Относительно высокая концентрация молибдена имела место в крапивы двудомной листьях (7,7 мкг/г), меди – в полыни горькой траве (12,5 мкг/г). Кобальт и хром активно накапливались в одуванчика лекарственного и лопуха большого корнях (более 3 мкг/г), селен – в крапивы двудомной листьях и лопуха большого корнях (более 0,3 мкг/г).

Для подробного изучения особенностей аккумуляции жизненно необходимых микроэлементов изучаемыми видами ЛРС из почв рассчитывались коэффициенты биологического поглощения, которые анализировались согласно классификации А.И. Перельмана (табл. 3).

Таблица 3
Table 3Коэффициенты биологического поглощения жизненно необходимых микроэлементов
изучаемыми видами растений из почвCoefficients of biological absorption of vital trace elements from soils
by the studied medicinal plants

Элемент Element	Fe	Co	Mn	Cu	Mo	Se	Cr	Zn
Горца птичьего трава (<i>Polygoni avicularis herba</i>) Common knotgrass (herb)	0,03	0,25	0,07	1,62	0,63	<0,01	0,29	2,15
Крапивы двудомной листья (<i>Urticae dioicae folia</i>) Common nettle (leaves)	0,02	0,07	0,25	1,88	8,85	0,04	0,35	1,46
Липы сердцевидной цветки (<i>Tiliae flores</i>) Small-leaved linden (flowers)	0,01	0,06	0,08	0,64	1,56	<0,01	0,05	1,08
Лопуха большого корни (<i>Arctii radices</i>) Great burdock (roots)	0,03	1,13	0,08	2,73	0,87	0,04	0,73	2,7
Одуванчика лекарственного корни (<i>Taraxaci officinalis radices</i>) Common dandelion (roots)	0,01	1,29	0,05	1,69	0,24	0,03	0,78	2,46
Пижмы обыкновенной цветки (<i>Tanaceti vulgaris flores</i>) Tansy (flowers)	<0,01	0,07	0,11	0,73	0,43	<0,01	0,04	1,07
Подорожника большого листья (<i>Plantaginis majoris folia</i>) Broadleaf plantain (leaves)	0,04	0,12	0,13	1,22	2,09	0,02	0,68	1,52
Полыни горькой трава (<i>Artemisiae absinthii herba</i>) Common wormwood (herb)	0,01	0,06	0,12	4,05	1,06	<0,01	0,14	2,11
Пустырника пятилопастного трава (<i>Leonuri herba</i>) Five-bladed motherwort (herb)	0,01	0,17	0,16	2,09	0,77	<0,01	0,08	2,25
Тысячелистника обыкновенного трава (<i>Achilleae millefolii herba</i>) Common yarrow (herb)	0,01	0,06	0,1	2,11	1,32	<0,01	0,09	1,63

Таблица 4
Table 4Биологическое поглощение жизненно необходимых микроэлементов в изучаемых видах
ЛРС согласно классификации по А.И. ПерельмануBiological absorption of vital trace elements in the studied medicinal plants according
to A.I. Perelman

Элементы Elements	Сильно накапливаемые Highly accumulated elements ($n \times 10^0 \dots n \times 10^1$)	Среднего захвата Moderately accumu- lated elements ($n \times 10^{-1} \dots n \times 10^0$)	Слабого захвата Slightly accumulated elements ($n \times 10^{-1} \dots n \times 10^{-2}$)
Горца птичьего трава (<i>Polygoni avicularis herba</i>) Common knotgrass (herb)	Cu, Zn	Co, Mo, Cr	Fe, Mn

Крапивы двудомной листья (<i>Urticae dioicae folia</i>) Common nettle (leaves)	Cu, Mo, Zn	Mn, Cr	Fe, Co, Se
Липы сердцевидной цветки (<i>Tiliae flores</i>) Small-leaved linden (flowers)	Zn, Mo	Cu	Fe, Co, Mn, Cr
Лопуха большого корни (<i>Arctii radices</i>) Great burdock (roots)	Co, Cu, Zn	Mo, Cr	Fe, Mn, Se
Одуванчика лекарственного корни (<i>Taraxaci officinalis radices</i>) Common dandelion (roots)	Co, Cu, Zn	Mo, Cr	Fe, Mn, Se
Пижмы обыкновенной цветки (<i>Tanacetii vulgaris flores</i>) Tansy (flowers)	Zn	Mn, Cu, Mo	Co, Cr
Подорожника большого листья (<i>Plantaginis majoris folia</i>) Broadleaf plantain (leaves)	Cu, Mo, Zn	Co, Mn, Cr	Fe, Se
Полыни горькой трава (<i>Artemisiae absinthii herba</i>) Common wormwood (herb)	Cu, Mo, Zn	Mn, Cr	Fe, Co
Пустырника пятилопастного трава (<i>Leonuri herba</i>) Five-bladed motherwort (herb)	Zn, Cu	Co, Mn, Mo	Fe, Cr
Тысячелистника обыкновенного трава (<i>Achilleae millefolii herba</i>) Common yarrow (herb)	Cu, Mo, Zn	Mn	Fe, Co, Cr

Заключение. Изучено содержание жизненно необходимых микроэлементов в дикорастущем лекарственном растительном сырье естественных экотопов Воронежской области. К сильно накапливаемым из почв микроэлементам следует отнести цинк; наиболее высокие темпы его биологического поглощения отмечены в корнях и травах. Для всех видов лекарственного растительного сырья, кроме цветков, к сильно накапливаемым элементам относится медь. Молибден активно накапливают крапивы двудомной и подорожника

большого листа, липы сердцевидной цветки, тысячелистника обыкновенного и полыни горькой трава. Высокое биологическое поглощение из почв кобальта отмечено для одуванчика лекарственного и лопуха большого корней. Результаты исследования показали богатый микроэлементный состав изучаемого ЛРС, что может быть использовано в медицинской и фармацевтической практике для коррекции физиологических норм содержания жизненно необходимых микроэлементов в организме человека.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Комаров Б.А. Элементный состав тысячелистника обыкновенного. Разработка и регистрация лекарственных средств. 2018; 3 (24): 158–161.
2. Рыбашлыкова Л.П. Макро- и микроэлементы в лекарственных растениях, культивируемых в Астраханской области. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2017; 5: 33–35.
3. Дьякова Н.А. Исследование минерального комплекса травы горца птичьего. Традиционная медицина. 2023; 2 (72): 23–28.

4. Дьякова Н.А. Исследование минерального комплекса корней одуванчика. Вестник Смоленской медицинской академии. 2022; 21 (2): 171–176.
5. Гундарева А.Н., Мелякина Э.И. Микроэлементы-биофилы в дикорастущих лекарственных растениях Астраханской области. Астраханский вестник экологического образования. 2019; 1: 160–164.
6. Дьякова Н.А. Изучение особенностей извлечения редкоземельных элементов из лекарственного растительного сырья в настои и отвары. Химико-фармацевтический журнал. 2023; 57 (5): 44–49.
7. Винокурова О.А., Сливкин А.И., Тринеева О.В. Исследования элементного состава травы тимьяна ползучего различных фирм-производителей. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2016; 3: 101–104.
8. Дьякова Н.А. Изучение минерального комплекса корней лопуха обыкновенного. Вестник Смоленской медицинской академии. 2022; 21 (1): 175–180.
9. Гравель И.В., Нгуен Т.Н.К., Алексеева Н.А., Тарасенко О.А. Изучение минерального состава сырья и водных извлечений двух видов мяты. Фармация. 2013; 3: 24–27.
10. Федько И.В. Лекарственные растения – возможные источники основных макро- и микроэлементов. Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2013; 3: 526–530.
11. Злобина Ю.М. Содержание микроэлементов-биофилов и тяжелых металлов в лекарственном растении тысячелистнике обыкновенном *Achillea millefolium* L. Альманах молодой науки. 2013; 3: 33–34.
12. Дьякова Н.А. Особенности накопления в лекарственном растительном сырье и извлечения в настои и отвары эссенциальных микроэлементов. Биофармацевтический журнал. 2022; 14 (4): 3–11.
13. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. К вопросу о содержании микроэлементов в сырье перспективных видов лекарственных растений Южного Предуралья. Вестник Оренбургского государственного университета. 2006; 12S (62): 167–168.
14. Скальный А.В., Скальная М.Г., Киричук А.А., Тиньков А.А. Медицинская элементология. Москва: Наука, 2021. 199.
15. Афиногенов Ю.П., Бусыгина И.А., Гончаров Е.Г. Биогенные элементы и их физиологическая роль. Воронеж: Издательский Дом ВГУ, 2008. 143.
16. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатия. Москва: Медицина; 1991. 496.
17. Тихомирова Л.И., Базарнова Н.Г., Сысоева А.В., Щербакова Л.В. Фитохимический анализ биотехнологического сырья представителей рода *Potentilla* L. Химия растительного сырья. 2018; 1: 145–154.
18. Попов А.И., Дементьев Ю.Н. Химические элементы минеральных веществ листьев голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) из семейства вересковые (Ericaceae Juss.). Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014; 10 (120): 69–73.
19. Государственная фармакопея Российской Федерации. Изд-е XIV. Т. 4. М.: ФЭМБ, 2018. 1883.
20. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. Москва: Высшая школа, 1975. 392.

Поступила в редакцию 17.10.2024; принята 11.11.2024.

Автор

Дьякова Нина Алексеевна – доктор фармацевтических наук, доцент, доцент кафедры фармацевтической технологии фармацевтического факультета, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». 394007, Россия, г. Воронеж, Университетская пл., 1; e-mail: Ninochka_V89@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0766-3881>.

Образец цитирования

Дьякова Н.А. Жизненно необходимые микроэлементы в дикорастущих лекарственных растениях естественных экотопов Воронежской области. Ульяновский медико-биологический журнал. 2025; 1: 124–134. DOI: 10.34014/2227-1848-2025-1-124-134.

VITAL TRACE ELEMENTS IN WILD MEDICINAL PLANTS OF NATURAL ECOTOPES IN THE VORONEZH REGION

N.A. D'yakova

Voronezh State University, Voronezh, Russia

The aim of the paper is an experimental study of the content of vital trace elements in wild medicinal plants of natural ecotopes in the Voronezh region.

Materials and Methods. The following pharmacopoeial types of medicinal plants were used as research targets: common knotgrass (*Polygonum aviculare* L.), herb; common nettle (*Urtica dioica* L.), leaves; small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.), flowers; great burdock (*Arctium lappa* L.), roots; common dandelion (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg), roots; tansy (*Tanacetum vulgare* L.), flowers; broadleaf plantain (*Plantago major* L.), leaves; common wormwood (*Artemisia absinthium* L.), herb; five-bladed motherwort (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.), herb; common yarrow (*Achillea millefolium* L.), herb. Mass spectrometry was used to examine the trace element composition of samples after acid-microwave digestion.

Results. Zinc should be considered as a vital trace element that is strongly accumulated from soils. The highest rates of its biological absorption are noted in roots and herbs. Copper is considered to be intensively accumulated by all types of medicinal plant raw material, except flowers. Molybdenum is actively accumulated by common nettle and broadleaf plantain (leaves), small-leaved linden (flowers), common yarrow and five-bladed motherwort (herb). High biological absorption of cobalt from soils is noted for common dandelion and great burdock (roots).

Conclusion. The study results demonstrated a rich composition of trace elements in the studied medicinal plant raw materials. The results of the study can be used in medical and pharmaceutical practice to correct the physiological norms of microelement content in the human organism.

Key words: Voronezh region, vital trace elements, iron, cobalt, manganese, copper, molybdenum, selenium, chromium, zinc, medicinal plants.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

References

1. Komarov B.A. Elementnyy sostav tysyachel'nykh obyknovennykh [Elemental composition of common yarrow]. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*. 2018; 3 (24): 158–161 (in Russian).
2. Rybashlykova L.P. Makro- i mikroelementy v lekarstvennykh rasteniyakh, kul'tiviruemyykh v Astrakhanskoy oblasti [Macro- and microelements in medicinal plants cultivated in the Astrakhan region]. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*. 2017; 5: 33–35 (in Russian).
3. D'yakova N.A. Issledovanie mineral'nogo kompleksa travy gortsya ptich'ego [Study of *Polygonum aviculare* mineral complex]. *Traditsionnaya meditsina*. 2023; 2 (72): 23–28 (in Russian).
4. D'yakova N.A. Issledovanie mineral'nogo kompleksa korney oduvanchika [Study of element complex of dandelion roots]. *Vestnik Smolenskoj meditsinskoy akademii*. 2022; 21 (2): 171–176 (in Russian).
5. Gundareva A.N., Melyakina E.I. Mikroelementy-biofil'y v dikorastushchikh lekarstvennykh rasteniyakh Astrakhanskoy oblasti [Trace element biofile in wild medicinal plants of Astrakhan region]. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*. 2019; 1: 160–164 (in Russian).
6. D'yakova N.A. Izucheniye osobennostey izvlecheniya redkozemel'nykh elementov iz lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya v nastoi i otvary [Study of the features of extraction of rare earth elements from medicinal plant raw materials into infusions and decoctions]. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*. 2023; 57 (5): 44–49 (in Russian).
7. Vinokurova O.A., Slivkin A.I., Trineeva O.V. Issledovaniya elementnogo sostava travy tim'yana polzuchego razlichnykh firm-proizvoditeley [Studies of the elemental composition of creeping thyme herb from various manufacturers]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*. 2016; 3: 101–104 (in Russian).
8. D'yakova N.A. Izucheniye mineral'nogo kompleksa korney lopukha obyknovennogo [Study of mineral complex of common burdock roots]. *Vestnik Smolenskoj meditsinskoy akademii*. 2022; 21 (1): 175–180 (in Russian).

9. Gravel' I.V., Nguen T.N.K., Alekseeva N.A., Tarasenko O.A. Izuchenie mineral'nogo sostava syr'ya i vodnykh izvlecheniy dvukh vidov myaty [Study of mineral composition of raw material and aqueous extracts of two species of mint]. *Farmatsiya*. 2013; 3: 24–27 (in Russian).
10. Fed'ko I.V. Lekarstvennye rasteniya – vozmozhnye istochniki osnovnykh makro- i mikroelementov [Medicinal plants as possible sources of vital macro- and microelements]. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept»*. 2013; 3: 526–530 (in Russian).
11. Zlobina Yu.M. Soderzhanie mikroelementov-biofilov i tyazhelykh metallov v lekarstvennom rastenii ty-syachelistnike obyknovennom *Achillea millefolium* L. [Content of biophilic trace elements and heavy metals in the medicinal plant yarrow *Achillea millefolium* L.]. *Al'manakh molodoy nauki*. 2013; 3: 33–34 (in Russian).
12. D'yakova N.A. Osobennosti nakopleniya v lekarstvennom rastitel'nom syr'e i izvlecheniya v nastoi i ot-vary essential'nykh mikroelementov [Accumulation in medicinal plant raw materials and extraction into infusions and decoctions of essential trace elements]. *Biofarmatsevticheskiy zhurnal*. 2022; 14 (4): 3–11 (in Russian).
13. Nemereshina O.N., Gusev N.F. K voprosu o sodержanii mikroelementov v syr'e perspektivnykh vidov lekarstvennykh rasteniy Yuzhnogo Predural'ya [Content of trace elements in the raw materials of promising species of medicinal plants in the Southern Cis-Ural Region]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstven-nogo universiteta*. 2006; 12S (62): 167–168 (in Russian).
14. Skal'nyy A.V., Skal'naya M.G., Kirichuk A.A., Tin'kov A.A. *Meditinskaya elementologiya* [Medical elementology]. Moscow: Nauka, 2021. 199 (in Russian).
15. Afinogenov Yu.P., Busygina I.A., Goncharov E.G. Biogennyye elementy i ikh fiziologicheskaya rol' [Bi-ogenic elements and their physiological role]. Voronezh: Izdatel'skiy Dom VGU, 2008. 143 (in Russian).
16. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. *Mikroelementozy cheloveka: etiologiya, klassifikatsiya, organopatiya* [Human microelementoses: Etiology, classification, organopathy]. Mos-cow: Meditsina; 1991. 496 (in Russian).
17. Tikhomirova L.I., Bazarnova N.G., Sysoeva A.V., Shcherbakova L.V. Fitokhimicheskiy analiz bio-tekhnologicheskogo syr'ya predstaviteley roda *Potentilla* L. [Phytochemical analysis of biotechnological raw materials of genus *Potentilla* L.]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2018; 1: 145–154 (in Russian).
18. Popov A.I., Dement'ev Yu.N. Khimicheskie elementy mineral'nykh veshchestv list'ev golubiki (*Vaccin-ium uliginosum* L.) iz semeystva vereskovye (Eriaceae Juss.) [Chemical elements of mineral substances in blueberry leaves (*Vaccinium uliginosum* L.), heather family (Eriaceae Juss.)]. *Vestnik Altayskogo gosu-darstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014; 10 (120): 69–73 (in Russian).
19. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. Izd-e XIV. T. 4. Moscow.: FEMB, 2018. 1883 (in Russian).
20. Perel'man A. I. *Geokhimiya landshafta* [Landscape geochemistry]. Moscow: Vysshaya shkola, 1975. 392 (in Russian).

Received October 17, 2024; accepted November 11, 2024.

Information about the author

D'yakova Nina Alekseevna, Doctor of Sciences (Pharmaceutics), Associate Professor, Chair of Pharmaceu-tical Technology, Department of Pharmaceutics, Voronezh State University. 394007, Russia, Voronezh, Uni-versitetskaya Sq., 1; e-mail: Ninochka_V89@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0766-3881>.

For citation

D'yakova N.A. Zhiznenno neobkhodimyye mikroelementy v dikorastushchikh lekarstvennykh rasteniyakh estestvennykh ekotopov Voronezhskoy oblasti [Vital trace elements in wild medicinal plants of natural eco-topes in the Voronezh region]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskiy zhurnal*. 2025; 1: 124–134. DOI: 10.34014/2227-1848-2025-1-124-134 (in Russian).