

## ХИМИЯ

УДК 543.6:546.3

DOI: 10.21779/2542-0321-2023-38-3-61-70

Т.Н. Гусейнова<sup>1</sup>, А.Ш. Рамазанов<sup>1, 2</sup>

### Определение элементов в корнях солодки голой и прикорневой почве

<sup>1</sup> Дагестанский государственный университет; Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 43а;

<sup>2</sup> Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики – филиал ОИВТ РАН; Россия, 367030, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, 39а; a\_ramazanov@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается элементный состав почвы и корней солодки голой, произрастающей на Терско-Сулакской низменности (Бабаюртовский район, с. Новая Коса). Методом атомно-абсорбционной спектроскопии в образцах почвы и корнях солодки определены концентрации 15 элементов: Zn, Cu, Ca, Sr, K, Fe, Mn, Li, Mg, Na, Cr, Pb, Ni, Co, Cd. Методом гидридной атомно-абсорбционной спектроскопии определено содержание Se в корнях солодки. Полученные данные сопоставлены с известными результатами элементного состава почвы Терско-Сулакской низменности, элементный состав корней солодки голой сравнивали с солодкой, произрастающей на других территориях. Выявлено, что солодка голая, произрастающая на Терско-Сулакской низменности, имеет высокое содержание Zn, Fe, Mn, Mg, Cu, Ca, Sr Se. Рассчитаны коэффициенты биологического поглощения по каждому элементу. Полученные данные позволили оценить особенности накопления некоторых элементов в подземных органах солодки голой. Результаты показывают возможность использовать корни солодки голой, произрастающей на Терско-Сулакской низменности, в фитотерапии заболеваний, связанных с недостатком микроэлементов, заболеваний легких, нервной системы.

**Ключевые слова:** корень солодки голой, почва, определение, элемент, накопление.

### Введение

Солодка голая – *Glycyrrhiza glabra* L. (семейство бобовых) (рис. 1) является ценным лекарственным растением, препараты которого широко используются в медицине в качестве отхаркивающего и противовоспалительного средства [1].

Уникальность любого лекарственного растительного сырья (ЛРС), помимо богатого органического составляющего, обусловлена входящими в его состав макро- и микроэлементами.

Физико-химические свойства растительного сырья зависят от почвенно-климатических условий места произрастания [2; 3]. Существует взаимосвязь между содержанием в растениях определенных групп физиологически активных органических соединений и концентрированием в них элементов. Так, например, глицирризиновая кислота в корнях солодки голой содержится в виде смешанных калиево-кальциево-магниево-солей [4]. Концентрирование корнями солодки элементов не может рассматриваться без изучения реакции ЛРС на совокупность воздействия на них почвенно-климатических факторов мест произрастания, определяемой по изменчивости биохимических показателей.



Рис. 1. Солодка голая (солодка гладкая, лакричник) – *Glycyrrhiza glabra* L

К числу основных исследований по изучению биологически активных веществ (БАВ) в корнях солодки голой необходимо отнести работы [4; 5], в которых основное внимание уделено определению органических БАВ в корнях солодки голой. Солодковый корень в СССР активно заготавливался в Республике Дагестан, преимущественно на Терско-Сулакской низменности [5]. Информацию об элементном составе корней солодки голой, произрастающей на Терско-Сулакской низменности, в доступной литературе не обнаружили. Очевидно, что солодка голая, произрастающая в Республике Дагестан, пока еще слабо изучена. Изучение элементного состава корней солодки (одного из интересных во многих отношениях представителя флоры Республики Дагестан) и его зависимость от почвенно-климатических условий является актуальным.

Цель работы – определение содержания элементов в почве и корнях солодки голой, произрастающей на территории Терско-Сулакской низменности.

#### **Экспериментальная часть**

Объектами исследования являлись пробы почвы и корней солодки голой (далее – *солодка*).

Отбор почвы и сырья проводили в начале ноября 2021 г. на территории с. Новая Коса Бабаюртовского района (рис. 2). Исследуемая территория относится к Терско-Сулакской низменности, почва лугово-каштановая солонцеватая, темно-серая, рыхлая, комковато-порошистой структуры.



Рис. 2. Фото местности со спутника

Климат низменности очень сухой, в год здесь выпадает 300–400 мм осадков, а испаряется до 800 мм, что создает острый недостаток влаги. В температурном отношении исследуемая территория (рис. 2.) отличается значительной континентальностью – средняя температура января  $-2^{\circ}\text{C}$ , а средняя июля  $+24^{\circ}\text{C}$  [6]. Все это сильно обедняет растительный покров, однако протянувшиеся здесь солодковые группировки не уступают в количестве БАВ и микроэлементов представителям своего вида, произрастающим в более мягких условиях.

Корни солодки выкапывали на территории с. Новая Коса Бабаюртовского района, они представляли собой цилиндрические куски различной длины и толщины. Растительное сырье сушили в течение 5–6 недель в темном проветриваемом помещении при температуре  $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$ .

Содержание валовых и подвижных форм металлов в пробах почвы, отобранной на месте произрастания корней солодки, определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии, в режим пламенной атомизации, с использованием высокоточного атомно-абсорбционного спектрометра марки Analytik Jena ContrAA 700 (Германия). В качестве сравнения использовали ГСО металлов, пламя ацетилен–воздух. Для определения валового содержания элементов воздушно-сухие почвенные образцы экстрагировали азотной кислотой (1:1), при кипячении, с последующим добавлением концентрированной  $\text{H}_2\text{O}_2$  [7]. Валовая форма является показателем общего содержания элементов в почве, подвижная – соединений элементов, доступных для питания растений. Водную вытяжку получали многократной обработкой пробы почвы при комнатной температуре бидистиллированной водой по методике [8]. Для определения других подвижных форм элементов пробу почвы обрабатывали ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8 и раствором 1 М азотной кислоты [7].

Содержание общего азота в почве определяли методом Кьельдаля [9].

Для определения элементного состава корней солодки минерализацию проб сырья проводили методом сухого озоления с последующей кислотной экстракцией, разбавленной  $\text{HNO}_3$  (1:1) при нагревании на водяной бане, по методике [7].

Определение селена в корнях солодки проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием гидридной атомизации. Для этого в процессе подготовки пробы осуществляли перевод  $\text{Se (VI)} \rightarrow \text{Se (IV)}$ , добавляя к навеске сырья концентрированную  $\text{HNO}_3$  и 30 %  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Метод основан на образовании гидроксида селена после кислотной минерализации образца, в нагретый кварцевый атомизатор вводили образцы пробы и измеряли величину атомного поглощения, образующегося при термическом разложении гидроксида селена [10].

Все определения проводили трехкратно, в расчетах использовали их среднее значение.

Для оценки степени подвижности элементов в почве проводили расчет коэффициента подвижности (КП) по формуле:

$$\text{КП} = \frac{C_{\text{п}}}{C_{\text{в}}} \times 100 \%,$$

где  $C_{\text{п}}$  – содержание подвижной формы металла в почве, мг/кг;  $C_{\text{в}}$  – содержание валовой формы элемента в почве, мг/кг.

Для оценки способности поглощать и накапливать химические элементы корнями солодки рассчитывали коэффициент биологического поглощения (КБП) по формуле:

$$\text{КБП} = \frac{C_{\text{з}}}{C_{\text{в}}},$$

где  $C_{\text{з}}$  – содержание элементов в золе растений;  $C_{\text{в}}$  – валовое содержание элементов в почве.

### Результаты и их обсуждение

Солодка голая – травянистый многолетник с несколькими прямостоячими стеблями, с редко рассеянными по их поверхности точечными железками. Листья непарноперистые, из продолговатых листочков, снизу тоже усаженных железками. Светло-фиолетовые цветки мотылькового типа собраны в конические кисти.

В таблице 1 представлена физико-химическая характеристика исследуемой почвы. Приведено содержание элементов в валовой, кислотной, буферной и водной вытяжках. Элементы разделены по действию на растительное сырье: концентрируемые корнями солодки, выступающие в качестве удобрения; токсичные. Полученные результаты сопоставлены с данными других авторов и ПДК [10; 11].

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что исследуемая почва насыщена важными для растений макроэлементами – Fe, Ca, Mg, Na, Mn, K. В водную и буферную вытяжки переходят подвижные элементы, наиболее доступные для ЛРС. Элементы по содержанию в вытяжках можно расположить в следующие ряды в порядке убывания:

– в водной вытяжке лугово-каштановой почвы преобладают ионы:  $\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Sr} > \text{Fe} > \text{Li} > \text{Cu} > \text{Ni}$

– в буферной вытяжке (ацетатно-аммонийный буферный раствор pH 4,8):  $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Sr} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{Zn}$

– в кислотной вытяжке (1M  $\text{HNO}_3$ ):  $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{K} > \text{Sr} > \text{Na} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Li} > \text{Co} > \text{Cr} > \text{Pb}$

– в валовой форме:  $\text{Fe} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{Mn} > \text{K} > \text{Sr} > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Li} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Co} > \text{Se} > \text{Pb}$ .

**Таблица 1. Содержание элементов в лугово-каштановой почве Терско-Сулакской низменности**

Элемент	Содержание различных форм, мг/кг					
	Валовое	Кислотное	Буферное	Водное	Литературное [10]	ПДК* [11]
Макроэлементы						
Na	1194	958	937	694		
K	172	160	167	129		
Mg	10280	9827	2325	579		
Ca	21120	17259	14325	1151		
Fe	54078	1361	133,6	0,22	21250	
Mn	297	253	74,5	–	311	1500/140
Микроэлементы						
Li	27,2	2,4	–	0,22		
Cr	28	1,4	0,1	–		6/–
Co	4,9	1,8	0,12	–	3,3	–/5
Ni	20,8	4,2	0,4	0,005	12,7	85/4
Cu	16,8	6,82	0,49	0,07	13	55/3
Zn	42,1	7,43	0,08	–	22,5	100/23
Sr	63,5	54,3	51,9	44,5		
Pb	0,1	0,03	–	–	9,5	32/6

Показатели с косой чертой обозначают валовое/подвижное содержание элементов.

Доступность элементов для корней солодки оценивали по водной и буферной вытяжкам, полученным из почвы (рН почвы 8,56).

В таблице 2 представлены элементный состав корней солодки, коэффициент биологического поглощения (КБП), коэффициент подвижности (КП) элементов в водной и буферной вытяжках.

По интенсивности биологического поглощения все элементы можно разделить на группы: энергичного накопления (КБП = 10–100); сильного накопления (КБП = 1–10); слабого накопления и среднего захвата (КБП = 0,1–1); элементы слабого и очень слабого захвата (КБП = 0,001–0,1) [12].

Из таблицы 2 видно, что при высокой доступности некоторых элементов их концентрирование в корнях солодки происходит незначительно. Высокое содержание элементов в почве не всегда является причиной их накопления в ЛРС.

Цинк и медь являются химическими элементами, играющими важную роль в жизни растительных и животных организмов [13]. Валовое содержание Zn в почве составляет 42 мг/кг и не превышает ПДК (табл. 1). В водной вытяжке подвижных ионов Zn не обнаружено, в буферную вытяжку перешло 0,2 % от валового содержания (табл. 2). К сравнению: содержание Cu в валовой форме уступает Zn более чем в два раза (16,8 мг/кг). Однако КБП для меди приближается к 1, поэтому его можно отнести к элементам сильного накопления. В корнях солодки содержится 11,6 мг/кг меди, это 70 % от общего содержания элемента в почве. В отличие от Zn, содержание подвижных ионов Cu в водной и буферной вытяжках равно 0,42 и 3 % соответственно.

Таблица 2. Характеристика элементного состава корней солодки

Концентрируемые	Элементы	Солодка мг/кг	КБП	КП <sub>Водная</sub> , %	КП <sub>Буферная</sub> , %
Концентрируемые	Zn	14,6	0,4	—	0,2
	Cu	11,9	0,71	0,42	2,92
	Ca	2719	0,13	5,45	67,8
	Sr	32,5	0,51	70,08	81,73
	Se	46	21,3	—	—
	K	81,9	0,5	75	97
Удобрения	Fe	225	0,004	—	0,25
	Mn	6,82	0,023	—	25,08
	Li	0,04	0,001	0,81	—
	Mg	16,5	0,002	5,63	22,6
	Na	3,82	0,003	58,12	78,5
	Cr	1,1	0,04	—	0,36
Токсичные	Pb	0,19	1,9	—	—
	Ni	0,92	0,004	0,02	1,92
	Co	0,01	0,002	—	2,45
	Cd	—	—	—	—

Содержание подвижных форм Ca в пробах почвы варьировало от 1151 мг/кг в водной вытяжке до 1435 мг/кг – в буферной, в то время как корни солодки связывают 2719 мг/кг. Оценка подвижности Ca в почве позволила установить, что коэффициент подвижности для водной вытяжки составляет 5,5 %, для буферного раствора – 67,8 %. Из-за избыточного содержания кальция в почве нет необходимости запасать его в большом количестве (КБП – 0,13).

Для магния КП водной вытяжки близок к 6 %, однако КБП ничтожно мал – 0,002. Если сравнивать обеспеченность почвы кальцием и магнием, интересным является то, что при разнице содержания в почве элементов в два раза (21120 и 10280 мг/кг соответственно) в корнях солодки кальция содержится в 165 раз больше, чем магния (2719 и 16,5 мг/кг).

Подвижные формы Sr и K переходят в водную вытяжку на 70 и 75 % соответственно от их валового содержания в почве. КБП элементов равен 0,5. По интенсивности биологического поглощения Sr и K являются элементами слабого накопления и среднего захвата.

Тесная связь между содержанием элемента в растении и его валовым количеством в почве из исследуемых элементов особенно характерна для Fe. Корни солодки содержат 225 мг/кг этого элемента. Причем в доступную форму переходит только 0,25 % от общего содержания железа в почве. Несмотря на то, что по интенсивности биологического поглощения Fe относится к элементам слабого захвата (КБП – 0,004). Его содержание в солодке составляет 7 % от общего элементного состава.

Из приведенных в табл. 1 и 2 данных следует, что высокое содержание элементов в валовой форме не является показателем их концентрирования в растениях. Некоторые элементы – Se, Cu, Zn – являются биогенными и присутствуют в растительном сырье даже при небольших количествах в окружающей среде.

Литий и натрий является биологически активными элементами в жизни растений. Литий в подвижную форму из почвы переходит крайне незначительно – 0,81 %,

натрий – 58 %. Несмотря на большую доступность натрия для корней солодки, он усваивается так же незначительно, как и литий ( $КБП_{Li} - 0,001$ ;  $КБП_{Na} - 0,003$ ).

Хром в необходимых количествах оказывает стимулирующее действие на рост растительного сырья [14]. Содержание подвижных форм Cr в буферной вытяжке – 0,36% от валового количества в почве. В корнях солодки содержание Cr 1,1 мг/кг, это в три раза больше, чем его перешло в доступную форму.  $КБП - 0,04$ .

В буферную вытяжку из почвы переходит 25 % марганца. Корни солодки поглощают его слабо ( $КБП$  равен 0,023).

Лугово-каштановая почва Терско-Сулакской низменности является селенодефицитной [15]. Селен входит в число микроэлементов, содержание которых определяет состояние живого организма. В корнях солодки голой содержится 46 мг/кг Se. Из-за низкого содержания селена в почвах Терско-Сулакской низменности его дефицит испытывают на себе растительные сообщества, произрастающие на данной территории. По этой причине корни солодки его концентрируют ( $КБП$  равен 21,3).

Токсичный свинец в водной и буферной вытяжках не обнаружен (табл. 1). В кислотную вытяжку переходит 30 % от валового содержания и поглощается корнями солодки  $КБП - 1,9$  (табл. 2).

Никель и кобальт переходят в усвояемую форму слабо – никель на 0,02 %, кобальт в водной вытяжке не обнаружен, и в сумме менее 1 мг/кг депонируются в корнях солодки (табл. 2). Подвижные формы Ni и Co практически не извлекаются растением ( $КБП - 0,004$  и  $0,002$  соответственно). Вероятно, относительно никеля и кобальта у корней солодки голой присутствует корневой барьер.

В таблице 3 приведены результаты сравнения элементного состава корней солодки, собранной в Бабаюртовском р-не, с корнями солодки, произрастающей на территории России и стран СНГ [16–19].

**Таблица 3. Содержание минеральных элементов в корнях солодки, произрастающей в разных регионах, мг/кг**

Элемент	Место произрастания				
	Дагестан	Калмыкия [16]	Владивосток [17]	Узбекистан [18]	Украина [19]
Li	0,04	–	–	–	–
Na	3,82	–	–	0,85	3390
Mg	16,5	840	2400	1,87	3060
K	81,9	–	14500	0,32	13570
Ca	2719	14020	11500	1,69	20360
Cr	1,10	–	0,08	4,39	–
Mn	6,82	9,63	0,15	0,72	100
Fe	225	–	0,7	4,92	680
Co	0,01	–	–	2,68	–
Ni	0,92	–	0,26	–	2
Cu	11,9	4,69	0,31	0,78	17
Zn	14,6	11,25	0,33	0,71	200
Se	46	–	1	2,29	–
Sr	32,5	–	0,09	–	680
Cd*	–	–	–	–	–
Pb	0,19	–	–	–	–

\*Кадмий в корнях солодки не обнаружен

Из таблицы 3 видно, что содержание Zn в исследуемой нами солодке сопоставимо с данными автора, изучавшего солодку в Республике Калмыкия (почва солонцового типа, полупустынная) [16]. Содержание цинка в солодке варьирует от 0,33 мг/кг (на Дальнем Востоке, бурая лесная почва) до 200 мг/кг (на Украине, черноземная почва) в зависимости от места ее сбора. Содержание Ni не превышает ПДК ни в подвижной, ни в валовой вытяжках, это свидетельствует об отсутствии техногенного загрязнения среды. Концентрация Se, жизненно важного элемента, сильно зависит от геохимической среды обитания растения [20]. Содержание стронция варьирует от 0,09 до 680 мг/кг; установлено, что концентрация этого элемента в растениях находится в прямой зависимости от его содержания в почве [21]. Содержание токсичного Pb в корнях солодки голой значительно, но не превышает ПДК пороговых значений для растений [22]. Разброс концентраций связан с влиянием почвенно-климатических условий на накопление элементов.

### Заключение

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии определено содержание различных форм 15 элементов в почве с. Новая Коса Бабаюртовского района. Выявлено, что содержание токсичных тяжелых металлов (Pb, Ni, Co, Cd) не превышает установленные для них нормы ПДК.

Определено содержание в корнях солодки голой элементов,

- выполняющих функции удобрения, в засушливых условиях Терско-Сулакской низменности (Fe, Mn, Li, Mg, Na, Cr),
- концентрируемых корнями (Zn, Cu, Ca, Sr, Se, K),
- оказывающих токсичное действие (Pb, Ni, Co, Cd).

Рассчитаны коэффициенты биологического поглощения к каждому элементу. Установлено, что корни солодки голой, произрастающие на Терско-Сулакской низменности, выгодно отличаются биологической ценностью сырья и наличием широкого спектра фармакологической активности, связанной с достаточно высоким содержанием в них жизненно важных микро- и макроэлементов.

### Литература

1. Оболенцева Г.В., Литвиненко В.И., Аммосов А.С., Попова Т.П., Самтиев А.М. Фармакологические и терапевтические свойства препаратов солодки // Химико-фармацевтический журнал. 1999. Т. 33, № 8. – С. 24–31.
2. Рамазанов А.Ш., Балаева Ш.А., Рудаков О.Б., Саранов И.А. Влияние климатических условий Республики Дагестан на содержание жирного масла и других биологически активных веществ в плодах расторопши пятнистой // Химия растительного сырья. 2021. № 4. – С. 207–215.
3. Rose Chiteva, John Marie Ontario, Lydia Wanjiru Njenga and Vincent Odongo Madadi. Physicochemical and nutritional properties of *Syzygium cumini* (L.) skeels fruits grown in varied microclimates in Kenya // African Journal of Pure and Applied Chemistry. January–March 2023. Vol. 17, no. 1. – Pp. 1–9.
4. Толстиков Г.А. и др. Солодка: биоразнообразие, химия, применение в медицине. – Новосибирск: Академическое издательство «ГЕО», 2006. – 311 с.
5. Муравьев И.А. Основные направления и результаты работы Пятигорского фармацевтического института в области изучения солодок СССР. – М., 1966. – 103 с.



6. Котенко М.Е., Зубкова Т.А., Гаджиева Э.М. Особенности почвенного покрова Терско-Сулакской подгорно-приморской равнины // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 11 (109). – С. 37–41.
7. Кузнецов А.В., Фесюн А.П., Самохвалов С.Г. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1992. – 13 с. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/987/4293771886.pdf>
8. Методические указания. РД 52.18.286-91. «Методика выполнения измерений массовой доли водорастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом». – М., 1991.
9. ГОСТ Р 53351-2009. Средства лекарственные для животных, корма, кормовые добавки. Определение массовой доли селена методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – М., 2009. – 2 с.
10. Семенова В.В., Гасанов Г.Н. Аккумуляция тяжелых металлов представителями рода Тысячелистник (*Achillea* L.) в условиях высотной зональности Северо-Восточного Кавказа: монография. – Н. Новгород, 2020. – 64 с.
11. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. – Режим доступа: <https://gosthelp.ru/text/GN217204106Predelnodopust.html>
12. Товстик Е.В., Попова А.А., Шуплецова О.Н. Накопление цинка и кадмия в растениях ячменя, полученных методом клеточной селекции // Экобиотех. 2020. № 2. – С. 292.
13. Алексеева-Попова Н.В., Дроздова И.В. Микроэлементный состав растений полярного Урала в контрастных геохимических условиях // Экология. 2013. № 2. – С. 90–98.
14. Енчилик П.Р., Асеева Е.Н., Семенов И.Н. Биологическое поглощение и биогеохимическая подвижность микроэлементов в лесных ландшафтах Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника // Проблемы региональной экологии. 2018. № 4. – С. 93–98.
15. Салихов Ш.К., Яхияев М.А., Луганова С.Г., Атаев М.Г., Курбанова З.В., Алиметова К.А. Эндемический зоб населения Дагестана как результат дефицита йода и селена в объектах биосферы // Вестник ТГУ. 2014. Т. 19, вып. 5. – С. 1729–1732.
16. Алексеева Т.Б. Эколого-ценотические и биохимические особенности солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.) в Калмыкии. – Саратов, 2007. – С. 14. – Режим доступа: [https://new-disser.ru/\\_avtoreferats/01003393593.pdf](https://new-disser.ru/_avtoreferats/01003393593.pdf)
17. Палагина М.В., Дубняк Я.В., Макарова А.А. Корни солодки в производстве функциональных напитков // Технология. 2010. № 3. – С. 20–21.
18. Бакиев С.А., Рахманов Ж., Кульджанов Б.К., Осинская Н.С., Ташимова Ф., Хусанбаев У.Я., Ахмедов Я.А., Якубов О. Применение инструментального нейтронно-активационного анализа для исследования элементного состава плодоовощной продукции и лекарственных растений // Uzbek Journal of Physics. 2010. № 3. – С. 181–187.
19. Бойко Н.Н., Зайцев А.И., Беликов К.Н., Гришина Е.В. Определение элементного состава подземных органов некоторых растений // Управление и экономика фармации. 2014. № 5 (37). – С. 19–25.
20. Козлова Г.Г., Онина С.А., Минина Н.Н., Михайлова А.С. Определение содержания селена и тяжелых металлов в растительном сырье и прикорневой почве // Проблемы региональной экологии. 2018. № 4. – С. 22.

21. Иванов А.Ф., Ермохин Ю.И. О содержании стронция в растениях кормовых, овощных культур картофеля в конкретных природных условиях // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014. № 1 (13). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-soderzhanii-strontsiya-v-rasteniyah-kormovyh-ovoschnyh-kultur-i-kartofelya-v-konkretnyh-prirodnih-usloviyah>

22. Егوشيца Т.Л., Шихова Л.Н. Свинец в почвах и растениях Северо-Востока Европейской части России // Вестник ОГУ. 2008. № 10. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/svinets-v-pochvah-i-rasteniyah-severo-vostoka-evropeyskoy-chasti-rossii>

*Поступила в редакцию 7 июля 2023 г.*

*Принята 26 июля 2023 г.*

UDC 543.381

DOI: 10.21779/2542-0321-2023-38-3-61-70

### **Determination of Elements in Licorice Root and Basal Soil**

***T.N. Huseynova<sup>1</sup>, A.Sh. Ramazanov<sup>1,2</sup>***

<sup>1</sup> *Dagestan State University; 367000, Russia, Makhachkala, M. Gadzhiev st., 43a;*

<sup>2</sup> *Institute of Problems of Geothermy and Renewable Energy – branch of OIVT RAS; Russia, 367030, Makhachkala, Imam Shamil ave., 39a; a\_ramazanov@mail.ru*

**Abstract.** The elemental composition of the soil and roots of licorice growing on the Tersko-Sulak lowland (Babayurtovsky district, Novaya Kosa village) has been determined. Concentrations of 15 elements were determined by atomic absorption spectrometry in soil samples and licorice roots: Zn, Cu, Ca, Sr, K, Fe, Mn, Li, Mg, Na, Cr, Pb, Ni, Co, Cd. The content of Se in licorice roots was determined by hydride atomic absorption spectrometry. The data obtained were compared with the known results of the elemental composition of the soil of the Tersko-Sulak lowland, the elemental composition of the roots of licorice was compared with licorice growing in other territories. The study revealed that the naked licorice growing on the Tersko-Sulak lowland has a high content of Zn, Fe, Mn, Mg, Cu, Ca, Sr, Se. The coefficients of biological absorption for each element are calculated. The data obtained helped evaluate the features of the accumulation of certain elements in the underground organs of licorice. The results obtained show the possibility of using the roots of licorice growing on the Tersko-Sulak lowland in phytotherapy of diseases associated with a lack of trace elements, lung diseases, nervous system.

**Keywords:** licorice root, soil, definition, element, accumulation.

*Received 7 July, 2023*

*Accepted 26 July, 2023*