

DOI: 10.22363/2313-2310-2023-31-4-521-532

EDN: RRUUQN

УДК 550.4:631.4

Научная статья / Research article

Причины низкого содержания йода в почвенном покрове и водах питьевого назначения второй гряды Горного Крыма

В.Ю. Березкин^{1,2}, В.В. Глебов³, Е.П. Каюкова⁴¹*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского
Российской академии наук (ГЕОХИ РАН), Москва, Российская Федерация*²*Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация*³*Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова,
Москва, Российская Федерация*⁴*Санкт-Петербургский государственный университет, Москва, Российская Федерация*
victor76@list.ru

Аннотация. Низкое содержание йода в окружающей среде может выступать одним из главных факторов йододефицитных заболеваний у людей и сельскохозяйственных животных, в том числе гипотиреоза, узловых новообразований щитовидной железы, необратимых нарушений мозга у плода и новорожденного. Эндемический зоб, обусловленный, в первую очередь, дефицитом йода, – актуальная проблема для большинства регионов современной России, в том числе Республики Крым. Республика Крым в ряду с другими регионами Крымско-Кавказской горной зоны характеризуется дефицитом йода в нижних звеньях трофической цепи, провоцирующим йододефицитные заболевания. Цель работы – выявить контрастность распределения йода в нижних звеньях трофической цепи: разных типов почв сельскохозяйственного использования и природных вод питьевого назначения из различных источников в Горном Крыму. Приведены данные содержания йода в почвенном покрове и водах питьевого назначения второй гряды Крымских гор на примере Бахчисарайского района (долина реки Бодрак). Установлена зависимость содержания йода в верхних горизонтах разных типов почв от содержания гумуса, рН-водного почв и емкости катионного обмена. Подтверждено, что содержание йода в природных водах (источники, реки, озера) определяется в первую очередь составом водовмещающих пород.

Ключевые слова: йод, факторы йододефицита, природные воды, почвы, эндемический зоб, Горный Крым

© Березкин В.Ю., Глебов В.В., Каюкова Е.П., 2023

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

Благодарности и финансирование. Работа выполнена как инициативное исследование, при финансовой поддержке ГЕОХИ РАН (Россия) в рамках государственного задания. Авторы выражают благодарность заведующей лаборатории биогеохимии ГЕОХИ РАН д.г.-м.н. Е.М. Коробовой за возможность выполнить измерения йода, студентам РУДН А.А. Бобину, В.С. Трушину и студентке СПбГУ Л.В. Ушаковой – принимавшим участие в отборе проб.

Вклад авторов: В.Ю. Березкин, отбор почвенных и водных проб в 2019 г., определение йода в почвах и водах, определение рН и удельной электропроводности в водах, подготовка текста статьи. В.В. Глебов, отбор почвенных и водных проб в 2019 г., корректировка текста статьи. Е.П. Каюкова, отбор водных проб в 2017 и 2019 гг., определение рН и удельной электропроводности в водах, корректировка текста статьи.

Конфликт интересов отсутствует: услуги ООО «Лаб24» проводились согласно регламенту проведения работ в области аккредитации лаборатории и с сохранением конфиденциальности (обезличивания проб).

История статьи: поступила в редакцию 15.07.2023; доработана после рецензирования 24.08.2023; принята к публикации 12.09.2023.

Для цитирования: Березкин В.Ю., Глебов В.В., Каюкова Е.П. Причины низкого содержания йода в почвенном покрове и водах питьевого назначения второй гряды Горного Крыма // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2023. Т. 31. № 4. С. 521–532. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2023-31-4-521-532>

The factors of the low iodine concentration in soil cover and drinking waters of the second ridge of the Mountain Crimea

Victor Yu. Berezkin^{1,2}  , Victor V. Glebov³ , Elena P. Kayukova⁴ 

¹Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry
of Russian Academy of Sciences (GEOKHI RAS), Moscow, Russian Federation

²RUDN University, Moscow, Russian Federation

³Institute of Management Problems named after V.A. Trapeznikova,
Moscow, Russian Federation

⁴Sankt Petersburg University, Moscow, Russian Federation

victor76@list.ru

Abstract. Low iodine content in the environment can be one of the main factors of iodine deficiency diseases in humans and farm animals, including hypothyroidism, nodular thyroid tumors, irreversible brain damage in the fetus and newborn. Endemic goiter, caused primarily by iodine deficiency, is an urgent problem for most regions of modern Russia, including the Republic of Crimea. For the Republic of Crimea, along with other regions of the Crimean-Caucasian mountain zone, there is a deficiency of iodine in the lower links of the trophic chain, which provokes iodine deficiency diseases. The aim of the work was to reveal the contrast of iodine distribution in the lower links of the trophic chain: different types of soils for agricultural use and natural waters for drinking purposes from various sources in the Crimean Mountains. The article presents data of the iodine content in the soil cover and drinking water in the

Crimean Mountains, on the example of the Bakhchisarai area (in Bodrak river valley). The dependence of the iodine content in the upper horizons of different types of soils, on the content of humus, pH-water soils and cation exchange has been established. It has been confirmed that the content of iodine in natural waters (springs, rivers, lakes) is determined primarily by the composition of water-bearing rocks.

Keywords: iodine, iodine deficiency factors, natural waters, soils, endemic goiter, Mountainous Crimea

Acknowledgements and Funding. The work was carried out as an initiative research, with financial support from the Geochemical Institute of the Russian Academy of Sciences (Russia) within the framework of a state assignment. The authors express their gratitude to the head of the laboratory of biogeochemistry of the Geochemical Institute of the Russian Academy of Sciences Korobova E.M. for the opportunity to perform iodine measurements, students of Peoples' Friendship University of Russia (Moscow) – A.A. Bobin and V.S. Trushin; and student of St. Petersburg State University Ushakova L.V. – those who took part in sampling.

Authors' contributions: *V.Yu. Berezkin*, collection of soil and water samples in 2019, determination of iodine in soils and waters, determination of pH and specific electrical conductivity in waters, preparation of the text of the article. *V.V. Glebov*, collection of soil and water samples in 2019, correction of the text of the article. *E.P. Kayukova*, water sampling in 2017 and 2019, determination of pH and specific electrical conductivity in waters, correction of the article text.

There is no conflict of interest: the services of Lab24 LLC were carried out in accordance with the rules of work in the field of laboratory accreditation and with confidentiality (depersonalization of samples).

Article history: received 15.07.2023; revised 24.08.2023; accepted 12.09.2023.

For citation: Berezkin V.Yu., Glebov V.V., Kayukova E.P. The factors of the low iodine concentration in soil cover and drinking waters of the second ridge of the Mountain Crimea. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2023;31(4):521–532. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2023-31-4-521-532>

Введение

Одной из актуальных медико-социальных проблем современного общества является йододефицит, которым, исходя из различных источников, в мире страдают около 1,5–2 млрд человек [1; 2]. Наличие хронического дефицита йода в организме человека часто становится скрытой причиной многих заболеваний. Содержание йода в окружающей среде колеблется в зависимости от разных факторов: географического положения, в частности удаленности от морей и океанов, рельефа местности – равнинная или горная, наличия горных пород – карбонатных и бескарбонатных, состава почв – органика, гумус, засоление. Природным источником йода служит океан, происходит круговорот в следующей системе: океан – атмосфера – почва – воды – растения [2]. Йод в организм человека в большей степени поступает через трофические цепи (с продуктами питания), замкнутые на почве. И в меньшей степени – с питьевой водой и из атмосферы. Развитие йододефицитных заболеваний зависит и от других факторов, в частности недостатка в почвах Se, Co, Cu, Mn.

Общеизвестно, что наиболее масштабным микроэлементом на территории современной России является зобная эндемия, обусловленная, в первую очередь, дефицитом йода [1; 5; 6]. В Республике Крым, несмотря на то что она является приморским регионом, имеет место и дефицит йода в окружающей среде, и йододефицитные заболевания [3; 5; 7].

В связи с вышесказанным весьма актуальны поиск и сравнение значимости факторов низкого содержания йода в нижних звеньях трофической цепи Крымского полуострова – почвах и природных водах.

Разнообразный почвенный покров Республики Крым, в особенности его горной части (черноземные, лугово-степные, дерново-карбонатные, буроземные, коричневые, серые лесные, дерновые) [8], позволяет предполагать наличие контрастных районов по содержанию йода в почвах и в соответствующих им сельскохозяйственных продуктах.

Целью настоящей работы было выявить контрастность по содержанию йода почвенного покрова и природных вод питьевого назначения в Горном Крыму на примере бассейна р. Бодрак (Бахчисарайский район) и по возможности установить его причину.

В основу работы положены материалы полевых исследований, выполненных по инициативе и при участии авторов, на территории учебно-научного полигона им. А.А. Богданова (на базе «Крымская» СПбГУ) в 2019 г.

Полигон расположен в пределах Второй Крымской горной гряды, в долине реки Бодрак, и представляет собой весьма контрастный с геологической точки зрения район, что позволяет экстраполировать полученные данные на территорию всей Второй гряды Горного Крыма [9; 10].

Методы и материалы

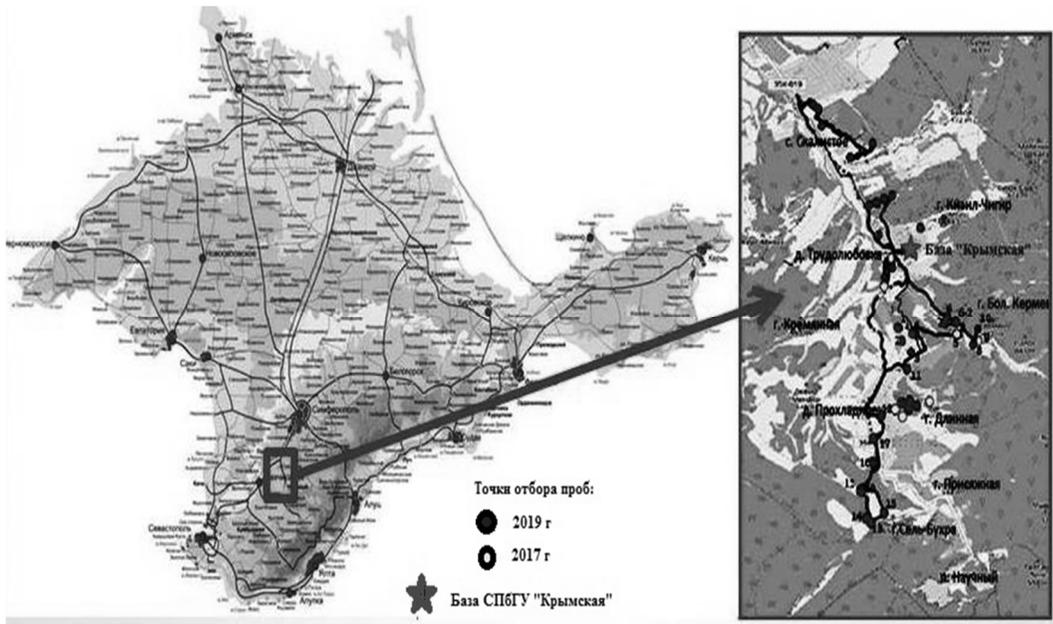
Полевые методы. В полевой период проводился отбор проб почв и природных вод в Бахчисарайском районе, в пределах бассейна р. Бодрак (Горного Крыма). Отбор почвенных проб проводился лопатой с глубины 10–15 см (в зависимости от мощности гумусового горизонта), в пределах выбранной площадки с однородным ненарушенным фитоценозом, в пределах единого элементарного ландшафта.

Почвенные пробы отбирались в меридиональном направлении с учетом смены карбонатных пород палеогена и мела, терригенными и морскими бескарбонатными породами триаса и юры. В пределах каждой смены литологического типа пород отбор почв проводился в сопряженных по рельефу элементарных ландшафтах (вершина, склон, замыкающее понижение). Всего было отобрано 40 почвенных проб (рис.).

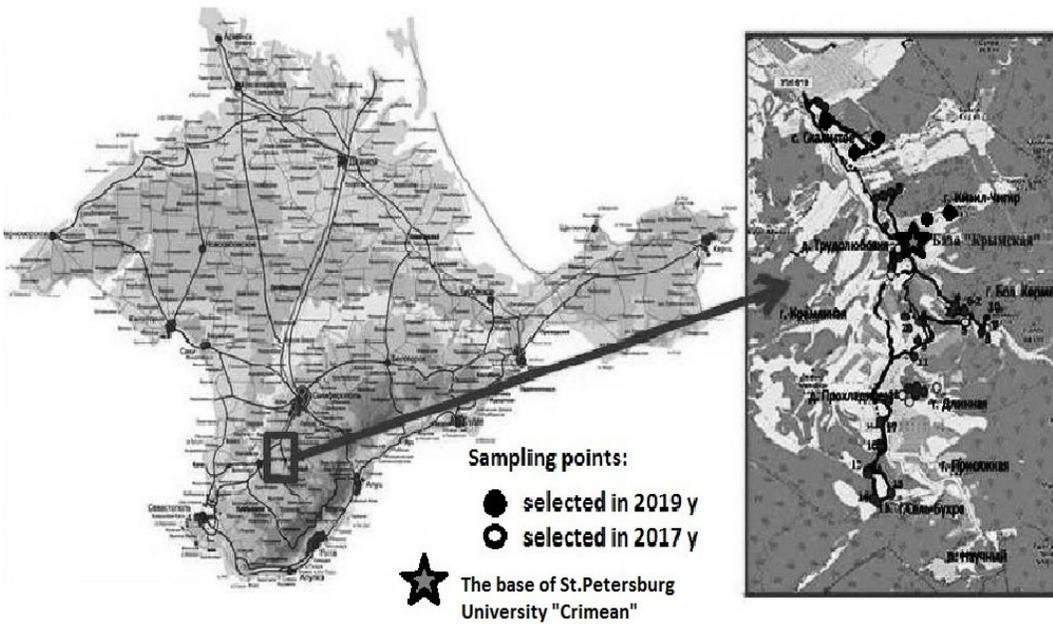
Отбор водных проб осуществлялся в пластиковую емкость, предварительно промытую дистиллятом¹, из открытых источников (родники, реки,

¹ ГОСТ 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб.

озера). Всего в 2019 г. было отобрано шесть водных проб в пределах полигона им. А.А. Богданова (рис.), а также шесть проб за его пределами (Симферопольская область).



Карта фактического материала: долина р. Бодрак в окрестностях базы «Крымская».
Наложения данных сделаны автором на основу физико-географической карты Крыма [8]



Sampling map: the valley of the river. Bodrak, in the vicinity of the Krymskaya base.
The overlays of the data were made by the author on the basis of a physical and geographical map of the Crimea [8]

Во всех водных пробах в полевых условиях измеряли электропроводимость и рН (с помощью портативных приборов фирмы *HANNA*). Помимо 12 проб вод питьевого назначения, отобранных из различных источников в 2019 г. (см. рис.), использованы данные по 20 пробам, отобранным в пределах полигона в 2017 г.

Лабораторные методы. Для определения содержания йодид-ионов в отобранных пробах использовали ускоренный вариант кинетического роданидно-нитритного метода определения макроколичеств йода в водах и других объектах (в том числе в почвах) [11].

Измерения йода проводили в Москве, в лаборатории биогеохимии окружающей среды ГЕОХИ РАН, на фотометре КФК 3-01. Чувствительность метода – 1–4 нг/мл, воспроизводимость – 7–15 %. Содержание йода измерили в 23 почвенных пробах (и пересчитали на сухой вес пробы) и 12 водных пробах. Содержание йода в двадцати водных пробах, отобранных в долине реки Бодрак в 2017 г., было измерено в лаборатории тем же методом.

Для проверки гипотезы о задержке йода в карбонатных почвах в сравнении с бескарбонатными, ввиду образования устойчивого соединения CaI^+ , в тех же 23 пробах почв был измерен рН-водный, с помощью рНметра *Hanna Instruments*.

Для учета роли поглощения йода органикой и насыщенности почвенного поглощающего комплекса карбонатами в испытательной лаборатории ООО «Лаб24» города Москвы, в 23 пробах почв было измерено содержание гумуса² и емкости катионного обмена³.

Результаты исследований

Ранее проводившиеся исследования в пяти районах Горного Крыма (2017–2019 гг.) показали, что самые высокие средние значения йода в водах, характерны для рек (от 4,5 до 8,8 мкг/л). Максимальные значения отмечены для ювенильных вод грязевых вулканов Керченского полуострова, а минимальные – для ставков (запруд) в долинах временных водотоков и большинства водопродных вод.

Настоящее исследование (2020 г.) подтвердило, что из источников питьевого назначения максимальное содержание йода можно отметить для рек – 8,87 мкг/л (табл. 1). Изменение содержания йода в водах реки Бодрак и ряда других рек Бахчисарайского района может быть связано со сменой пород в районе границы Эпикиммерийского субплатформенного и Киммерийского геосинклинальных поясов, что не противоречит данным по смене химического состава вод реки, полученным ранее [12].

В реках отмечаются и наиболее высокие средние (10,75 мкг/л) и медианные (8,87 мкг/л) значения. Было отмечено, что содержание йода в речных

² ГОСТ 26213-91, п.1 изд. 1991 г. «Методы определения органического вещества».

³ ГОСТ 17.4.4.01 п.4.1. изд. 2008 г. «Методы определения емкости катионного обмена».

водах Горного Крыма варьирует весьма в широких пределах (3,48–24,38 мкг/л), и местами выходит за пределы нормы (от 2 до 10 мкг/л).

Содержание йода в родниках варьирует в пределах от 1,18 до 11,21 мкг/л, при этом как средние 4,0 мкг/л, так и медианные значения 3,7 мкг/л находятся в пределах нормы (от 2 до 10 мкг/л).

Таблица 1. Варьирование содержания йода, pH, удельная электропроводность (УЭП) в водах питьевого назначения второй гряды Горного Крыма, 2017–2019 гг.

Тип источника	n	Йод, мкг/л			pH	УЭП, мС/см
		Минимум	Медиана	Максимум		
Водопровод	6	0,99	2,54	12,45	7,92	0,89
Родник	14	1,18	3,70	11,21	7,69	0,63
Колодец	5	0,89	2,33	4,57	7,47	1,49
Река	7	3,48	8,87	24,38	7,94	0,93

Table 1. Variation of iodine content, pH and specific electrical conductivity in drinking waters of the second ridge of the Crimean Mountains, 2017–2019

Source type	N	Iodine, mkg/l			pH	Conductivity, mS/sm
		Minimum	Median	Maximum		
Aqueduct	6	0.99	2.54	12.45	7.92	0.89
Springs	14	1.18	3.70	11.21	7.69	0.63
Wells	5	0.89	2.33	4.57	7.47	1.49
Rivers	7	3.48	8.87	24.38	7.94	0.93

Высокие значения содержания йода отмечаются в водопроводных водах поселка Скалистое (12,45 мкг/л). Однако для большинства водопроводных вод характерно содержание йода от 1 до 3 мкг/л, что и подтверждается весьма низким значением медианы (2,54 мкг/л) и, по-видимому, можно объяснить особенностью водовмещающих пород.

На миграцию йода влияют такие характеристики вод, как pH и минерализация. Обращает на себя внимание, что наиболее щелочными из исследованных проб являются воды рек (среднее pH = 7,94; n = 7), а наименее – колодезные воды (среднее pH = 7,47; n = 5). Значимая отрицательная связь между величиной pH и содержанием йода выявлена для водопроводных вод ($R = -0,43$; n = 6), колодцев ($R = -0,52$; n = 5) и рек ($R = -0,67$; n = 7) и практически отсутствует у родников ($R = 0,05$; n = 14). По-видимому, в более щелочной среде, характерной в Горном Крыму для карбонатных водовмещающих пород, йод образует соединения CaI^+ и менее переходит в водную среду в виде йонов или водорастворимых соединений.

Наибольшая удельная электропроводность, а как следствие, и связанная с ней минерализация, отмечалась в наших исследованиях для колодезных вод, наименьшая – для родников. По-видимому, это связано с загрязнением колодцев органикой вследствие хозяйственной деятельности. Однако этот факт требует дополнительной проверки.

Значимая положительная связь между величиной УЭП и содержанием йода выявлена для водопроводных вод ($R = 0,48$; n = 6), колодцев ($R = 0,52$;

$n = 5$) и рек ($R = 0,54$; $n = 7$) и практически отсутствует у родников ($R = -0,05$; $n = 14$).

Содержание йода в почвенном покрове. Наиболее высокое содержание йода наблюдается в дерново-карбонатных почвах (16,52 мг/кг), а минимальное в буроземах (0,35 мг/кг) и аллювиально-дерновых (0,4 мг/кг). Для большей части исследованных почв выявлен низкий уровень содержания йода (медиана – менее 6 мг/кг). Особенно низкие медианные значения отмечены для буроземов и аллювиально-дерновых почв (табл. 2).

Учитывая, что поступление йода с атмосферными осадками для исследуемой нами ограниченной территории не может сильно варьировать (что было подтверждено измерением йода в атмосферных осадках ранее), предполагалось, что основное влияние на содержание йода в почвах будут оказывать параметры почвенного покрова, способствующие аккумуляции йода, такие, как органическое вещество почв и карбонаты.

Содержание гумуса в почвах Горного Крыма меняется в весьма широких пределах, особенно между дерново-карбонатными и буроземными почвами, как правило, приуроченными к противоположным склонам квестовой гряды [13].

Новые исследования 2019 г. подтвердили эту закономерность: наиболее высокие значения гумуса характерны для дерново-карбонатных почв (от 4,1 до 8,8 %). Хотя максимальные значения гумуса в некоторых буроземах не уступают его содержанию в дерново-карбонатных почвах, однако в целом его значение варьирует в них в более широких пределах (1,7–8,6 %), а средние и медианные значения существенно ниже, чем в дерново-карбонатных (табл. 2).

Наименьшее значение гумуса (табл. 2) отмечалось в аллювиально-дерновых почвах, что может быть объяснено прерывистым процессом почвообразования в долинах этих горных речек. Очевидна слабая тенденция к росту содержания йода при росте рН среды и содержания органики (гумуса).

Таблица 2. Варьирование содержания йода, гумуса, ЕКО и рН в некоторых типах почв Горного Крыма (долина р. Бодрак)

Типы почв	Параметр	Н	Минимум	Медиана	Максимум
Аллювиально-дерновые	Йод, мг/кг	4	0,4	1,2	1,6
	Гумус, %	4	2,6	3,1	3,9
	ЕКО, мг экв/100	4	20	22	47
	рН (водный)	4	7,2	7,7	7,8
Буроземы	Йод, мг/кг	6	0,35	1,6	3,5
	Гумус, %	6	1,7	5,1	8,6
	ЕКО, мг экв/100	6	14	46	64
	рН (водный)	6	6,6	6,8	7,9
Дерново-карбонатные	Йод, мг/кг	13	1,3	5,1	16,5
	Гумус, %	13	4,1	5,9	8,8
	ЕКО, мг экв/100	13	27	109,5	172
	рН (водный)	13	7,5	7,9	8,5

Table 2. **Variation in the content of iodine, humus, CEC and pH in some types of soils of the Crimean Mountains (Bodrak river valley)**

Type of soils	Measured parameter	N	Minimum	Median	Maximum
Fluvisols	Iodine, mg/kg	4	0.4	1.2	1.6
	Humus, %	4	2.6	3.1	3.9
	Cation exchange capacity, mg-equiv/100)	4	20	22	47
	pH	4	7.2	7.7	7.8
Cambisols	Iodine mg/kg	6	0.35	1.6	3.5
	Humus, %	6	1.7	5.1	8.6
	Cation exchange capacity, mg-equiv/100	6	14	46	64
	pH	6	6.6	6.8	7.9
Regosols	Iodine, mg/kg	13	1.3	5.1	16.5
	Humus, %	13	4.1	5.9	8.8
	Cation exchange capacity, mg-equiv/100	13	27	109.5	172
	pH	13	7.5	7.9	8.5

Наименьшая емкость катионного обмена (ЕКО) отмечена у аллювиальных почв, а наибольшая у дерново-карбонатных почв, что также может объясняться неразвитостью сильнокаменистых почв горных речек Второй Гряды Горного Крыма. Это может свидетельствовать о низком содержании карбоната кальция в ППК аллювиальных почв долины реки Бодрак, что не противоречит общеизвестным данным о составе их почвообразующих пород.

Для буроземов отмечались как невысокие значения ЕКО ($Me = 46$ мкг-экв/100), так и значения pH ($Me = 6,8$ мкг-экв/100), наименьшие среди обследованных почв.

Значение pH верхних горизонтов исследованных почв варьировало от 6,5 (буроземы) до 8,5 (дерново-карбонатные). При этом коэффициент корреляции содержания йода к pH оказался малозначимым ($r = 0,39$), что свидетельствует, возможно, о меньшей фиксации йода на карбонатном барьере, в сравнении с захватом его органикой (биогеохимический барьер). При этом данный вопрос требует дополнительных исследований ввиду небольшой выборки, полученной авторами в 2019 г.: $n = 23$).

Независимо от наличия или отсутствия в почвах естественных природных сорбентов, рассмотренных в статье (карбонатные породы и почвенная органика), содержание йода в почвах бассейна реки Бодрак оказалось очень низкое (аллювиально-дерновые – $Me = 3,1$ мг/кг; дерново-карбонатные – $Me = 5,9$ мг/кг).

Заключение

В результате проделанной работы были получены первые экспериментальные данные, характеризующие содержание йода в природных водах и почвенном покрове геохимически контрастных ландшафтов второй гряды Горного Крыма (Бахчисарайский район Республики Крым).

Выявлено, что в целом содержание йода в обследованных источниках питьевых вод (колодцах, скважинах, родниках...) соответствует существующим

нормам (2–10 мкг/л), однако для отдельных источников наблюдаются крайне низкие значения содержания йода (причем как для колодцев 0,89 мкг/л, так и для скважин – 1,75 мкг/л), что, по-видимому, объясняется влиянием водовмещающих пород.

Установлена высокая вариабельность йода в почвах автоморфных ландшафтов Горного Крыма от 0,43 мг/кг (горные буроземы) до 15,4 мг/кг (дерново-карбонатные почвы). Максимальное содержание йода выявлено в дерново-карбонатных почвах Горного Крыма, а минимальное в буроземах (0,43 мг/кг) и аллювиально-дерновых (0,41 мг/кг).

Для природных почв (не затронутых сельскохозяйственной деятельностью) наиболее высокие значения йода соответствуют почвам с наибольшим содержанием гумуса, наибольшему значению рН в верхнем горизонте и наиболее высокой ЕКО.

Подтверждено, что на ограниченной площади (3×5 км) с примерно одинаковым поступлением йода с осадками содержание йода в верхних горизонтах разных типов почв может отличаться в несколько раз, причем в прямой зависимости от содержания гумуса и присутствия карбонатов в их почвенном поглощающем комплексе.

Список литературы

- [1] Дедов И.И. Йододефицитные состояния в Российской Федерации // Вестник РАМН, 2001. № 4. С. 3–12.
- [2] Кашин В. К. Биогеохимия, физиология и агрохимия йода. Л.: Наука, 1987. 261 с.
- [3] Герасимов Г.Г. Эпидемиология, профилактика и лечение йод-дефицитных заболеваний в Российской Федерации // Тиреоид Россия. М.: Изд-во фирмы «Merck КУаА», 1997. С. 31–32.
- [4] Ермаков В.В. Геохимическая экология как следствие системного изучения биосферы // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. М.: Наука, 1999. С. 152–182.
- [5] Безруков О.Ф., Ильиченко Ф.Н., Аблаев Э.Э., Зима Д.В. Геохимические факторы зоообразования // Таврический медико-биологический вестник. 2017. Т. 20. № 3–2. С. 23–27.
- [6] Ковальский В.В., Андрианова Г. А. Микроэлементы (Cu, Co, Zn, Mo, Mn, B, I, Sr) в почвах СССР. Улан-Удэ: Бурятское книжн. изд-во, 1968. 66 с.
- [7] Иванов С.В., Славников А.А., Энзель Д.А. Распространенность заболеваний щитовидной железы в Судакском районе Республики Крым за период 2016–2018 гг. // Восточно-Европейский научный журнал. Медицинские науки. 2020. 53(2). С. 27–29.
- [8] Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. Симферополь: Доля, 2004. 95 с.
- [9] Каюкова Е.П. Гидрохимические особенности атмосферных осадков полигона Крымской геологической практики СПбГУ // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Серия 7: Геология, география. 2011. Вып. 2. С. 26–43.
- [10] Каюкова Е.П. Мезоклимат полигона Крымской геологической практики и современные тенденции его изменения // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Серия 7: Геология, география. 2010. Вып. 4. С. 32–46.

- [11] *Проскурякова Г.Ф., Никитина О.Н.* Ускоренный вариант кинетического роданидно-нитритного метода определения микроколичеств йода в биологических объектах // *Агрохимия*. 1976. № 7. С. 140–143.
- [12] *Каюкова Е.П., Барабощкина Т.А., Филимонова Е.А.* Гидрогеохимические особенности подземных вод бассейна р. Бодрак (Качинское поднятие Горного Крыма) // *Вестник МГУ. Серия «Геология»*. 2020. № 4. С. 55–63.
- [13] *Барабощкина Т.А., Бerezкин В.Ю.* Эколого-геологическое картографирование бассейна р. Бодрак (Крымско-Кавказская горная зона): монография Saarbrücken, Deutschland, LAP, 2011. 152 с.

References

- [1] Dedov II. Iodine deficiency conditions in the Russian Federation. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2001;4:3–12. (In Russ.)
- [2] Kashin VK. Biogeochemistry, phytophysiology and agrochemistry of iodine. Leningrad: Nauka; 1987. 261 p.
- [3] Gerasimov GG. Epidemiology, prevention and treatment of iodine-deficient diseases in the Russian Federation. *Thyroid Russia*. Moscow: Publishing house of Merck KUaA; 1997. p. 31–32. (In Russ.)
- [4] Ermakov VV. Geochemical ecology as a consequence of the systematic study of the biosphere. *Problems of biogeochemistry and geochemical ecology*. Moscow: Nauka; 1999. p. 152–182. (In Russ.)
- [5] Bezrukov OF, Ilyichenko FN, Ablav EE, Zima DV. Geochemical factors of goiter formation. *Tauride Medical and Biological Bulletin*. 2017;20(3–2):23–27. (In Russ.)
- [6] Kovalsky VV, Andrianova GA. *Trace elements (Cu, Co, Zn, Mo, Mn, B, I, Sr) in soils of the USSR*. Ulan-Ude: Buryat Publishing House. publishing house, 1968. 66 p. (In Russ.)
- [7] Ivanov SV, Slavnikov AA, Enzel DA. The prevalence of thyroid diseases in the Sudak district of the Republic of Crimea for the period 2016–2018. *East European Scientific Journal. Medical sciences*. 2020; 53(2):27–29. (In Russ.)
- [8] Dragan NA. *Soil resources of Crimea*. Simferopol: Dolya; 2004. 95 p.
- [9] Kayukova EP. Hydrochemical features of atmospheric precipitation of the landfill of the Crimean geological practice of St. Petersburg State University. *Vestn. S.-Peterburg University. Series 7: Geology, Geography*. 2011;2:26–43. (In Russ.)
- [10] Kayukova EP. Mesoclimate of the Crimean geological practice polygon and current trends in its changes. *Vestn. S.-Peterburg University. Series 7: Geology, Geography*. 2010;4:32–46. (In Russ.)
- [11] Proskuryakova GF, Nikitina ON. Accelerated version of the kinetic rhodanide-nitrite method for determining trace amounts of iodine in biological objects. *Agrochemistry*. 1976;7:140–143. (In Russ.)
- [12] Kayukova EP, Baraboshkina TA, Filimonova EA. Hydrogeochemical features of groundwater in the Bodrak river basin (Kachinsky uplift of the Mountainous Crimea). *Bulletin of the Moscow State University. The series “Geology”*. 2020;4: 55–63. (In Russ.)
- [13] Baraboshkina TA, Berezkin VYu. *Ecological and geological mapping of the Bodrak river basin (Crimean-Caucasian mountain zone)*: monograph Saarbrücken, Deutschland, LAP; 2011. 152 p. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Березкин Виктор Юрьевич, кандидат геолого-минералогических наук, с.н.с., ГЕОХИ РАН, Российская Федерация, 119991, Москва, ул. Косыгина, д. 19; доцент, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 115093, Москва, Подольское шоссе, д. 8/5. ORCID: 0000-0002-1025-638X, eLIBRARY SPIN-код: 7074-9488. E-mail: victor76@list.ru

Глебов Виктор Васильевич, кандидат психологических наук, доцент, с.н.с. ИПУ РАН, Российская Федерация, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65 ORCID: 0000-0002-3390-161X, eLIBRARY SPIN-код: 2685-5454. E-mail: vg44@mail.ru

Каюкова Елена Павловна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры гидрогеологии и инженерной геологии, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7-9. ORCID: 0000-0001-5231-9273, eLIBRARY SPIN-код: 8175-2360. E-mail: e.kayukova@spbu.ru

Bio notes:

Victor Yu. Berezkin, D. in Geology, Senior Researcher, GEOKHI RAS, 19 Kosygina St, Moscow, 119991, Russian Federation; Associate Professor, RUDN University, 8/5 Podolskoye Shosse, Moscow, 115093, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-1025-638X, eLIBRARY SPIN-code: 7074-9488. E-mail: victor76@list.ru

Victor V. Glebov, D. in Psychological, Associate Professor, Senior Researcher, IPU RAS, 65 Profsoyuznaya St, Moscow, 117997, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-3390-161X, eLIBRARY SPIN-code: 2685-5454. E-mail: vg44@mail.ru

Elena P. Kayukova, D. in Geology, Associate Professor of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology, 7–9 Universitetskaya embankment, St. Petersburg, 199034, Russian Federation ORCID: 0000-0001-5231-9273, eLIBRARY SPIN-code: 8175-2360. E-mail: e.kayukova@spbu.ru