



**ГЕОЛОГИЯ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ
КРЫМА
ПОЛЕВЫЕ ПРАКТИКИ В СИСТЕМЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Посвящается
70-летию Крымской учебной практики
по геологическому картированию
Ленинградского – Санкт-Петербургского
государственного университета*

*90-летию профессора
Владимира Анатольевича Прозоровского*

**VI ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ГЕОЛОГИЯ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КРЫМА.
ПОЛЕВЫЕ ПРАКТИКИ В СИСТЕМЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ»**



Санкт-Петербургский государственный университет
Институт наук о Земле
ООО «Водный центр СПбГУ»
МОО «Крымская Академия наук»

ГЕОЛОГИЯ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КРЫМА ПОЛЕВЫЕ ПРАКТИКИ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Материалы Шестой Всероссийской конференции
29 августа – 8 сентября 2022 г.
Республика Крым

Под редакцией В.В. Аркадьева



Издано за счет средств ООО «Водный центр СПбГУ»
Санкт-Петербург
2022

УДК 551+556 (234.86)
ББК 26.32+26.35

Организация и проведение конференции поддержаны Институтом наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Водным центром СПбГУ и Крымской Академией наук

Геология и водные ресурсы Крыма. Полевые практики в системе Высшего образования. Материалы конференции / Под редакцией В.В. Аркадьева – Санкт-Петербург, Изд-во ЛЕМА, 2022. - 289 с.

ISBN 97 8-5-00105-695-9

Сборник содержит разнообразные, в том числе новые материалы по геологии, палеонтологии, магнитостратиграфии, гидрогеологии и лечебным ресурсам Крыма. Рассмотрены вопросы организации и проведения учебных геологических, геофизических, гидрогеологических, минералогических, нефтегазовых, экологических, ботанических, географических, археологических и океанологических практик в различных ВУЗах России. Отдельный раздел сборника посвящен геологическим, геоэкологическим, ботаническим и археологическим экскурсиям, научному туризму. Сборник предназначен для преподавателей, занимающихся организацией различных полевых практик, геологов широкого профиля и студентов.

На 1-ой и 4-ой страницах обложки – вид на Коктебельский залив и мыс Хамелеон

ISBN 978-5-00105-695-9

© Коллектив авторов, 2022

Saint-Petersburg State University
Institute of Earth Sciences
St. Petersburg State University Water Center
Crimean Academy of Sciences

**GEOLOGY AND WATER RESOURCES
OF CRIMEA
FIELD PRACTICAL TRAINING
IN HIGHER EDUCATION SYSTEM**

Proceedings of the 6th All-Russian conference
29 August – 8 September 2022
Republic of Crimea, Russian Federation

Edited by V.V. Arkadiev



Published at the expense of Lld. "SPbSU Water Center"
Saint-Petersburg
2022

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ НИЗКОГО СОДЕРЖАНИЯ ЙОДА В ПОЧВАХ И ВОДАХ ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ ГОРНОГО КРЫМА

Берёзкин В.Ю.^{1,2}, Глебов В.В.³, Каюкова Е.П.⁴

¹Российский университет дружбы народов, Москва, victor76@list.ru

²Институт Геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского, Москва, victor76@list.ru

³Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, Москва, vg44@mail.ru

⁴Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, epkayu@gmail.com

POSSIBLE CAUSES OF LOW IODINE CONTENT IN SOILS AND DRINKING WATER OF MOUNTAIN CRIMEA

Berezkin V.Yu.^{1,2}, Glebov V.V.³, Kayukova E.P.⁴

¹Russian Peoples' Friendship University, Moscow, victor76@list.ru

²Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of RAS, Moscow, victor76@list.ru

³Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, vg44@mail.ru

⁴St Petersburg State University, St Petersburg, epkayu@gmail.com

Введение. Недостаток йода в окружающей среде провоцирует возникновение йод-дефицитных заболеваний у людей и сельскохозяйственных животных (Герасимов, 1997). По разным данным, от 1,5 до 2 миллиардов человек живут в условиях йодного дефицита (Дедов, 2001; Ковальский, Андрианова, 1968). На развитие йод-дефицитных заболеваний влияют и другие факторы, такие как недостаток в почвах Se, Co, Cu, Mn, но роль йода всё же является определяющей (Ермаков, 1999).

В России, дефицит йода в окружающей среде, и йододефицитные заболевания характерны, в том числе, и для некоторых районов Республики Крым (Берёзкин и др., 2019). Разнообразный почвенный покров республики и в особенности горной её части позволяет предполагать наличие контрастных районов по содержанию йода в почвах и в соответствующих им сельскохозяйственных продуктах (Барабошкина, Берёзкин, 2011; Драган, 2004).

В связи с вышесказанным, весьма актуальным является поиск и рассмотрение значения факторов низкого содержания йода в нижних звеньях трофической цепи Крымского полуострова – почвах и природных водах.

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

Методы исследования. Полевые исследования проводились в Бахчисарайском районе Горного Крыма на территории учебно-научного полигона им. А.А. Богданова в 2019 г. Отбор почвенных проб проводился лопатой, с глубины 10–20 см (в зависимости от мощности гумусового горизонта), в пределах единого элементарного ландшафта, на площадке с однородным ненарушенным фитоценозом. Почвенные пробы отбирались в меридиональном направлении с учётом смены литологического типа пород в сопряжённых по рельефу элементарных ландшафтах (вершина, склон, замыкающее понижение). Всего было отобрано 40 почвенных проб.

Отбор водных проб проводился в пластиковую ёмкость, предварительно промытую дистиллятом (ГОСТ 51592-2000), из открытых источников (родники, реки, озёра). Всего в 2019 г. было отобрано шесть водных проб в пределах полигона им. А.А. Богданова, а также шесть проб за его пределами (Симферопольский район и г. Алушта). Во всех водных пробах в полевых условиях проводилось измерение электропроводимости и pH. Помимо 12 проб вод питьевого назначения, отобранных из различных источников в 2019 г., в работе использованы данные по 20 пробам, отобранным в пределах полигона в 2018 г.

Для определения содержания йодид-ионов в отобранных пробах был использован ускоренный вариант кинетического роданидно-нитритного метода определения макро-количество йода в водах и других объектах (в том числе в почвах). Измерения йода осуществлялись 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 было измерено в 23 почвенных пробах (и пересчитывалось на сухой вес пробы) и 12 водных пробах. Используемые в работе данные по содержанию йода в двадцати водных пробах, отобранных в долине реки Бодрак в 2018 г., также были измерены в лаборатории, тем же методом (Проскурякова, Никитина, 1976).

Для проверки гипотезы о задержке йода в карбонатных почвах в сравнении с бескарбонатными, в тех же 23 пробах почв был измерен рН-водный, с помощью рНметра – «Hanna». Для учёта роли поглощения йода органикой и насыщенности почвенного поглощающего комплекса (ППК) карбонатами, в испытательной лаборатории ООО «Лаб24» города Москвы, в 15 пробах почв было измерено содержание гумуса (ГОСТ 26213-91) и ёмкости катионного обмена (ГОСТ 17.4.4.01 п.4.1).

Результаты исследований. Из источников питьевого назначения максимальное содержание йода было установлено для рек, как по медианным – 8,87 мкг/л, так и по максимальным – 24,4 мкг/л значениям (табл. 1).

Таблица 1

Основные статистические характеристики содержания йода и рН в водах питьевого назначения исследуемых районов Республики Крым (2017–2019 гг.)

Тип источника	n	Йод (мкг/л)				рН
		Минимум	Медиана	Среднее	Максимум	
Водопровод	6	0,99	2,54	3,07	6,59	7,92
Родник	14	1,18	3,70	4,00	11,2	7,69
Колодец	5	0,89	2,33	2,72	4,57	7,47
Река	7	3,48	8,87	10,8	24,4	7,94

В реках отмечаются и наиболее высокие средние (10,75 мкг/л) и максимальные (24,4 мкг/л) значения. Было отмечено, что содержание йода в речных 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).

Изменение содержания йода в водах реки Бодрак и ряда других рек Бахчисарайского района может быть связано со сменой преимущественно карбонатной толщи пород меловой и палеогеновой систем бескарбонатными терригенными породами юрской и меловой систем, и вулканитами, что не противоречит данным по смене химического состава вод реки, полученных ранее (Каюкова и др., 2020).

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). 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). Относительно высокие значения йода отмечались лишь для водопроводных вод посёлка Скалистое (6,59 мкг/л).

Значимая отрицательная связь между величиной рН 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 ($R=0,05$; $n=14$). Повидимому, в более щелочной среде, характерной в Горном Крыму для карбонат-

ных водовмещающих пород, йод образует устойчивые соединения CaI^+ и менее переходит в водную среду в виде йонов или водорастворимых соединений.

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). Особенno низкие медианные значения отмечены для бурозёмов и аллювиально-дерновых почв (табл. 2).

Содержание гумуса в почвах Горного Крыма меняется в весьма широких пределах, особенно между дерново-карбонатными и бурозёмными почвами, как правило, приуроченными к противоположным склонам квостовой гряды (табл. 2).

Таблица 2

Статистические характеристики содержания йода и гумуса, величины ЕКО и рН-водного в некоторых почвах Горного Крыма (долина р. Бодрак)

Типы почв	Параметр	МИН	СРЕД	МЕ	МАКС	N
Дерново-карбонатные	Йод (мг/кг)	1,3	5,6	5,1	16,5	13
	Гумус (%)	4,1	6,2	5,9	8,8	13
	ЕКО (мг экв/100)	27	100,8	109,5	172	13
	рН (водный)	7,5	8	7,9	8,5	13
Бурозёмы	Йод (мг/кг)	0,35	1,69	1,6	3,5	6
	Гумус (%)	1,7	5,1	5,1	8,6	6
	ЕКО (мг экв/100)	14	42,5	46	64	6
	рН (водный)	6,6	6,9	6,8	7,9	6
Аллювиально-дерновые	Йод (мг/кг)	0,4	1,1	1,2	1,6	4
	Гумус (%)	2,6	3,2	3,1	3,9	4
	ЕКО (мг экв/100)	20	29,7	22	47	4
	рН (водный)	7,2	7,6	7,7	7,8	4

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).

При близких значениях рН-водного у дерново-карбонатных почв и почв долин горных рек, для последних отмечается значительно меньшая ёмкость катионного обмена (ЕКО). Это может свидетельствовать о низком содержании карбоната кальция в ППК почв долины реки Бодрак, что не противоречит общеизвестным данным о составе их почвообразующих пород. Для бурозёмов отмечались, как невысокие значения ЕКО (Ме = 46 мкг экв/100), так и значения рН (Ме = 6,8) наименьшие среди исследованных почв.

В целом, значение рН верхних горизонтов исследованных почв варьировало от 6,5 (бурозёмы) до 8,5 (дерново-карбонатные). При этом коэффициент корреляции содержания йода к рН оказался малозначимым ($r=0,39$), что свидетельствует, возможно, о меньшей фиксации йода на карбонатном барьере, в сравнении с захватом его органикой (биогеохимический барьер).

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 (Бахчисарайского района, Республики Крым).

Выявлено, что в целом содержание йода в обследованных источниках питьевых вод (колодцах, скважинах, родниках) соответствует существующим нормам (2–10 мкг/л). Для отдельных источников наблюдаются крайне низкие значения содержания йода (при чём как для колодцев 0,89 мкг/л, так и для скважин – 1,75 мкг/л), что, по-видимому, объясняется влиянием водовмещающих пород. Низкое содержание йода (1,04–2,24 мкг/кг) в ставках (запрудах) требует дальнейшей экспериментальной проверки и осмысления.

Установлена высокая вариабельность йода в почвах автоморфных ландшафтов Горного Крыма от 0,43 мг/кг (горные бурозёмы) 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).

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, в зависимости от содержания гумуса и присутствия карбонатов в их почвенном поглощающем комплексе.

Работа выполнена как частное инициативное исследование, при частичной финансовой поддержке ГЕОХИ РАН (Россия). Авторы выражают благодарность сотрудникам ГЕОХИ РАН д. г.-м. н. Е.М. Коробовой за возможность выполнить измерения йода и В.С. Баранчукову за помощь в работе с ArcGis 9.0 и отбор нескольких образцов вод, студентам РУДН А.А. Бобину, В.С. Трушину и студентке СПбГУ Л.В. Ушаковой, принимавшим активное участие в отборе проб в 2019 г.

Литература

Барабошина Т.А., Березкин В.Ю. Эколого-геологические особенности сельскохозяйственных территорий Крымско-Кавказской горной зоны / Юг России: экология, развитие. 2007. Т. 2. № 4. С. 92–95.

Барабошина Т.А., Берёзкин В.Ю. Эколого-геологическое картографирование бассейна р. Бодрак (Крымско-Кавказская горная зона). Монография. Saarbrucken, Deutschland, LAP. 2011. 152 с.

Берёзкин В.Ю., Каюкова Е.П., Ушакова Л.В. Содержание йода в водах питьевого назначения Горного Крыма как один из возможных факторов и индикатор йододефицита / Тр. XI Межд. биогеохимической школы, посвященной 120-летию со дня рождения Виктора Владиславовича Ковальского: в 2 томах. Т. 2. Тула: изд-во: ТГПУ им. Л.Н. Толстого. 2019. С. 125–128.

Герасимов Г.Г. Эпидемиология, профилактика и лечение йод-дефицитных заболеваний в Российской Федерации / Тироид Россия. М.: Изд-во фирмы «Merck КУА». 1997. С. 31–32.

ГОСТ 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».

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

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

Дедов И.И. Йододефицитные состояния в Российской Федерации // Вест. РАМН. 2001. № 4. С. 3–12.

Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. Симферополь: Доля. 2004. 95 с.

Ермаков В.В. Геохимическая экология как следствие системного изучения биосфера / Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. М.: Наука. 1999. С. 152–182.

Каюкова Е.П., Барабошина Т.А., Филимонова Е.А. Гидрогеохимические особенности подземных вод бассейна р. Бодрак (Качинское поднятие Горного Крыма) // Вест. МГУ. Сер. «Геология». 2020. № 4. С. 55–63.

Ковальский В.В., Андрианова Г.А. Микроэлементы (Cu, Co, Zn, Mo, Mn, В, I, Sr) в почвах СССР. Улан-Удэ: Бурятское книжн. из-во. 1968. 66 с.

Проскурякова Г.Ф., Никитина О.Н. Ускоренный вариант кинетического роданидно-нитритного метода определения микроколичеств йода в биологических объектах // Агрохимия. 1976. № 7. С. 140–143.