

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 631.416.9(571.56–21) (082)

### Микроэлементы в почвах пригородной зоны г. Якутска

Д.Д. Саввинов, М.П. Макарова, А.Г. Тимофеев, Д.В. Ковальский

*Начиная со второй половины XX в. в России стали уделять внимание изучению микроэлементов, что было связано со значительным влиянием этих следовых химических элементов на рост и развитие растительности, а также на протекание биохимических процессов в организме человека. При этом было выявлено, что многие микроэлементы признаны эссенциальными, т.е. жизненно необходимыми. Кандидатами войти в перечень таковых являются широко известные токсичные элементы: свинец, кадмий, олово, рубидий. Как недостаток, так и избыток микроэлементов могут быть причиной микроэлементозов человека. Поэтому изучение содержания микроэлементов в почвах, где накапливаются химические элементы, представляет не только сугубо научный интерес, но и большую практическую значимость. Изучению некоторых аспектов данной проблемы посвящена данная статья.*

Ключевые слова: микроэлементы, педосфера, почва, геохимия, экология, пригородная зона, растение.

*Since the second half of XX century in Russia it is started to pay attention to the study of trace elements, which was due the significant influence of these trace chemical elements on the growth and development of vegetation, as well as on the course of biochemical processes in the human body. It was revealed that many trace elements found to be essential, i.e. vital. Candidates to be included in the list of them are well-known toxic elements such as lead, cadmium, tin and rubidium. Both a lack and an excess of microelements can cause human's microelementosis. Therefore, the study of trace elements in soils, where they can accumulate chemical elements, is not only of purely scientific interest, but also of great practical significance. Our paper is devoted to the study of some aspects of this problem.*

Key words: microelements, pedosphere, soil, geochemistry, ecology, suburb zone, plant.

В отечественной литературе основы учения о микроэлементах связывают с именем одного из основателей геохимии академика В.И. Вернадского [1], который установил тесную связь химического состава почв с другими компонентами биосферы. Тем самым он расширил основы учения В.В. Докучаева [2] об основных закономерностях формирования педосферы. В таком историческом контексте мы должны воспринимать формирование нового научного направления – геохимии.

Как известно, в нашей стране, благодаря усилиям А.П. Виноградова [3] и В.В. Ковальского [4], проводились обширные геохимические ис-

следования, начиная с Прибалтики до Дальнего Востока.

Особенно плодотворными в сибирском и дальневосточном регионах были работы, осуществленные под руководством О.В. Макеева [5] и В.Б. Ильина [6].

На территории Якутской АССР первые работы о содержании микроэлементов в почвах и растениях появились в 70-х гг. XX в. Инициатором и научным руководителем этих исследований был профессор, биохимик А.Д. Егоров [7–9]. С самого начального периода исследований якутских ученых основное внимание было направлено на сопряженное изучение содержания микроэлементов в системе почвообразующая порода–почва–растение. В дальнейшем исследованиями охвачено определение содержания микроэлементов в органах крупного рогатого скота. В этом направлении наиболее плодотворными оказались фундаментальные и прикладные исследования Н.Н. Сазонова [10–11].

Следует заметить, что новый этап изучения микроэлементов в Якутии во второй половине

---

САВВИНОВ Дмитрий Дмитриевич – д.б.н., проф., советник АН РС(Я); МАКАРОВА Мария Петровна – аспирантка СВФУ, mkuchkina@ gmail.com; ТИМОФЕЕВ Александр Григорьевич – аспирант СВФУ, timofeev1481@ mail.ru; КОВАЛЬСКИЙ Дмитрий Владимирович – учитель СОШ № 7 г. Якутска, dimbazz@mail.ru.

XX в. возник в связи с исследованиями по выявлению промышленного воздействия на экосистемы в бассейне р. Вилюй [12–13].

За последние годы проводились мониторинговые наблюдения за динамикой содержания микроэлементов, главным образом, на территории г. Якутска [14–15], где усилие ученых было направлено на выяснение техногенного воздействия на содержание химических элементов в атмосфере и грунтах под зелеными насаждениями. При этом собственно почвенный покров под естественными ландшафтами оставался недостаточно изученным.

До начала XXI в. большая часть территории долины р. Лены, так называемая долина Туймаада, была занята сельскохозяйственными угодьями пригородных совхозов «Хатасский» (западная часть долины) и «Якутский» (восточная ее часть). В настоящее время в связи с ликвидацией этих крупных с/х предприятий собственная территория г. Якутска интенсивно расширяется за счет захвата площадей пригородной зоны. В такой ситуации актуальным является изучение химических свойств почв, находящихся под пастбищными и агроценозами, размещенными на территориях названных совхозов.

Основными объектами для изучения нами выбраны мерзлотные дерново-остепненные черноземовидные почвы (маломощные мерзлотные черноземы), занимающие господствующее положение на положительных элементах (гривы или местное название «кырдалы») надпойменных террас р. Лены, не заливаемые внешними паводковыми водами.

Эти почвы из-за недостаточного количества атмосферных осадков испытывают постоянный существенный дефицит продуктивной почвенной влаги [16]. Но их общее плодородие относительно благоприятно для возделывания сельскохозяйственных культур [17]. Тем не менее, для получения устойчивых урожаев они нуждаются во внесении определенных доз органических и минеральных удобрений.

Как правило, наиболее возвышенные участки долины р. Лены с преобладанием пустынно-степной растительности издавна используются и как рекреационные территории под пастбища, а с более богатой лугово-степной растительностью – под пашни. Следовательно, первые участки мы рассматриваем как земли, находящиеся

Содержание микроэлементов в почвах, мг/кг

Участок	Площадка	Глубина, см	Pb	Ni	Mo	Cr	Zn	Cu
Техногенное воздействие								
Залежь	1	0–5	5,89	2,48	60,26	1,87	7,05	3,96
		5–10	3,71	3,07	75,18	2,74	8,27	4,71
		10–15	7,89	3,29	63,43	2,91	6,97	5,29
Пашня	2	0–5	3,60	2,78	62,28	2,19	4,41	4,41
		5–10	4,24	2,63	70,81	2,87	16,69	5,45
		10–20	8,60	3,76	65,22	2,60	7,92	4,67
		20–40	3,84	3,08	50,85	2,27	5,73	3,72
Зооенное воздействие								
Черный пар	3	0–5	3,55	2,51	43,58	2,08	7,07	4,40
		5–10	3,78	3,31	47,38	2,10	42,96	4,69
		10–20	6,18	2,84	46,24	2,39	50,80	5,18
		20–40	3,35	2,44	39,63	2,01	4,96	4,55
Пастбище	4	0–5	2,96	2,48	95,66	1,50	7,48	3,77
		5–10	2,96	4,04	95,70	2,00	7,77	4,02
		10–20	3,00	2,63	47,16	1,72	7,86	3,51
		20–30	4,50	5,12	61,67	3,44	5,83	5,88
		40–50	5,45	0,89	18,67	0,80	4,96	1,96
		5	0–5	8,20	3,76	181,4	1,19	32,02
5	5–10	5,27	5,08	133,2	1,37	6,03	5,14	
	10–20	3,09	5,42	134,8	1,86	3,86	4,96	
	20–30	3,43	5,77	109,7	2,87	4,10	5,59	
	30–40	2,79	6,43	190,4	5,61	2,70	3,20	
	40–50	4,70	12,95	347,1	4,58	5,26	9,44	
	6	0–5	3,07	1,51	46,32	1,12	54,60	2,12
5–10		2,62	1,84	50,60	1,35	6,75	1,59	
10–20		2,58	1,56	50,81	1,36	4,86	1,75	
7	0–5	4,28	2,76	62,36	1,64	12,01	4,06	
	5–10	5,00	2,87	58,81	2,05	6,92	4,39	
	10–20	3,53	3,45	60,17	1,94	7,50	4,49	
Антропогенное воздействие								
Места проведения культурного отдыха горожан	8	0–5	2,97	1,90	47,86	1,33	6,26	3,22
		5–10	3,54	1,77	43,68	1,52	202,30	2,92
		10–20	3,06	1,85	43,02	1,83	17,92	2,52
	9	0–5	4,21	1,59	54,26	0,99	9,52	4,48
		5–10	2,73	1,74	41,78	1,35	5,07	3,21
		10–20	4,06	2,10	49,77	2,06	5,38	3,85
ПДК			6,0	4,0	1500	6,0	23,0	3,0

под постоянным зооенным воздействием, пашни – техногенным, а рекреационные участки – антропогенным.

На территории бывшего совхоза «Якутский» содержание микроэлементов определялось на участке, занятом коллективным хозяйством «ЭМ», на площадках 1 (залежь) и 2 (картофельное поле). Первая расположена в непосредственной близости от второй. Как видно из таблицы, разница в величинах концентраций изученных микроэлементов в почвах между залежью и картофельным полем незначительна. Причем содержание никеля, хрома, цинка и магния, особенно последних двух, существенно ниже уровня ПДК, тогда как содержание меди почти в 1,2–1,5 выше ПДК. Что касается содержа-

ния свинца, то намечается определенная тенденция увеличения его концентрации на глубине 10–20 см. Такая незначительная разница в содержании микроэлементов в почвах между изученными площадками связана с тем, что залежь в недавнем прошлом подвергалась тем же агротехническим приемам обработки почвы, что и пашня.

Под черным паром (площадка 3 выбрана на территории научного стационара «Марха» Института биологических проблем криолитозоны СО РАН) почти такая же закономерность распространения микроэлементов как в предыдущих площадках, за исключением лишь меньшего накопления свинца, что очевидно связано с минимальным использованием с/х машин на поле, хотя и здесь на глубине 10–20 см наблюдается существенное превышение свинца над уровнем ПДК.

В отличие от площадки 1 другие площадки 4, 5, 6 и 7 были выбраны в основном как почвы, находящиеся в течение длительного времени под зоогенным и антропогенным прессингами. Площадки 4, 6 и 7 – объекты на территории бывшего совхоза «Якутский», 5 – совхоза «Хатассы».

В целом и здесь наблюдается аналогичная картина в величинах содержания цинка, марганца и хрома в почвах, т.е. концентрация этих элементов заметно ниже уровня ПДК. Только отличается заметное повышение содержания меди (выше ПДК) в корнеобитаемом слое, свинца и меди – в отдельных горизонтах. Интересно заметить, что под черным паром за исключением содержания свинца концентрация всех микроэлементов существенно ниже, чем ПДК, особенно мало содержание марганца.

Площадки 8 и 9 подобраны на местности «Три березы», где ежегодно проводится национальный праздник «Ысыах». В нем участвует большое количество горожан. Автотранспорт оставляется за пределами территории массового отдыха, поэтому почвенно-растительный покров испытывает чисто антропогенное воздействие. В силу этого здесь за исключением меди содержание всех изученных микроэлементов не превышает ПДК.

Из шести рассмотренных химических элементов свинец и цинк относятся к первому классу опасности, никель и хром – к второму, марганец и медь – к третьему классу опасности. Как выше отмечено, в целом на всех изученных площадках содержание тяжелых металлов в почвах ниже или незначительно превышает уровень ПДК. Поэтому они не представляют большой опасности для окружающей среды, тем более для живых организмов. Но с другой стороны, учитывая, что систематическое накопление даже ма-

лого количества химических элементов первого и второго классов опасности со временем может осложнять экологическую ситуацию, необходимо продолжение мониторинговых наблюдений за их содержанием не только в почвах, но также в растительности и в организмах с/х животных.

Особый интерес представляет изучение тяжелых металлов в почвах дачных участков, а также в почвах интенсивного с/х использования, особенно под орошаемыми культурами.

Что касается почв с малым содержанием тяжелых металлов, то и здесь необходим мониторинговый контроль, так как существенный дефицит некоторых тяжелых металлов, как медь, молибден, марганец, может вызывать как у растений, так и у живых организмов негативные явления в их росте и развитии. В этом отношении наши наблюдения еще раз подтверждают правомерность заключений о дефиците некоторых микроэлементов в долине р. Лены.

#### Литература

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М.: Наука, 1965. – 374 с.
2. Докучаев В.В. Учение о зонах природы. – М.: Географгиз, 1948. – 63 с.
3. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М., 1950. – 278 с.
4. Ковальский В.В. Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. – 298 с.
5. Макеев О.В. Микроэлементы в почвах Сибири и Дальнего Востока. – М.: Наука, 1973. – 150 с.
6. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 152 с.
7. Егоров А.Д. Микроэлементы в сельском хозяйстве Якутии. – Якутск, 1967. – 40 с.
8. Егоров А.Д. Биогеохимическое районирование лугопастбищных территорий Якутии на основе биогеохимии ландшафтов // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1968. – Т.2. – С. 57–65.
9. Егоров А.Д., Григорьева Д.В., Курилюк Т.Т., Сазонов Н.Н. Микроэлементы в почвах и лугопастбищных растениях мерзлотных ландшафтов Якутии. – Якутск, 1970. – 288 с.
10. Сазонов Н.Н. Геохимические провинции Якутии // Охрана окружающей среды Сибири. – Кызыл, 1988. – С.25–26.
11. Сазонов Н.Н. Микроэлементы в мерзлотных экосистемах и их значение в использовании биологических ресурсов Якутии: автореф. дис. ... д.б.н. – Якутск, 2000. – 40 с.
12. Экология бассейна реки Вилюй: промышленное загрязнение / Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние. ЯНЦ. Отд. охраны природы. – Якутск: МГП «Полиграфист», 1992. – 120 с.

13. *Экология реки Вилюй: состояние природной среды и здоровья населения* / Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние. ЯНЦ. Отд. охраны природы. – Якутск: МГП «Полиграфист», 1993. – 240 с.

14. *Легостаева Я.Б., Макаров В.С., Сивцева Н.Е.* Эколого-геохимическая оценка состояния территории г. Якутска и прогноз дальнейшего развития ситуации // Научное обеспечение решения ключевых проблем г. Якутска. – Якутск: ООО «Издательство Сфера», 2010. – С. 185–190.

15. *Макаров В.Н.* Результаты эколого-геохимического мониторинга окружающей среды и стратегия развития г. Якутска // Мат-лы научно-практич. конф.

«Научные и инновационные основы стратегии социально-экономического развития городского округа «Город Якутск» на период до 2030 года» (19–20 декабря 2012 г., г. Якутск). – Якутск: КнигоГрад, 2013. – С. 65–70.

16. *Саввинов Д.Д.* Гидротермический режим почв в зоне многолетней мерзлоты. – Новосибирск: Наука, 1976. – 254 с.

17. *Еловская Л.Г., Коноровский А.К., Саввинов Д.Д.* Мерзлотные засоленные почвы Центральной Якутии. – М.: Наука, 1966. – 272 с.

*Поступила в редакцию 21.02.2014*

УДК 631.4

## «Зверовые» солонцы Юго-Западной Якутии

Р.В. Десяткин

*Раскрывается суть термина «солонец» в почвоведении и народного названия выходов минеральных грунтов с повышенным содержанием солей, используемых дикими животными для пополнения запасов в организме некоторых физиологически необходимых элементов и называемых в народе «зверовыми» солонцами. Дается характеристика состава легкорастворимых веществ «зверовых» солонцов бассейна р. Большая Черепаниха (Юго-Западная Якутия).*

Ключевые слова: почва, солонец, биофильные элементы, почвенный поглощающий комплекс, состав растворимых солей, тип засоления.

*The article reveals the essence of the term “solonetz” in soil science and popular name of output of soils with high mineral salts content, which is used by wild animals for restocking in the body of some physiologically essential elements and which are called in public as beast solonetzic soils. The characteristic of soluble substances of beast solonetzic soils of the Bolshaya Cherepaniha river basin (Southwestern Yakutia) are given.*

Key words: soil, solonetz, biophil elements, soil absorbing complex, composition of soluble salts, salinity type.

В Толковом словаре русского языка В. Даля нет определения слова «солонец», но при толковании содержания слова «соль» упоминаются словосочетания «солонцовые степи» и «солонцовый луг». Данный факт указывает на то, что во времена создания словаря еще не было науки «почвоведение» и не велась массовая охота на лесного зверя в местах выхода минеральных грунтов с высоким содержанием солей. Научное значение слова «солонец» связано с почвенным типом, а народное понимание данного слова, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке, чаще всего связано с охотой на диких копытных.

В почвоведении «солонец» – это тип почвы, отличающийся высоким содержанием ионов натрия в почвенном поглощающем комплексе подгумусового (иллювиального) горизонта. Встре-

чаются солонцы преимущественно в засушливых областях бореального, тропического и субтропического поясов. Ареал распространения солонцов охватывает и мерзлотные области, они чаще всего развиваются под сухими и настоящими лугами по долинам рек и аласов в зоне средней тайги. Мерзлотные солонцы имеют несколько опресненный с поверхности слой почвы, который на небольшой глубине (5–20 см) подстилается плотным солонцовым горизонтом ореховатой или призматической структуры [1]. Ниже залегает карбонатный горизонт. В мокром состоянии эти почвы вязкие, липкие. Такие свойства обусловлены присутствием большого количества обменного натрия и щелочной реакцией среды. По степени насыщенности поглощающего комплекса натрием выделяются слабо- (10–15%), средне- (15–20%), сильносолонцеватые (20–30%) почвы и солонцы (>30%). В отличие от солончаков, солонцы содержат водорас-

ДЕСЯТКИН Роман Васильевич – д.б.н., зам. директора ИБПК СО РАН, rvdcs@ibpc.yasn.ru.