

© В.А. БОЕВ
vikboev2009@mail.ru

УДК 631.416.9 (571.12)

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТЮМЕНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКАЗНИКА

АННОТАЦИЯ. Представлены результаты исследований содержания микроэлементов в почвах и растениях Тюменского федерального заказника. Было проведено определение содержания подвижных форм 8 микроэлементов в почвах (экстрагент — ацетатно-аммонийный буфер, рН — 4,8) и содержание этих элементов в растениях атомно-абсорбционным методом. Показано, что содержание подвижных форм практически всех исследованных элементов в почвах Тюменского федерального заказника колеблется в незначительных пределах, а содержание подвижных форм Zn, Cu, Co, Ni, Pb не превышает предельно допустимых концентраций. Установлено, что содержание микроэлементов в растениях колеблется в широких пределах, которое определяется видовыми особенностями растений. Путем подсчета процентного содержания проб с избыточными и недостаточными концентрациями микроэлементов были получены ряды, отражающие закономерности накопления микроэлементов растениями заказника. Выявлено, что в наибольшей степени в растениях Тюменского федерального заказника концентрируется никель, затем следуют марганец и кадмий; в то же время растения недостаточно обеспечены железом и медью. Показано, что экологическая ситуация в Тюменском федеральном заказнике является благополучной, поскольку в почвах и растительности не наблюдается превышения предельно допустимых концентраций исследованных микроэлементов, однако имеет место недостаточное содержание в растениях меди и железа, которое можно устранить внесением микроудобрений содержащих эти элементы, на участках, где выращиваются кормовые травы для подкормки животных в зимний период.

SUMMARY. Presented research results for content of the trace elements in soil and vegetation of the Tyumen federal wildlife preserve. Using the atomic absorption spectroscopy the content of the movable form of 8 trace elements in ground was determined (acetate ammonium buffer used as extraction agent, pH — 4,8) as well as the content of these elements in plants of the Tyumen federal wildlife preserve. Shown that the content of movable forms of virtually all of examined elements in soil of the Tyumen federal wildlife preserve varies in a small range, while the content of movable forms of Zn, Cu, Co, Ni, Pb not exceeded the maximum permissible concentrations. Stated that content of trace elements in plants are varied in a wide range and determined by the specific peculiarities of plants. By calculating the percentage of samples with excessive and insufficient concentrations of trace elements we obtained some series reflecting regularities of trace elements accumulation in the ground of wildlife preserve. It was discovered that the most concentrating element in plants of the Tyumen federal wildlife preserve is nickel then manganese and cadmium, while plants have not enough provision of iron and copper. Shown that there are no significant problems with the ecological situation in Tyumen federal wildlife preserve, as no excessive concentrations

of examined trace elements was detected. However, found some insufficiency of iron and copper in plants which can be eliminated by applying micro-fertilizers with such elements in stern grass vegetation areas for winter additional fourage for animals.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Микроэлемент, особо охраняемая территория, фоновая территория.

KEY WORDS. Trace element, specially protected area, the background area.

При проведении биогеохимических исследований важное значение имеет выбор фоновых территорий, в пределах которых антропогенное воздействие и соответственно загрязнение компонентов почв и растительности минимально. К числу объектов фонового мониторинга почв могут быть отнесены заповедники и памятники природы, где почвы подвержены минимальному антропогенному загрязнению [1].

Особо охраняемые территории возможно использовать в качестве регионального фона для оценки степени загрязнения почв и растительности других территорий исследуемого региона.

Выполняются также исследования на особо охраняемых территориях в качестве объектов почвенно-экологического мониторинга [2].

На территории юга Тюменской области особо охраняемые территории представлены двумя федеральными заказниками — Тюменским и Белозерским. Эти заказники выбраны нами в качестве фоновых территорий для биогеохимических исследований микроэлементов в системе почва-растение на территории юга Тюменской области, Тюменский федеральный заказник представляет интерес для изучения формирования химического состава поверхностного стока на фоновых территориях.

Первым объектом исследования был Тюменский федеральный заказник. В летние сезоны 2009-2010 гг. были проведены экспедиции совместно с сотрудниками Института почвоведения и агрохимии СО РАН, в ходе которых были отобраны образцы почв и растений на территории Тюменского федерального заказника.

Тюменский федеральный заказник расположен в пределах Нижнетавдинского района Тюменской области, в юго-западной части Западно-Сибирской низменности, в системе Тарманского озерно-болотного массива, в междуречье среднего течения рр. Тавда и Тура.

Целью создания заказника являются охрана обитающих в нем животных, в их тесной взаимосвязи с окружающей средой, сохранение видового разнообразия, обеспечение оптимального уровня воспроизводства охраняемых животных и распространение знаний и опыта по бережному отношению к природе и пропаганде природоохранного законодательства среди населения. Среди объектов охраны есть такие виды как *черный аист, большой подорлик, беркут, орлан-белохвост, кречет, сапсан, кулик-сорока, филин.*

В заказнике обитают также млекопитающие животные: лось, кабан, бурый медведь, заяц-беляк. Охране подлежат уникальные природные комплексы — самые южные урочища еловых лесов с примесью кедра, пихты, липы, можжевельника и вереска, а также Тарманская водно-озерная система, в значительной степени определяющая увлажненность этого района и водный режим вытекающих из нее ручьев и речек.

Площадь заказника составляет 53 585 га.

Заказник граничит с сельскохозяйственными угодьями, кварталами гослесфонда и межхозяйственного лесхоза, а с запада совпадает с административной границей Тюменской и Свердловской областей.

Почвенный покров Тюменского федерального заказника представлен светло-серыми лесными почвами.

При проведении исследований нами были поставлены следующие задачи:

1. Установить содержание макро- и микроэлементов в почвах и растительности заказника для получения фоновых концентраций этих элементов.

2. Установить уровень концентраций микроэлементов в почвах и растениях с целью оценки экологической ситуации.

3. Оценить доступность микроэлементов, содержащихся в почвах заказника для растений.

Нами были отобраны 9 образцов верхнего горизонта (0-10 см) почв на территории заказника и образцы травянистых растений.

Видовой состав растений приведен в перечне 1.

Перечень 1

Видовой состав растительности Тюменского федерального заказника

1) гравилат; 2) хвощ; 3) репейник; 4) вероника; 5) подорожник; 6) хвощ; 7) костер; 8) большеголовник; 9) мятлик лесной; 10) люцерна; 11) полевица гигантская; 12) тимофеевка; 13) дрема; 14) тысячелистник; 15) василек; 16) лапчатка; 17) звучатка; 18) горошек; 19) мятлик; 20) лапчатка серебристая; 21) костер; 22) клевер средний; 23) василек; 24) клевер гибридный; 25) лабазник; 26) костер; 27) ветошь; 28) кострец безостый; 29) ветошь; 30) клевер; 31) ветошь; 32) ветошь.

В табл. 1 отражен видовой состав растительности в точках отбора проб почв.

Таблица 1

Местоположения проб почв и видовой состав растительности

Номер пробы	Местоположение	Видовой состав растительности и № пробы
1	Опушка леса	Хвощ - 2
		Репейник волосистый - 3
		Подорожник - 5
		Костер безостый - 7
1	2	3
1	2	3
		Василек - 23
		Лабазник - 25
		Клевер - 30
2	Разнотравье, земляника	Гравилат алепский - 1
		Вероника - 4
		Тысячелистник - 14
		Лапчатка золотистая - 16
4	Растения мать-и-мачеха	Большеголовник
		Полевица гигантская
		Тимофеевка

Окончание табл. 1

		Василек
		Лапчатка серебристая
		Клевер гибридный
5	Разнотравье	Костер
		Ветошь
6	Зверобой	нет
8	Липа	Люцерна
		Клевер средний
9	Хвощ полевой	
3	Разнотравье (посев костра)	Кострец безостый
		Ветошь
7	Бодяк (посев костра)	Костер
		Ветошь
10	Костер безостый, муравейник	Нет
	Смесь с точек 1 и 2	Хвощ лесной
	Смесь с точек 4 и 8	Мятлик лесной
	Смесь с точек 4 и 5	Мятлик
	Смесь с точек 1,2,4 и 8	Ветошь

Было проведено определение содержания подвижной форм 14 макро- и микроэлементов (экстрагент — ацетатно-аммонийный буфер, рН — 4,8), результаты которого приведены в табл. 2. Анализы выполнены на атомно-абсорбционном спектрофотометре Квант-2 в лаборатории биогеохимии почв Института почвоведения и агрохимии СО РАН.

Таблица 2

**Содержание подвижных форм макро- и микроэлементов
в почвах Тюменского федерального заказника
(экстрагент — ацетатно-аммонийный буфер, рН — 4,8;
содержания микроэлементов выражены в мг/кг)**

№ п/п	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	Ni	Pb	Cd
1	43,7	95	0,85	0,11	0,25	1,49	0,28	0,035
2	48,1	135	1,43	0,1	0,54	2,2	0,1	0,049
3	18,2	85	0,73	0,16	0,14	1,22	0,1	0,052
4	31,7	68,3	0,62	0,13	<0,005	1,15	0,12	0,026
5	13,9	136,7	1,72	0,11	0,23	1,58	0,13	0,061
6	21,5	65	0,9	0,11	0,18	1,33	0,13	0,037
7	31,2	215	2,69	0,15	0,36	3,03	0,73	0,19
M+m	13,9- 48,1	65- 215	0,62- 2,69	0,1- 0,16	<0,005- 0,54	1,15- 3,03	0,1- 0,73	0,035- 0,19
Среднее	29,7	114,3	1,28	0,12	0,24	1,71	0,23	0,040
ПДК	-	-	23	3	5	4	6	-

Примечание: ПДК приведены по [1]; ПДК для подвижных форм Fe, Mn, Cd в России не разработаны.

Из приведенных в табл. 2 данных следует, что содержание подвижных форм практически всех исследованных элементов в почвах Тюменского федерального заказника колеблется в незначительных пределах, а содержания подвижных форм Zn, Cu, Co, Ni, Pb не превышают предельно допустимых концентраций. (ПДК для подвижных форм Fe, Mn, Cd в России не разработаны.)

Нами проведено определение содержания макро- и микроэлементов в растениях Тюменского федерального заказника, результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Валовое содержание химических элементов
в растениях Тюменского федерального заказника**

Растение	Содержание микроэлементов (мг/кг)							
	Cd	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
1 — Гравилат алепский	0,112	0,71	0,89	4,6	5	0,24	0,11	10,13
2 — Хвощ	0,267	0,38	7,32	33,9	93	10,90	0,22	43,22
3 — Репейник волосистый	0,634	< 0,1	20,74	69,0	115	10,87	2,63	102,98
4 — Вероника	0,430	2,61	13,03	72,5	111	3,21	1,07	62,41
5 — Подорожник	0,104	0,62	4,07	13,1	72	2,97	0,86	18,92
6 — Хвощ лесной	0,441	0,66	1,97	9,0	19	1,84	0,34	19,10
7 — Костер безостый	0,333	0,98	4,39	32,7	98	0,84	0,39	27,31
8 — Большоголовник	0,256	1,13	5,85	18,2	45	7,79	0,56	26,01
9 — Мятлик лесной	0,682	3,91	11,46	90,2	285	6,55	1,82	69,75
10 — Люцерна	0,689	0,57	9,41	112,4	171	6,45	1,57	48,15
11 — Полевица гигантская	0,198	< 0,1	9,41	55,1	571	5,45	0,79	82,82
12 — Тимофеевка	1,315	< 0,1	10,95	64,9	2231	5,67	2,77	45,30
14 — Тысячелистник	0,242	0,29	7,38	63,3	85	7,41	0,51	42,28
15 — Василек	0,174	0,19	2,26	10,9	32	1,77	0,60	22,29
16 — Лапчатка золотистая	0,610	< 0,1	5,52	45,0	192	4,95	2,29	62,48
19 — Мятлик	0,467	< 0,1	11,45	78,0	333	5,40	1,46	32,81
20 — Лапчатка серебристая	0,480	< 0,1	14,82	101,1	437	16,63	1,07	113,31
21 — Костер	0,877	< 0,1	11,95	86,1	289	1,78	1,63	95,91
22 — Клевер средний	0,300	0,27	12,09	44,3	119	10,30	0,85	27,98
23 — Василек	0,137	< 0,1	3,56	13,6	25	4,62	0,38	16,53
24 — Клевер гибридный	0,338	1,33	11,92	113,1	132	12,89	0,82	32,12
25 — Лабазник	0,129	< 0,1	9,10	43,3	137	4,40	0,95	52,63
26 — Костер	0,457	< 0,1	10,71	45,9	260	1,96	1,05	49,52

Окончание табл. 3

27 — Ветошь	0,317	0,46	5,12	31,1	160	1,58	1,19	19,51
28 — Кострец безостый	0,311	1,79	16,47	312,6	489	3,22	1,94	86,68
29 — Ветошь	0,549	< 0,1	6,70	38,5	228	2,61	1,44	25,52
30 — Клевер	0,054	< 0,1	6,31	12,5	80	4,76	0,34	14,47
31 — Ветошь	0,131	< 0,1	3,59	37,3	95	2,53	0,99	17,33
32 — Ветошь	0,157	0,85	4,46	44,9	128	1,41	0,73	21,32

Из представленных в табл. 3 данных следует, что содержание микроэлементов в растениях колеблется в широких пределах, что определяется видовыми особенностями растений [3-4]

Так, наибольшая концентрация цинка выявлена в лапчатке серебристой; меди — в репейнике волосистом; железа — в костреце безостом; марганца — в тимфеевке; кобальта — в мятлике лесном; кадмия — в тимфеевке; никеля — в лапчатке серебристой; свинца — в тимфеевке: 113,31; 20,71, 312,6, 2231, 3,91, 1,315, 16,63, 2,77 мг/кг соответственно. Значительной способностью к концентрированию микроэлементов отличается тимфеевка, которая накапливает марганец, свинец и кадмий.

Сравнение содержания микроэлементов в растениях Тюменского федерального заказника с общепринятыми агрохимическими и биогеохимическими показателями критериев содержания этих элементов в грубых и сочных кормах (табл. 4) позволило выявить закономерности накопления микроэлементов растениями на территории заказника.

Таблица 4

Агрохимические и биогеохимические критерии содержания микроэлементов в сельскохозяйственных культурах

Почвы	Культуры	Продукция	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	Pb	Cd	Ni
МДУ для зерна на пищевые цели				-	50	10	-	0,5	0,1	1
МДУ для зерна на кормовые цели			100	-	50	30	-	5	0,3	1
МДУ для грубых и сочных кормов			100	-	50	30	1	5	0,3	3
Агрохимические и биогеохимические критерии содержания	недостаточное	растения	<40	<30	<20	<5	<0,2	-	-	
	нормальное	в фазу цветения	40-100	30-100	21-60	0б.дек	0,21-1,0	-	-	
	(оптимальное)									
	избыточное		>100	>100	>60	>20	>1,0	-	-	

Путем подсчета процентного содержания проб с избыточными и недостаточными концентрациями микроэлементов были получены ряды, отражающие закономерности накопления микроэлементов растениями заказника.

Так, по избыточному содержанию в растениях микроэлементы располагаются в следующий ряд (в скобках приведено число проб с избыточным содержанием элемента в %): Ni(62,1)>Cd, Mn(58,6)>Zn(27,6)>Co(17,2)>Fe(13,8)>Cu(3,4).

По недостаточному содержанию микроэлементов получен ряд: Fe(41,3)> Cu(27,5)> Zn(24,1)>Mn(10,3).

Таким образом, в наибольшей степени в растениях Тюменского федерального заказника концентрируется никель, затем следуют марганец и кадмий; в то время как растения недостаточно обеспечены железом и медью. Количество проб с недостаточным содержанием цинка 24,1% практически соответствует числу проб с избыточным содержанием этого элемента — 27,1%.

На основании проведенных нами исследований можно сделать вывод о благополучной экологической ситуации в Тюменском федеральном заказнике, поскольку в почвах и растительности не наблюдается превышения предельно допустимых концентраций исследованных микроэлементов, однако имеет место недостаточное содержание в растениях меди и железа, что можно устранить внесением микроудобрений на участках, где выращиваются кормовые травы для подкормки животных в зимний период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический проект; Гаудеамус, 2007. 237 с.
2. Почвы Национального парка «Русский Север» / Под ред. Г.Н. Копчик. Вологда, 2010. 154с.
3. Ильин В.Б. Элементный химический состав растений. Новосибирск: Наука, 1985.
4. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе «почва-растение». Новосибирск: Наука, Сиб. Отд-ние, 1991. 151 с.