

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПАСТБИЩ В ЗОНЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Статья посвящена изучению целинных почв, используемых под пастбища и находящихся в зоне техногенных загрязнений. Изучался химический состав: водородный показатель, наличие катионов, анионов в водной вытяжке, поглощенные основания, емкость поглощения; определяли вид, степень засоления. Наличие гумуса, макроэлементов N,P,K, тяжелых металлов. Обнаружены зависимости накопления гумуса, азота, калия, тяжелых металлов от загрязнения

Естественные пастбища в Оренбургской области зачастую расположены в области техногенных загрязнений: газоконденсатного месторождения, промышленных центров области, где функционируют предприятия по добыче и переработке газа, металлургии. Комплекс загрязнений, обусловленный деятельностью этих объектов уникален, требует значительных по объему исследований.

Целью исследований являлось изучение влияния промышленных выбросов на почвы, естественную растительность Оренбуржья. Нами было выделено 5 участков на целинных землях, расположенных на различных расстояниях от источника загрязнения: установки комплексной подачи газа – 0,5-1,0 км, 1,7-2,0 км, 3-3,5 км, 4-5,4 км, 5-20 км. Почвы представлены темно-каштановыми среднесуглинистыми почвами, сформированными на желто-бурых делювиальных тяжелых суглинках. Для экологической оценки почв заложены срезы на целине. В ходе исследований оценивали вид засоления по катионам и анионам. Химизм (тип засоления) определяли по данным анализов вытяжек, базируясь на соотношении анионов (классификация по [3]) и на соотношении катионов /классификация по [2]. Как следует из полученных результатов с увеличением глубины рН почвы увеличивается, особенно на первом и контрольном участках. Щелочность обусловлена присутствием солей магния и натрия и характерна для степных условий. Следует учесть, что при рН почвы=8,5-8,7 возможен дефицит нитратов и фосфатов, избыток легкорастворимых солей, недостаток двух валентных форм железа и марганца, дефицит меди и цинка [1, 2]. По глубине залегания верхнего солевого горизонта почвы целинных участков можно отнести к солончаковатым, исключения составляют 3,4 участки, которые можно отнести к глубокосолончаковым. Глубина залегания солей по участкам от первого к контрольному несколько увеличивается. Как видно из таблицы 2 типы засоления целинных участков разнообразные, они отличаются также по горизонтам. Верхние горизонты почв

либо содово-сульфатные, либо сульфатно-содовые, исключение составляет участок 4, где вид засоления хлоридный или сульфатно-хлоридный. По катионам преобладают магниевые-кальциевые или кальциевые-магниевые соли. На первом участке значительно содержание натрия и вид засоления горизонтов, начиная с 28 см-натриевый и натриево-кальциевый. Источником засоления может быть материнская порода, грунтовые воды, соли, приносимые из атмосферы с пылью, осадками. Слабощелочная реакция среды обусловлена наличием гидрокарбонатов в почвенных растворах, они могут образовываться в результате восстановления сульфатов при участии сульфатредуцирующих бактерий. Процесс идет в анаэробных условиях, бактерии используют сульфаты как источник кислорода при наличии органического вещества. По данным анализов водных вытяжек установлен порог токсичности в мг-экв. на 100г почвы для ионов: Cl-0,3; SO₄⁻²-0,6; связанный с Na⁺ или Mg²⁺/или общий HCO₃⁻-1,4. Только верхние слои почвенных участков /0-10см/ содержат анионы в количествах, меньших порога токсичности, исключения составляют участок 4 и контроль, где анион хлора становится токсикантом на более глубоком горизонте – /35/45см/ (табл. 1). По химизму засоления почвы в основном сульфатно и хлоридно-гидрокарбонатные или сульфатно-содовые. По катионам это магниевые-кальциевые и кальциевые-магниевые соли, на первом участке много натриевых солей. Токсичность солей определяется составом и растворимостью, она возрастает от сульфатного к содовому типу засоления и увеличивается с увеличением растворимости. Исследуемые почвы в составе обменных катионов наряду с Ca²⁺, Mg²⁺, содержат значительное количество Na⁺, вследствие этого характеризуются щелочной реакцией. В профиле почв исследуемых участков с увеличением глубины растет обменный натрий, а калий падает. Из таблицы 1 видно, что обменные основания целинных почв представлены в основном кальцием и магнием. Процент обменного Na определен по отношению к емкости поглоще-

ния колеблется от 2,5 до 12,7, что указывает на изменение степени солонцеватости. Почвы изменяются от несолонцеватых в более глубоких горизонтах. Емкость поглощения целинных почв низкая, изменяется от 13 до 20 мг-экв/100 г.

В нашем опыте содержание гумуса в верхнем горизонте почвенного разреза целинных участков составляет от 3,2 до 5,6%, что оценивается как среднее содержание. Прослеживается зависимость: чем дальше от центра загрязнений участок, тем выше содержание гумуса. Органические вещества гумуса могут служить лигандами при образовании комплексных соединений с тяжелыми металлами. Поэтому по целому ряду тяжелых металлов уровень их накопления в почве коррелирует с содержанием гумуса.

Нами изучено содержание макроэлементов в почве: азота, фосфора, калия. Содержание общего азота в почвах целинных участков увеличивается с удалением участков источника загрязнения, одновременно уменьшаясь на каждом участке с увеличением глубины горизонта. Количество азота находится в прямой зависимости от содержания гумуса, составляет примерно 1/20 часть его. Легкогидролизуемый азот находится в почве в минеральной форме и в виде наиболее разлагаемой части органического вещества, которая может быть минерализована. Определение величин по методу Корифилла, в основу которого положен гидролиз органических соединений раствором щелочи концентрацией 1 моль/дм³. В результате азот обменного аммония, амидов, аминсахаров, и других лабильных азотсодержащих органических соединений выделяется из почвы в виде аммиака, который улавливается борной кислотой [4]. Количество легкогидролизуемого азота в верхнем горизонте целинных почв колеблется от 103,6 до 169 мг/кг /табл.1/, что можно оценить, как среднюю потребность в азоте. Самое низкое содержание легкогидролизуемого азота на участке 1, самое высокое на контроле, что коррелирует с уровнем загрязнения. По профилю почвенных разрезов участков содержание азота резко снижается, исключая контрольный участок. Фосфор содержится преимущественно в верхних горизонтах почвы, в виде органических и минеральных соединений. Фосфор органических соединений усваивается после минерализации. В слабощелочных почвах преобладают малорастворимые фосфаты кальция, поэтому концентрация фосфора в почвенных водах невелика. В верхних горизонтах почв больше фосфора (P₂O₅) на загрязненных участках, исключение составляет первый участок.

Основная часть калия в почве входит в состав кристаллической решетки первичных и вторичных минералов в малодоступной форме для растений, а также находится в поглощенном состоянии /обменный и необменный/ и в форме простых солей. На целинных участках содержание K₂O в верхних горизонтах колеблется от 190 до 620 мг/кг почвы, наблюдается обратная корреляция с уровнем загрязнения. Наивысшее количество калия накапливается на загрязненных участках (табл.1). В верхних горизонтах высокая степень обеспеченности калием растений, в последующих горизонтах она снижается.

Тяжелые металлы определялись в почвах на целинных участках по разным горизонтам спектральным полуколичественным методом. Большое количество тяжелых металлов концентрируется в верхних горизонтах либо равно ПДК, либо превышает ее. Особенно богаты никелем почвы на контрольном участке. Почвами контрольного участка поглощены также в больших количествах кобальт, цинк, ванадий, стронций, что можно объяснить большим количеством гумуса. В верхних горизонтах целинных почв наблюдается превышение ПДК для хрома на загрязненных участках. В табл.3 представлены показатели накопления тяжелых металлов-основных загрязнителей, которые рассчитывали по формуле [5]:

\sum_3^n = валовое количество элемента в изучаемой почве/среднее валовое количество элемента в почвах.

Среднее содержание элементов почвы взяли по литературным данным. Марганец накапливается в верхнем горизонте больше, чем в нижних. В средних и низких горизонтах почвенных разрезов накапливается стронций в количествах в 2 и более раз превышающих его среднее значение в почвах.

Выводы:

1. По типу засоления целинные участки относятся к солончаковым со смешанным типом засоления: в верхних горизонтах либо содово-сульфатные, либо сульфатно-содовые, на участке 4-хлоридный и сульфатно-хлоридный. По катионам преобладают магниевые-кальциевые либо кальциевые-магниевые слои. На первом участке тип засоления-натриевый и натриево-кальциевый.

2. Содержание гумуса в верхних горизонтах почвы колеблется от 3,2 до 5,6%, что оценивается как среднее содержание. Чем дальше от центра загрязнения, тем выше содержание гумуса.

Таблица 1. Химический состав целинных почв

Участок	Глубина отбора почв, см	рН водной вытяжки	Водная вытяжка %/ мг-экв на 100г сухой почвы										мг/1000 г почвы	
			HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Сумма	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Сумма катионов	Гумус, %	Общий азот	P ₂ O ₅	K ₂ O
I	0-10	8,3	0,7	0,11	0,623	1,433	0,5	0,760	0,173	1,433	3,2	0,169	27,4	620
	15-25	8,9	1,25	0,4	0,55	2,205	0,25	0,875	1,08	2,205	3,3	0,092	7,8	290
II	0-10	8,4	0,75	0,10	0,375	1,225	0,625	0,5	0,1	1,225	3,4	0,178	15,8	550
	15-25	8,7	1,0	0,65	0,18	1,83	0,375	0,375	1,08	1,83	3,6	0,123	8,4	210
III	0-10	8,3	0,8	0,1	1,125	1,025	0,5	0,375	0,15	1,025	3,8	0,180	19	460
	12-18	8,2	0,6	0,4	2,8	3,8	1,5	1,75	0,55	3,8	3,6	0,130	8,4	200
IV	0-10	8,4	0,55	0,25	0,145	0,945	0,75	0,125	0,087	0,945	4,8	0,166	21,8	550
	17-25	8,6	1,0	0,15	0,055	1,205	0,75	0,375	0,08	1,205	3,7	0,134	9,0	290
контроль	0-10	8,3	0,8	0,2	1,955	2,955	0,875	2,0	0,08	2,955	5,1	0,347	28,4	490
	10-20	8,6	0,85	0,10	0,775	1,725	0,750	0,875	0,10	1,725	5,6	0,213	13,4	190

Таблица 2. Определение вида, степени засоления, степени солонцеватости почв

Участок	Глубина отбора, см	рН почвы	Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻ /Cl ⁻	HCO ₃ ⁻ /SO ₄ ²⁻	Сумма солей, %
I	0-10	8,3	0,18	6,4	0,11	0,09
	15-25	8,9	0,72	3,1	2,2	0,16
	28-38	9,0	1,64	0,29	0,46	0,66
	38-48	8,6	1,91	0,08	0,02	0,93
	55-65	8,2	0,48	0,08	0,004	1,57
	78-88	8,4	0,55	0,12	0,07	1,16
II	0-10	8,4	0,27	7,5	2,0	0,09
	15-25	8,7	3,6	1,5	5,6	0,13
	38-48	8,8	4,2	0,06	0,24	0,83
III	0-20	8,3	0,8	8,0	6,4	0,08
	12-18	8,2	0,14	2,5	0,2	0,25
	28-38	8,7	23,8	2,7	3,0	0,43
	48-58	8,3	0,32	0,08	0,03	1,86
	78-88	8,2	0,4	0,08	0,03	1,54
IV	0-10	8,4	1,6	2,4	3,55	0,07
	17-25	8,6	2,7	6,7	18,2	0,09
	35-45	8,8	0,67	1,8	1,2	0,17
	60-70	8,7	1,6	0,2	0,27	0,29
Контроль	0-10	8,3	0,1	4,0	4,0	0,19
	10-20	8,6	0,13	8,5	1,1	0,12
	20-30	8,7	0,13	8,5	1,1	0,12
	35-45	9,0	1,2	0,25	0,27	0,52
	70-80	8,0	19,6	0,06	0,2	0,67

Таблица 3. Показатели накопления тяжелых металлов в целинных почвах, мг/кг

Участок	Показатели накопления	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Cr	V	Ti	Ag	Ba	Sr	Mn	Se	Be	Ga
I	в верхнем слое	0,8	0,6	2,0	1,3	1,9	1,5	1,5	0,8	0,6	1,0	0	1,2	1,7	3	1,5
	в среднем по разрезу	0,7	0,2	1,5	0,9	1,0	1,3	1,1	0,7	0,6	0,9	0,7	0,8	1,4	2	1,3
II	в верхнем слое	0,8	1,0	1,5	1,5	1,9	1,5	1,0	1,0	6,0	1,0	0,7	1,2	1,7	3	1,5
	в среднем по разрезу	1,1	0,5	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,0	2,5	0,9	1,0	0,9	1,9	2	1,3
III	в верхнем слое	0,5	0,6	1,5	1,2	1,0	2,0	1,5	1,2	0,6	1,2	0	1,0	1,7	3	1,5
	в среднем по разрезу	0,6	0,3	1,1	0,5	1,0	1,3	1,2	0,8	0,7	1,0	0,9	0,7	1,2	2	0,9
IV	в верхнем слое	0,8	0,6	1,0	1,5	1,9	1,5	1,5	0,8	0,6	0,8	0	0,9	1,3	3	1
	в среднем по разрезу	0,7	0,3	1,1	1,2	1,5	1,2	1,2	0,8	2,4	0,9	0	0,8	1,7	2	1
Контроль	в верхнем слое	0,8	1,2	1,5	1,2	2,5	1,0	1,5	0,8	0,6	1,0	0,7	1,2	2,5	3	1,0
	в среднем по разрезу	0,8	1,2	1,5	1,6	3,5	0,6	1,5	0,8	1,4	1,0	0,8	1	2,5	2	1,2

3. Содержание общего азота в почвах целинных участков увеличивается с удалением от источника загрязнения, одновременно уменьшаясь с увеличением глубины горизонта. В верхнем горизонте легкогидролизуемый азот колеблется от 103,6 до 169 мг/кг, что оценивается как средняя потребность, причем содержание его увеличивается по мере удаления от источника загрязнения.

4. Верхние горизонты почв загрязнены: никелем/почвы ПДК, особенно много на контроле, где

содержание кобальта, цинка, ванадия, стронция также весьма значительно. Наблюдается превышение ПДК по хром, свинцу. Накопление тяжелых металлов преимущественно контрольного участка можно объяснить поглощающей способностью гумуса, образующего хелатные соединения с металлами.

5. Обращает на себя внимание повышение содержания калия на загрязнении как в виде K_2O , так и в составе поглощенных оснований.

Список использованной литературы:

1. Eneu Allen B, Petrold Donald E, Environmentalist, 1987, 7 №2 95-103. Охрана природы.
2. Возбуцкая А.Е. Химия почвы М, 1068
3. Под редакцией И.С.Кауры. Почвоведение М, Колос, 1982
4. Вальков В.Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений. М. Агропромиздат, 1986
5. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л. Агропромиздат, 1987.