

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ЛЕСОПОЛОС БУРЛИНСКОГО РАЙОНА ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье представлены данные анализа водной вытяжки, содержания гумуса и загрязнение тяжелыми металлами почв исследуемой территории. По результатам анализа водной вытяжки почв, установлены химизм и степень засоления. Определено валовое содержание тяжелых металлов в почве и их количество в подвижном состоянии.

Ключевые слова: экосистема, лесополоса, почва, водная вытяжка, тяжелые металлы, валовое содержание, токсичность.

Разработка и эксплуатация месторождений углеводородного сырья наносит огромный вред природным экосистемам и природно-техническим геосистемам, как в зоне добычи, так и на территории, прилегающей к месторождению. Загрязняются подземные и грунтовые воды, изымаются из оборота пахотные и пастбищные угодья, снижается продуктивность лесов, лугов, деградируют сельскохозяйственные угодья. На естественное восстановление нарушенных земель уходят сотни и даже тысячи лет [1].

В биосфере почва осуществляет множество различных функций. Поэтому в современной науке почва определяется не только как особое естественно-историческое тело, но и как особая полифункциональная система взаимодействия между наземными организмами и поверхностными горными породами в различных условиях климата, рельефа местности и хозяйственной деятельности человека [2; 3].

Среди экологических функций почв важнейшее значение имеет аккумуляция почвами биофильных химических элементов, т.е. элементов особенно необходимых для жизни растений и животных, а также количество накопления тяжелых металлов, которые ускоряют или замедляют, а иногда и приостанавливают важнейшие физиологические циклы живых организмов.

Основой для выявления экологических изменений почвенного покрова являются отобранные и проанализированные почвенные образцы, и морфологические признаки генетических горизонтов почвенного профиля.

Сбор почвенных образцов, морфологическое описание, физико-химические исследования проведены, в соответствии с требованиями ГОСТов, валовое содержание ТМ определялось методом рентгеноспектрального анализа, химические анализы почв проведены в соответствии с общими требованиями ГОСТов, в аккредитованной испытательной лаборатории экологии и биогеохимии ЗКГУ им. М.Утемисова.

В почвенном покрове преобладают темно-каштановые карбонатные почвы, в разной степени солонцеватые, нередко в комплексе с солонцами (часто карбонатными) довольно часто в пониженных элементах рельефа отмечены лугово-каштановые и темно-каштановые почвы в разной степени смытые. На равнинных плато иногда встречаются южные черноземы и темно-каштановые нормальные почвы. Последние весьма редкие почвы.

За камеральный период были проанализированы отобранные почвенные образцы на биофильные элементы и тяжелые металлы (ТМ). Динамика анионного и катионного состава водной вытяжки представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ водной вытяжки почвенных горизонтов исследуемой территории, сентябрь 2019 г.

Точки отбора	№1				№2				№3			
	А	В	Вс	С	А	В	Вс	С	А	В	Вс	С
Генетические горизонты												
глубина, см	0-24	25-60	61-107	107-127	0-20	21-59	60-92	92-104	0-16	17-62	62-88	89-100
Гумус	3,5	2,6	0,6	0,3	2,2	2,0	0,2	0,01	1,8	2,0	0,04	0,0
рН	7,25	7,35	7,4	8,0	7,4	7,3	7,5	8,2	7,65	7,8	7,8	8,1
НСО ₃ ⁻	0,30	0,40	0,62	0,70	0,5	0,5	0,80	0,85	0,60	0,70	0,70	0,85
Cl ⁻	0,105	0,115	0,107	0,152	0,210	0,32	0,37	0,4	0,40	0,23	0,185	0,370

SO ₄ ²⁻	-	0,01	0,01	0,01	0,02	-	-	-	0,02	-	-	-
Ca ²⁺	0,84	0,49	0,25	0,136	0,35	0,32	0,52	0,45	0,020	0,66	0,494	0,81
Mg ²⁺	0,007	0,120	0,030	0,150	0,150	0,140	0,230	0,35	0,15	0,30	0,30	0,560
Na ⁺	0,12	0,26	0,41	0,08	0,090	0,40	0,41	1,41	0,22	0,40	1,10	1,00
K ⁺	1,28	0,49	0,066	1,85	0,20	0,10	0,20	0,066	0,10	0,50	0,066	0,10

Из таблицы 1 следует, что все генетические горизонты характеризуются нейтральной и слабощелочной средой почвенного раствора, лишь иногда материнская порода и гумусовый горизонт имеет среду раствора 8,0 - 8,2, т.е. щелочную.

Химизм засоления и степень засоления устанавливаем по результатам анализа водной вытяжки.

Высокосолончаковатые, солончаковатые почвы отсутствуют, лишь нарушенные почвы точки отбора № 3 слабо солончаковатые, где нарушен почвенный профиль.

Для всей исследуемой территории характерно слабое хлоридное засоление, а по катионному составу натриево-кальциевое. Содержание кальция в верхних гумусовых горизонтах превышает сумму содержания натрия и магния, что указывает на отсутствие остаточного засоления почвенного покрова.

По содержанию гумуса отличается почва точки отбора № 1, которая находится недалеко от поселка Бурлин. Количество гумуса в горизонтах А и В колеблется от 2,6 до 3,5%. Поэтому среднее количество гумуса из трех точек отбора самое высокое в почвах лесополос, произрастающих в отдаленности от зоны КНГКМ (табл. 1).

Особое место в исследовании почв занимает вопрос их загрязнения тяжелыми металлами.

Проблема устойчивости экосистемы и почвы как ее компонента к техногенному воздействию последовательно и поэтапно разрабатывается с начала 90-х годов XX века. Методика комплексной оценки состояния и устойчивости экосистем, включая оценку их способности к самоочищению от загрязняющих веществ (ЗВ) предложена в работе ученого В.В. Снакина с соавторами [4]. Вопрос по оценке влияния техногенных соединений на различные компоненты природной среды в той или иной степени разработан зарубежными учеными [5].

Однако четкой методики по изучению проблемы устойчивости экосистем пока не существует. Ученые, изучающие этот вопрос, постепенно поэтапно освещают вопросы устойчивости экосистем. Характеристикой устойчивости является состояние тяжелых металлов в почве. Многие из них фиксируются в почве и переходят в слабо усвояемую форму для растительности. Приведем результаты анализа (табл. 2) на ТМ лаборатории "Экологии и биогеохимии ЗКГУ" и интерпретацию (табл. 3).

Исследуемые ТМ по классу токсичности делятся: а) на элементы первого класса токсичности - свинец, кадмий, цинк; б) элементы второго класса токсичности - никель, медь, кобальт; в) к третьему классу токсичности относятся - марганец и железо.

Определяли валовое содержание тяжелых металлов в почве и их количество в подвижном состоянии.

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в почвах исследуемой территории (валовое содержание и подвижные формы, мг/кг)

Точки отбора	№1				№2				№3			
	А	В	Вс	С	А	В	Вс	С	А	В	Вс	С
Генетические горизонты												
глубина, см	0-24	25-60	61-107	107-127	0-20	21-59	60-92	92-104	0-16	17-62	62-88	89-100
Pb валов./подвиж.	7,0	4,4	8,3	-	8,2	12,9	15,0	-	12,0	9,9	9,2	8,1
	2,0	1,7	3,1	-	1,8	0,5	2,1	-	2,1	1,8	3,1	2,9
Cd валов./подвиж.	1,1	0,7	1,2	-	1,1	1,0	1,4	-	1,3	1,6	1,4	1,03
	0,7	0,6	-	-	0,5	0,6	1,1	-	1,0	1,4	1,2	0,8
Zn валов./подвиж.	35,1	25,0	33,5	-	37,5	42,0	44,0	-	68,0	44,2	38,5	31,0
	1,3	1,3	2,3	-	1,5	1,4	2,5	-	1,8	2,2	2,8	3,2
Cu	11,1	9,5	11,9	-	13,5	13,8	15,0	-	14,9	15,0	14,5	11,3

валов./подвиж.	0,3	0,3	1,0	-	0,5	0,3	0,8	-	0,9	1,1	1,6	1,8
Со	19,2	14,7	18,4	-	22,9	21,8	29,6	-	26,5	23,3	26,9	23,0
валов./подвиж.	4,1	6,8	16,1	-	9,1	6,9	17,6	-	10,7	12,7	17,8	18,1
Ni	34,2	28,3	32,0	-	37,1	37,3	40,6	-	38,9	41,8	39,5	35,7
валов./подвиж.	3,9	3,2	8,3	-	5,2	5,5	7,0	-	4,9	3,8	8,4	7,2
Fe	12210	10770	9840	-	15780	17100	17760	-	15660	16710	16260	11820
валов./подвиж.	10,2	8,6	25,2	-	15,9	19,4	9,2	-	14,5	24,0	42,8	56,4
Mn	227	179	218	-	331	339	251	-	229	208	259	257
валов./подвиж.	71,0	45,0	54,5	-	81,5	68,5	52,0	-	88,0	72,0	59,5	118,5

Из элементов первого класса токсичности больше всего накапливается цинка, затем свинца, на третьем месте стоит кадмий (табл. 2). как видим из таблицы 3 количество подвижных форм свинца колеблется от 3,8 до 38,64% от общего его запаса, т.е. подвижные формы свинца меньше валового запаса в 2-5 раз, а иногда в 25 раз (в точке отбора №2, генетического горизонта В (21-59)). ПДК Pb-32. Валовое содержание его не превышает ПДК.

Кадмий в почвенном покрове до 87% находится в подвижной форме. Валовое его содержание колеблется от 0,7 до 1,6 мг/кг. Высокое содержание кадмия в почвах точки отбора №3. ПДК Cd-0,5; содержание превышает от 1,4 до 3,2.

Валовое содержание цинка колеблется от 25 до 68 мг/кг и сравнительно его больше сосредоточено в гумусовом горизонте. В подвижном состоянии его немного всего 2,6 – 10,3% от общего содержания. ПДК Zn – 23; в подвижном состоянии ПДК не превышает.

Из химических элементов второго класса токсичности больше всего в почвенных горизонтах никеля. Валовое содержание его колеблется от 28,3 до 41,8 мг/кг, а в подвижном - от 3,2 до 8,4 мг/кг, т.е. от 10 до 40%. Значительное содержание сосредотачивается в горизонте В и Вс. Количество валового содержания никеля превышает подвижные формы его от 3 до 9 раз.

ПДК Ni – 4; в подвижной форме превышает ПДК в 1,2 - 3,37 раз.

Второе место по валовому содержанию во второй группе токсичности занимает кобальт (от 14,7 до 29,6 мг/кг), т.е. валовое количество превышает в среднем содержание кобальта в подвижном состоянии в 2,16 раза. ПДК Co – 5; превышает ПДК в 1,36 - 5,0 раз.

Медь в этой группе занимает третье место по валовому содержанию, которое колеблется от 9,5 до 15 мг/кг, в подвижной форме ее от 2,7 до 15,9%. Меди меньше всего в гумусовых горизонтах.

ПДК Cu – 3; не превышает ПДК в подвижной форме.

Из третьей группы элементов по токсичности больше всего железа, но процент его в подвижной форме меньше единицы, чему, очевидно способствует слабощелочная среда почвенного раствора.

Содержание общего марганца колеблется от 179 до 339 мг/кг, в подвижном состоянии его от 20,2 до 77,8%.

ПДК Mn – 1500; не превышает ПДК.

Таблица 3 – Сравнение подвижной формы и валового содержания тяжелых металлов в почвах исследуемой территории

То чки отбора	№1				№2				№3			
	А	В	Вс	С	А	В	Вс	С	А	В	Вс	С
Генетические горизонты												
глубина, см	0-24	25-60	61-107	107-127	0-20	21-59	60-92	92-104	0-16	17-62	62-88	89-100
Pb пре выш/в %	3,5	2,59	2,67	-	4,5	25,8	7,14		5,7	5,5	2,96	2,79
	28,57	38,64	37,35	-	21,95	3,8	14,0		17,5	18,2	33,7	35,8
Cd пре выш/в %	1,5	-	-	-	2,2	1,6	1,2		1,3	1,1	1,1	1,3
	63,6	-	-	-	45	60	78		76,9	87,5	85,7	77,6
Zn	26,9	19,2	14,6		25,0	30,0	17,6		37,7	20,1	13,8	9,7
	3,7	5,2	6,8		4,0	3,3	5,7		2,6	4,9	7,3	10,3

превыш/в %												
Cu	37	31,6	11,9		27,0	46,0	18,8		6,5	13,6	9,0	6,3
превыш/в %	2,7	3,2	8,4		3,7	2,2	5,3		6,0	7,3	11,0	15,9
Co	4,6	2,2	1,1		2,5	3,1	1,7		2,4	1,8	1,5	1,2
превыш/в %	21,4	46,2	88,8		39,7	31,7	59,5		40,4	54,5	66,2	78,7
Ni	8,8	9,1	3,8		7,1	6,8	5,8		7,9	11,0	4,7	4,9
превыш/в %	11,4	10,9	25,9		14,0	14,7	17,2		12,6	9,0	21,3	20,4
Fe	1197	1252	390		992,5	881,4	300		1080	696,2	379,9	209,6
превыш/в %	0,08	0,08	0,25		0,10	0,10	0,33		0,09	0,14	0,26	0,48
Mn	3,2	3,9	4,0		4,1	4,9	4,8		2,6	2,9	4,4	2,2
превыш/в %	31,3	25,1	25,0		24,6	20,2	20,7		38,4	34,6	22,9	46,1

По загрязнению тяжелыми металлами почвы лесополос промзоны и прилегаемой территории [6] относятся к допустимой категории загрязнения ($Z_0 < 16$) и лишь 5% от общей площади промзоны и санитарно-защитной зоны относятся к умеренно опасной категории загрязнения почв ($16 < Z_c < 32$).

Как видим из таблиц 1, 2 и 3, накопление ТМ (валовое количество) несколько повышается в почве если увеличивается рН среды. Однако детоксикация почв ТМ отмечена, где рН почти нейтральная, т.е. детоксикационный эффект не коррелирует с изменением рН среды. Многие исследователи считают, что 2/3 - 3/4 почвенных соединений ТМ находятся в виде комплексов с гумусом. Тяжелые металлы в почвенном растворе могут встречаться как в ионной, так и в связанной форме, которые находятся в динамическом равновесии. Кроме того, в почве присутствуют и другие формы металлов, которые не участвуют в этом равновесии. К ним в частности относятся металлы из кристаллической решетки различных минералов. На процесс поведения ТМ в почвах накладываются существенное влияние и химические свойства конкретного металла. Например, кадмий в слабощелочной среде имеет высокую растворимость, достигающую до 89,7% (табл.3, точка отбора №3, горизонт Вс, рН которого 7,8), иногда при рН=8 в подвижном состоянии находится 64% кадмия от общего его содержания, что повышает детоксикационный эффект.

Некоторые исследователи отмечают связь накопления того или иного металла в зависимости от содержания катиона Са.

Известно, что железо, медь и цинк в связанном виде находятся в прямой зависимости от наличия ионов кальция.

Закключение

Для почв исследуемой территории характерно слабое хлоридное засоление, а по катионному составу натриево-кальциевое. Содержание кальция в верхних гумусовых горизонтах превышает сумму содержания натрия и магния, что указывает на отсутствие остаточного засоления почвенного покрова.

По содержанию тяжелых металлов в почвенном покрове выявлено, что почти весь почвенный покров относится к допустимой категории загрязнения почв ($Z_c < 16$) и лишь 5% от исследуемой территории, относится к умеренной категории загрязнения ($Z_c 16-32$), а по расчетам относительно к фоновым участкам вся исследуемая территория не загрязнена тяжелыми металлами, а если подсчитать согласно ПДК и ВМДУ, то содержание в почвах Pb, Zn, Cu, Mn не превышает ПДК, а по трем исследуемым элементам отмечено превышение ПДК: Cd - от 1,4 до 3,2 раз; Ni - в 1,2 до 3,37 раза; Co - от 1,4 до 5 раз.

Литература:

1. Фартушина М.М. и др. Функциональная роль почвы в устойчивости наземных экосистем: учебное пособие. – Уральск, 2015. – С. 3-27.
2. Фартушина М.М. Экологическая оценка состояния экосистем Западно-Казахстанской области // В сборнике «Экология и степное природопользование». – Уральск, 2005. – С. 31-35.
3. Фартушина М.М. и др. Математическое моделирование процессов в природных экосистемах и природно-технических геосистемах // Материалы региональной научно-практической конференции «Ивановские чтения». – Уральск, 2011. – С. 33-45.
4. Снакин В.В. и др. Оценка состояния и устойчивости экосистем ВНИИ охраны природы. – М.: Препринт, 1992. – 127 с.

5. *Vries W. Methodoloides for the assessment and mapping of critical loads and impact of abatement strategies on forens soils. – Wageningen: The Netherlands DLO Winads Staring Center, 1991. – 109 p.*
6. *Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Б.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.*

**Кайсағалиева Г.С., Жандәулет М.Ө.
БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ БӨРЛІ АУДАНЫ ОРМАН АЛҚАБЫ
ТОПЫРАҒЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ**

Мақалада су сығынды талдауы, қарашірік құрамы және зерттеу аймағындағы топырақтың ауыр металдармен ластануы туралы мәліметтер берілген. Топырақтың су сығындысы талдау нәтижелері бойынша тұзданылуыдың химизмі және дәрежесі анықталды. Топырақтағы ауыр металдардың жалпы мөлшері және жылжымалы күйдегі саны анықталды.

Тірек сөздер: экосүйе, орман алқабы, топырақ, су сығындысы, ауыр металдар, жалпы құрамы, уыттылығы.

**Kaysagalieva G.S., Zhandaulet M.
ECOLOGICAL CONDITION OF SOILS OF FOREST BELTS IN BURLI DISTRICT, WEST
KAZAKHSTAN REGION**

The article presents data on the analysis of water extraction, humus content, and heavy metal pollution of soils of the study area. According to the results of the analysis of water extraction of soils, the chemistry and the degree of salinity were established. The gross content of heavy metals in the soil and their amount in a mobile state are determined.

Key words: ecosystem, forest belt, soil, water extraction, heavy metals, gross content, toxicity.
