

УДК 502.12

Б.Б. Сарсенова*, Б.Е. Нургалиев, Ж.Т. Усенов, Г.К. Бауединова, Э.В. Бикужиева

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,

Республика Казахстан, г. Уральск

*E-mail: SarsenovaB@mail.ru

Распределение тяжелых металлов и радионуклидов в растительных сообществах природных и природно-антропогенных систем

Проведен анализ содержания тяжелых металлов и радионуклидов в растительных сообществах на трансектах с развитым сельским хозяйством без техногенного и с техногенным воздействием. Исследования надземной фитомассы (G) и мортмассы (D, L) проведены в весенне-летние периоды. Концентрация тяжелых металлов и радионуклидов во фракциях растительных сообществ характеризуются неравномерностью. Наибольшее значение тяжелых металлов и радионуклидов отмечено в надземной мортмассе растительных сообществ.

Ключевые слова: природные системы, природно-антропогенные системы, экосистема, тяжелые металлы, радионуклиды, растительное сообщество, трансекта.

Б.Б. Сарсенова, Б.Е. Нургалиев, Ж.Т. Усенов,

Г.К. Бауединова, Э. Бикужиева

Табиғи және табиғи-антропогенді жүйелердегі өсімдік қауымдастықтарында ауыр металдармен радионуклидтердің таралуы

Техногенді және техногенді әсері жоқ ауыл шаруашылығы дамыған трансекталардағы өсімдік қауымдастықтарын ауыр металдармен радионуклидтерге талдау жүргізілді. Жер бетіндегі фитомассаның (G) және мортмассаның (D, L) зерттеулері көктемгі, жазғы мезгілде жүргізілді. Өсімдік қауымдастығы фракцияларында ауыр металдар мен радионуклидтердің жинақталуы әртүрлі сипатта. Ауыр металдармен радионуклидтердің жинақталуының ең көп мәні өсімдік қауымдастығының жер бетіндегі мортмассасында анықталды.

Түйін сөздер: табиғи жүйе, табиғи-антропогенді жүйелер, экожүйе, ауыр металдар, радионуклидтер, өсімдіктер қауымдастығы, трансекта.

Sarsenova B., Nurgaliev B., Ussenov Zh.,

Bauyedinova G., Bikuzhieva E.

Distribution of heavy metals and radionuclides in plant communities of natural and natural- anthropogenic systems

The analysis of heavy metals and radionuclides in plant communities along transects with developed agriculture without technogenic and technogenic influences. Research aboveground phytomass (G) and mortmass (D, L) held in the spring and summer periods. The concentration of heavy metals and radionuclides in the fractions of plant communities are characterized by uneven. The highest value of heavy metals and radionuclides observed in the aboveground plant communities mortmass. The highest value of heavy metals and radionuclides observed in the aboveground mass of dead vegetation communities.

Keywords: natural systems, natural and human systems, ecosystems, heavy metals, radionuclides, plant community, the transect.

Известно, что наиболее короткий путь попадания тяжелых металлов и радионуклидов в организм человека, кроме непосредственно поступления из атмосферы и с водой, – через сельскохозяйственных животных и растения. При этом продукты, содержащие тяжелые металлы и радиоактивные вещества деления, могут попадать в организм человека как непосредственно через растительную пищу, так и через животных, питающихся растениями.

Загрязнение растений токсичными элементами в количествах, превышающих ПДК, происходит даже в тех случаях, когда их количество в почве ниже предельно допустимых концентраций [1].

Ввиду этого проблема миграции, накопления и распределения токсичных элементов в звене «растение – вода – животные – продукция животноводства» трофической цепи требует более детального изучения с целью выявления регионов, наиболее загрязненных тяжелыми металлами, а также разработку и внедрение методов снижения содержания токсикозов в организме сельскохозяйственных животных.

Исследования растительных сообществ с целью выявления накопления в них тяжелых металлов и радионуклидов проводились на выделенных участках – трансектах – на территории трех районов Западно-Казахстанской области – Зеленовском, Бокейординском (техногенное воздействие) и Акжайкском (без техногенного воздействия) районах.

На исследуемых трансектах были отобраны 53 растительных образцов по фракциям – фитомасса (G), ветошь (D), подстилка (L) исследуемых растительных сообществ.

Анализ проб растительных образцов проводился в лаборатории НИИ ЗКАТУ им. Жангир хана. Содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Cd) в растительных образцах определялось с использованием атомно-абсорбционного спектрометра марки AA-140 в соответствии с требованиями ГОСТа 30692-2000 и ГОСТа 27998-88.

Радионуклиды определялись по гамма- и бета- активности образцов на спектрометрическом комплексе «Прогресс». Измерения радиоактивности образцов растений проводились по аттестованным методикам МВИ №07.00.00304-2009 и МВИ №07.00.00303.

Геоботанические исследования проводились общепринятыми методами [2].

Содержание тяжелых металлов в растениях зависит от различных факторов: от типа почв, от

видового состава растений, условий среды обитания, фенологической фазы, возраста.

Растения накапливают микроэлементы, в том числе и тяжелые металлы, так как обладают большими возможностями адаптации к изменениям химических свойств окружающей среды. Растения выступают как промежуточные резервуары, через которые микроэлементы переходят из почв, из воды и воздуха в организм человека и животных [2].

Содержание радионуклидов в растительных сообществах Зеленовского района характеризуется наибольшим показателем в наземной мортмассе (D и L), которая варьирует в пределах от 39,8 Бк/кг (ветошь) в разнотравно-молочаево-злаковом сообществе в весенний период до 1,08 Бк/кг в разнотравно-злаковом (август) (табл.1).

Содержание ^{137}Cs в фитомассе отмечено в молочаево-полынном сообществе (23,7 Бк/кг) и наименьшее значение до 2,17 Бк/кг в мае месяце в эфемерово-песчанополынно-ковыльном сообществе. Содержание ^{90}Sr в исследуемых растительных сообществах обнаружено в разнотравно-злаковом сообществе – 1,5 Бк/кг.

Для растительных сообществ весеннего выезда характерна следующая особенность: ни в одном растительном образце по фракциям - фитомасса и подстилка - не отмечено накопление Pb и Cd, в ветоши же количественные показатели колеблются в пределах от наивысшего – 1,34 мг/кг – для Pb и 0,014 мг/кг – для Cd (разнотравно-молочаево) до наименьшего – 0,71 мг/кг – для Pb и 0,006 мг/кг – для Cd (эфемерово-песчанополынно-ковыльное).

В растительных образцах летнего периода отмечено накопление Pb и Cd в фитомассе разнотравно-злакового сообщества – 0,23 мг/кг и 0,009 мг/кг, соответственно, в полынно-ковыльном растительном сообществе в фитомассе отмечено накопление Pb – 0,29 мг/кг и Cd – 0,014 мг/кг.

Накопление Zn и Cu в растительных сообществах характерно для образцов растительных сообществ как весеннего, так и летнего периодов. Для ветоши Zn варьирует в пределах от 22,0 мг/кг – для разнотравно-молочаевого сообщества до 6,85 мг/кг – для эфемерово-песчанополынно-ковыльного растительного сообщества.

Количественный показатель накопления Cu в растительных образцах на порядок ниже показателей по Zn – наивысший показатель достигает 4,70 мг/кг (разнотравно-молочаево сообщество).

ство), наименьший – 2,80 мг/кг (эфемерово-песчанопопынно-ковыльное).

В соответствии с полученными результатами, образцы растительных сообществ Акжайкского района характеризуются наибольшими показателями накопления ^{137}Cs по фитомассе и подстилке мятликово-попынного растительного сообщества – 69,9 Бк/кг и 44,2 Бк/кг, соответственно (весенний период) (табл. 2).

Содержание ^{90}Sr в исследуемых растительных сообществах обнаружено в образцах мятликово-попынного сообщества – 1,2 Бк/кг.

Накопление Pb и Cd характерно исключительно для подстилок разнотравно-попынно-злакового и пынного растительных сообществ.

Содержание Zn в растительных образцах характеризуется наибольшим показателем в над-

земной мортмассе (D и L), в пределах 16,6 мг/кг (подстилка), а в разнотравно-попынно-злаковом до 5,30 мг/кг в подстилке мятликово-попынного сообщества (август).

Согласно результатам химических анализов проб растительных образцов Бокейординского района (табл. 3), по ^{137}Cs выявлены наибольший показатель в ветоши – 45,0 Бк/кг (белопыльно-шагыро-молочаево) и соответственно наименьший – 2,9 Бк/кг (пынно-шагыровое).

Содержание ^{90}Sr в образцах белопыльно-шагыро-молочаевого сообществе составляет 0,7 Бк/кг.

Накопление Pb и Cd в растительных сообществах исследуемого района характеризуются наибольшим показателем накопления Zn в ветоши белопынного растительного сообщества – 13,4 мг/кг (май) и наименьшим – 3,20 мг/кг – в ветоши пынно-шагырового сообщества.

Таблица 1 - Содержание радионуклидов (Бк/кг) и тяжелых металлов (мг/кг) в основных растительных сообществах Зеленовского района

Растительные сообщества, точки GPS	Фракции	Радионуклиды		Тяжелые металлы			
		^{137}Cs	^{90}Sr	Zn	Pb	Cd	Cu
май							
Разнотравно-злаковое, Буровая-334	G	20,0	н.о.	4,90	н.о.	н.о.	3,08
	D	14,0	1,5	11,0	1,19	0,012	3,60
	L	13,0	н.о.	8,10	н.о.	н.о.	2,78
Разнотравно-молочаево-злаковое, Буровая-335	G	13,0	н.о.	1,76	н.о.	н.о.	1,98
	D	н.о.	н.о.	12,8	н.о.	н.о.	3,49
	L	н.о.	н.о.	2,24	н.о.	н.о.	0,88
Разнотравно-молочаево, Фазенда - 336	G	н.о.	н.о.	16,3	н.о.	н.о.	3,81
	D	39,8	н.о.	22,0	1,34	0,014	4,70
	L	2,1	н.о.	17,6	н.о.	н.о.	2,97
Эфемерово-песчопопынно-ковыльное, Фазенда-337	G	2,17	н.о.	6,23	н.о.	н.о.	2,05
	D	н.о.	н.о.	6,85	0,71	0,006	2,88
	L	н.о.	н.о.	4,94	н.о.	н.о.	2,14
август							
Разнотравно-злаковое, Буровая-372	G	3,0	н.о.	5,10	0,23	0,009	3,80
	D	1,08	н.о.	9,30	0,70	0,012	3,50
	L	н.о.	н.о.	6,60	н.о.	н.о.	2,20
Типчаково-пынное, Буровая-373	G	н.о.	н.о.	2,50	н.о.	н.о.	2,50
	D	н.о.	н.о.	7,70	н.о.	н.о.	3,70
	L	н.о.	н.о.	2,20	н.о.	н.о.	1,50
Пынно-ковыльное, Фазенда-376	G	6,23	н.о.	12,0	0,29	0,014	3,70
	D	9,5	н.о.	17,2	0,55	0,025	4,20
	L	6,5	н.о.	11,5	0,13	н.о.	2,30
Молочаево-пынное (шагыр), Фазенда-377	G	23,7	н.о.	7,20	н.о.	н.о.	2,88
	D	н.о.	н.о.	8,80	2,20	0,04	3,08
	L	8,9	н.о.	5,30	н.о.	н.о.	2,00
ПДК				300	10	3	150

Таблица 2 - Содержание радионуклидов (Бк/кг) и тяжелых металлов (мг/кг) в основных растительных сообществах Акжайкского района

Растительные сообщества, точки GPS	Фракции	Радионуклиды		Тяжелые металлы			
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Zn	Pb	Cd	Cu
май							
Разнотравно-полынно-злаковое, т.340	G	н.о.	н.о.	5,30	н.о.	н.о.	1,47
	D	-	-	-	-	-	-
	L	н.о.	н.о.	16,6	2,19	0,025	3,88
Мятликово-полынное, т.341	G	69,9	н.о.	7,0	н.о.	н.о.	4,82
	D	10,2	н.о.	15,6	н.о.	н.о.	5,16
	L	44,2	1,2	7,40	н.о.	н.о.	1,40
август							
Злаково-полынное, т.378	G	н.о.	н.о.	6,60	н.о.	н.о.	2,20
	D	н.о.	н.о.	5,30	н.о.	н.о.	1,33
	L	6,79	н.о.	10,4	н.о.	н.о.	3,22
Полынное, т.379	G	10,4	н.о.	8,10	н.о.	н.о.	5,50
	D	0,9	н.о.	6,30	н.о.	н.о.	3,80
	L	3,4	н.о.	12,0	0,62	0,03	4,60
ПДК				300	10	3	150

Количественные показатели накопления Cu в растительных образцах находятся в пределах 0,94-3,30 мг/кг и не превышают 5,80 мг/кг (ветошь) в белополынном растительном сообществе.

Таблица 3 - Содержание радионуклидов (Бк/кг) и тяжелых металлов (мг/кг) в основных растительных сообществах Бокейординского района

Растительные сообщества, точки GPS	Фракции	Радионуклиды		Тяжелые металлы			
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Zn	Pb	Cd	Cu
май							
Белополынное, т.355	G	н.о.	н.о.	9,-60	н.о.	н.о.	1,33
	D	13,7	н.о.	13,4	н.о.	н.о.	5,80
	L	4,2	н.о.	3,06	н.о.	н.о.	2,97
Белополынно-шагыро-молочаевое, т.356	G	н.о.	н.о.	3,15	н.о.	н.о.	3,50
	D	45,0	0,7	11,6	н.о.	н.о.	4,27
	L	3,2	н.о.	1,85	н.о.	н.о.	0,94
август							
Разнотравно-полынное, Куйбышев, т.385	G	27	н.о.	9,20	0,55	0,04	1,48
	D	5,8	н.о.	5,80	0,30	0,022	2,20
	L	18,9	н.о.	11,4	0,90	0,05	4,40
Полынно-шагыровое, Куйбышев, т.386	G	н.о.	н.о.	5,50	н.о.	н.о.	3,30
	D	2,9	н.о.	3,20	н.о.	н.о.	2,20
	L	н.о.	н.о.	6,80	н.о.	н.о.	4,20
Разнотравно-шагыровое, Полигон, т.387	G	13,8	н.о.	4,20	н.о.	н.о.	2,25
	D	н.о.	н.о.	3,30	н.о.	н.о.	1,72
	L	н.о.	н.о.	5,10	н.о.	н.о.	3,10
Шагырово-разнотравное, Полигон, т.388	G	13,5	н.о.	4,0	1,12	0,025	1,95
	D	3,2	н.о.	3,30	0,73	н.о.	1,44
	L	7,7	н.о.	4,20	1,22	0,04	2,65
ПДК				300	10	3	150

Часто наблюдается взаимодействие Cu и Zn и механизм поглощения этих металлов растениями один и тот же. В большинстве случаев Zn ослабляет поглощение Cd корнями и листьями. Отмечено тормозящее действие Cu на поглощение Cd [3].

Так, концентрация цинка отмечена в ветоши и подстилке для всех районов исследования с наибольшим показателем значения – 22 мг/кг, не превышающая значения ПДК.

Накопления меди в растительных сообществах наземной фитомассы и мортмассы по трансектам незначительны и находятся в пределах нормы.

По растению кадмий распределяется неравномерно. Наибольшим содержанием ионов кадмия отмечена подстилка, затем ветошь и фи-

томасса. На поглощение и накопления кадмия растениями влияет множество факторов. Некоторые авторы отмечают в своих работах ПДК для Cd – 1,0 мг/кг [4].

Для Алтая в рационе животных, удаленных от источника загрязнения на 40-50 км, содержание свинца в пастбищной траве составляет свинца 0,1 мг/кг, кадмия – 0,03 мг/кг. В хозяйствах, расположенных на расстоянии 20-25 км от промышленного предприятия: свинец – 0,3 мг/кг, кадмия – 0,91 мг/кг, при ПДК 0,03 мг/кг [5].

Таким образом, накопление тяжелых металлов в растительных сообществах по блокам отличается неравномерностью. Концентрации ионов тяжелых металлов по ряду убывания следующее: подстилка > ветошь > фитомасса, для радионуклидов – фитомасса > ветошь > подстилка.

Литература

- 1 Фирсова В.П., Павлова Т.С., Тошев В.В., Прокопович Е.В. Сравнительное изучение содержания тяжелых металлов в лесных, луговых и пахотных почвах лесостепного Зауралья //Экология. - 1997.– №2. – С. 96-101
- 2 Родин Л.Е. Методические к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах - Л.: Наука, 1968. - С.25-101.
- 3 Кабата-Пендиас А., Пендиас, Х. Микроэлементы в почвах и растениях: пер.с англ. – М.: Мир, 1989. - 439 с.
- 4 Устемирова А.М. Миграция, аккумуляция Pb и Cd в системе «почва – растение» на Акдалинском массиве орошения: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Алматы, 2009.
- 5 Мармулева Н. И. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в продуктах животноводства Западной Сибири: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Новосибирск, 2003.

References

- 1 Firsov V.P., Pavlov T.S., Toshchev V. V., Prokopovich E.V. Comparative studying of the content of heavy metals in forest, meadow and arable soils of forest-steppe Zauralye//Ecology. - 1997 . – No. 2. – Page 96-101
- 2 Rodin L.E. Metodicheskiye's to studying of dynamics and biological circulation in fi-totsenozakh - L.:Наука, 1968, - Page 25-101
- 3 Kabata-Pendias A. Pendias, H.Mikroelementy in soils and plants: The lane with English – M: World, 1989. - 439 pages.
- 4 . Ustemirova A.M. Migration, Pb and Cd accumulation in system “the soil – a plant” on the Akdalinsky massif of an irrigation//the Thesis on competition of a scientific degree of Candidate of Biology. – Almaty, 2009.
- 5 . Marmuleva N. I. The content of heavy metals and radionuclides in livestock products of Western Siberia//the Thesis on competition of a scientific degree of Candidate of Biology. – Novosibirsk, 2003.