

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА

Азимбай Отаров, Мария А. Ибраева, Гульнар С. Айдарханова, Абдулла Сапаров
Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им.У.У.Успанова
Республики Казахстан, г.Алматы, ал-Фараби, 75в

ECOLOGICAL MONITORING OF AGROCECENOSIS IN DIFFERENT AREAS OF KAZAKHSTAN

Azimbai Otarov, Maria A. Ibraeva, Gulnar S. Aidarkhanova, Abdulla Saparov
Soil science and agrochemistry Science Research institute after U.U.Uspanov
Republic of Kazakhstan, Almaty, al-Farabi str. 75v

In work results of researches of a modern ecological condition of agroecosystems various regions of Kazakhstan are presented. The attention is given to territories on which industrial production of rice (southern Kazakhstan) and meat-and-milk production (east Kazakhstan) is carried out. In major factors natural environment - ground, fodder plants, determined the concentration of heavy metals. It is established, that heavy metals in rice soils settle down in the following line: $Ni > Pb > Cu > Cd$, and in a zone of animal industries $Zn > Cu > Pb > Cd$. Sources of pollution of this ecosystems at cultivation of rice are irrigated waters, and on pastures of East Kazakhstan - the industrial enterprises. Pollution of a soil - vegetative cover of the investigated regions has spotty character, as shown in the card - circuit. Results of researches are used in long-term ecosystem monitoring and form a basis for improvement of an ecological condition of various regions of Kazakhstan.

Key words : ecology, heavy metals, agriculture product, soil, fodder plants, rice, map, monitoring.

Ключевые слова: экология, тяжелые металлы, сельскохозяйственная продукция, почва, кормовые растения, рис, карта, мониторинг.

Территория Республики Казахстан отличается многообразием почв и сложнейшей структурой почвенного покрова. Развиваясь в аридных и экстрааридных условиях, почвы республики отличаются от почв Канады, США и Европейских стран своей низкой устойчивостью к антропогенным нагрузкам, создающим высокую внутреннюю опасность проявления процессов деградации и опустынивания. В результате хозяйственной деятельности человека на значительной территории республики почвенный покров претерпел существенные изменения. Эти изменения в зависимости от уровня культуры земледелия, разной деятельности и интенсивности использования, снижения запасов биомассы имеют самый различный характер и во многих случаях – негативный. В условиях всевозрастающего темпа техногенеза немаловажную роль в развитии сельскохозяйственной отрасли играет и экологическое состояние агроценозов, в особенности уровень содержания тяжелых металлов в почвах, поверхностных и грунтовых водах и получаемой продукции. Сельскохозяйственное производство Казахстана характеризуется региональной специализацией. Поэтому качество производимой продукции зависит от экологического состояния агроэкосистем регионов. Изучение экологических параметров ведущих факторов природной среды – почв и растительности, являются актуальной проблемой аграрной науки республики.

Целью исследований является оценка современного экологического состояния агроэкосистем в местах промышленного производства сельскохозяйственной продукции для оздоровления экологического состояния изучаемых агроценозов.

Материалы и методы исследования. Материалами для проведения исследований служили пробы почвы, кормовых растений. Отбор проб производился в период проведения экспедиционно-полевых обследований в 2005-2007 г.г. Определение экологического состояния почв проведено в соответствии с требованиями к отбору проб почв при общих и локальных загрязнениях [1, 2].

Тяжёлые металлы во всех изучаемых пробах были определены атомно-абсорбционным методом на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС – 3 фирмы «Карл-Цейс».

Для анализа вещественного состава почв были использованы следующие аналитические методы:

- гумус по методу Тюрина И. В. , ГОСТ 26213-91[3]. валовой азот – по Кьельдалью
- легкогидролизуемый азот, по Корнфильду [4].
- P_2O_5 и K_2O – по Мачигину в модификации ЦИНАО ОСТ 46-42-76[5].

Практически все вышеперечисленные методики анализов подробно изложены в руководстве по общему анализу почв [6].

Статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятыми методами математической статистики, описанными [7, 8] с использованием программы пакета анализов «Excel - 97».

Результаты и их обсуждение.

Производство риса является одним из ведущих отраслей сельского хозяйства республики Казахстан. В силу биологических особенностей культуры риса его производством в Казахстане занимаются, в основном, южные области республики. На рисунке 1 показаны места расположения исследовательских площадок на карте территории Казахстана.



Рисунок 1- местоположения ключевых площадок агроценозов в различных регионах Казахстана.

Для обследования наиболее значимой территории рисосеяния нами выбрана территория **Акдалинского массива**, расположенного на одноименной древней дельте р. Или.

Проблема деградации периодически затапливаемых рисовых почв используемых в специфических условиях системы земледелия в последнее время приобрела особую актуальность. Одним из основных факторов их деградаций наряду с все ухудшающимся мелиоративным состоянием является и процесс дегумификации почв. Процесс развития дегумификации в рисовых почвах, ее основные причины и механизмы развития основных процессов приводящих к развитию процесса дегумификации нами рассмотрены в предыдущих работах [9, 10]. Нашими исследованиями установлено, что в почвах новоорошаемого Акдалинского массива рисосеяния содержание общего гумуса по сравнению с исходным состоянием уменьшилось на 19,3-24,7 процента. А потери самой подвижной воднорастворимой

формы гумуса за один сезон достигают 12-36 процентов. В качестве основных мобилизационных процессов можно указать на господство восстановительных условий и повышенную щелочность среды, а в качестве миграционных – на постоянный нисходящий ток оросительной воды, способствующий выносу продуктов мобилизационного процесса вглубь профиля почв и в дренажные воды. Эти потери, несомненно, приводят к обязательному ухудшению основных свойств почв, снижению величины буферной емкости почв и как результат устойчивости к неблагоприятным антропогенным факторам.

Ниже приводим вариационно-статистические показатели содержания в почвах форм гумуса, азота и их производных показателей (таблица 1). Вычисленные значения t-критерия Стьюдента показывают, что на данных почвах при 95% уровне значимости значение $t_{\text{факт.}}$ значительно больше чем $t_{\text{таб.}}$, этим подтверждается статистическая достоверность полученных данных.

Таблица 1 – Вариационно-статистические показатели содержания форм гумуса, азота и их производных

Показатели	Статистические показатели					
	n	M±m	t-критерий		± t _{0,05} * m	V, %
			t _{факт.}	t _{0,05}		
Акдалинский массив						
Гумус общ., %	12	1,28±0,136	9,4	2,2	0,3	36,8
Воднорастворимый гумус, %	12	0,006±0,0007	9,0	2,2	0,002	38,7
Растворимость гумуса, %	12	0,51±0,062	8,2	2,2	0,1	42,4
Легкогидролизуемый азот, мг/кг	12	48,5±4,01	12,1	2,2	8,8	28,6
Общий азот, %	12	0,07±0,007	9,9	2,2	0,02	35,2
Насыщенность гумуса азотом, %	12	5,6±0,24	22,8	2,2	0,5	15,2
Шиелыйский массив						
Гумус общ., %	6	1,45±0,191	7,9	2,4	0,49	32,3
Воднорастворимый гумус, %	6	0,003±0,0002	19,0	2,4	0,0004	12,9
Растворимость гумуса, %	6	0,24±0,022	10,9	2,4	0,06	22,5
Легкогидролизуемый азот, мг/кг	6	39,2±0,72	54,2	2,4	1,9	4,5
Общий азот, %	6	0,1±0,01	9,7	2,4	0,03	25,2
Насыщенность гумуса азотом, %	6	6,8±0,40	16,9	2,4	1,0	14,5
Кызылординский массив						
Гумус общ., %	5	1,5±0,19	7,9	2,6	0,53	28,3
Воднорастворимый гумус, %	5	0,004±0,0007	6,5	2,6	0,002	34,5
Растворимость гумуса, %	5	0,29±0,023	12,5	2,6	0,06	17,9
Легкогидролизуемый азот, мг/кг	5	42,6±1,05	40,6	2,6	2,9	5,5
Общий азот, %	5	0,1±0,009	10,9	2,6	0,03	20,6
Насыщенность гумуса азотом, %	5	6,9±0,52	13,3	2,6	1,4	16,8

Все орошаемые массивы, ввиду их расположения в подчиненных ландшафтах, склонны к загрязнению. А рисовые массивы в силу биологических особенностей ведущей культуры риса подвержены загрязнению в большей степени, чем массивы с периодически орошаемыми культурами. В силу того, что культура риса растет только при постоянном слое воды, ее оросительная норма в два и более раз превышает таковую периодически орошаемых культур. Это говорит о том, что в условиях продолжающегося ухудшения качества воды основных рек (р. Сырдарья и Или) рисовые агроценозы республики становятся более уязвимыми.

С целью изучения современного экологического состояния почв рисовых массивов нами были проведены съемочные работы на специально выбранных для этой цели типичных ключевых участках (рисунок 1). В образцах почв были определены содержания валовых и подвижных форм ряда тяжелых металлов в почвах рисовых массивов. В качестве примера нами на рисунке 2 показано распределение Си в обследуемом почвенном покрове рисового поля. На этой схеме четко видна мозаичная картина загрязненности полей изучаемыми элементами.

Анализ степени variability содержания валовых форм изученных металлов в почвах рисовых массивов показывает, что установленные среднестатистические значения являются статистически устойчивыми. Подтверждением чему служат величины их коэффициентов вариации, которые не превышают 17,4%-37,3% и по шкале градации соответствуют пределу от небольшой до средней. Высокие степени варьирования (> 40 %) обнаружены только у Ni. Ряды убывания содержания валовых форм тяжелых металлов по величине коэффициента вариации в исследуемых почвах выглядит следующим образом:

в слое 0-50 см – Ni > Pb > Cu > Cd; в слое 50-100 см - Ni > Cu > Pb > Cd

Таблица 2 - Вариационно-статистические показатели содержания валовых форм тяжелых металлов в почвах основных рисовых массивов Казахстана

Тяжелые металлы	Статистические показатели					
	n	M±m	t-критерий		± t _{0,05} * m	V,%
			t _{факт.}	t _{0,05}		
в горизонте 0-50 см						
Cu	46	23,4±1,01	23,3	2,0	2,03	29,1
Pb	46	30,2±1,52	19,8	2,0	3,07	34,2
Cd	46	1,9±0,07	28,3	2,0	0,13	24,0
Ni	46	30,5±1,99	15,3	2,0	4,01	44,3
в горизонте 50-100 см						
Cu	43	23,1±1,38	16,7	2,0	2,79	39,3
Pb	43	31,1±1,59	19,5	2,0	3,22	33,7
Cd	43	1,9±0,08	25,3	2,0	0,15	25,9
Ni	43	30,8±2,21	13,9	2,0	4,47	47,1

Из приведенных рядов видно, что в изученных почвах содержание Ni подвержено более сильному варьированию, чем остальных металлов. Из результатов исследований следует, что в обоих горизонтах изученных почв Cu и Cd подвержены более сильному относительному варьированию, чем остальные изученные металлы.

Никель. Подвижная форма никеля в почвах Акдалинского массива содержится в среднем 4,2±0,30 мг/кг и колеблется в пределах достаточно узкого доверительного интервала 3,57÷4,83 мг/кг. При n=22 вычисленное значение критерия Стьюдента выше его табличного значения. Среднее содержание валовой формы равняется 28,9±2,40 мг/кг с статистически достоверным доверительным интервалом 23,9÷33,9 мг/кг. Величина коэффициента вариации обеих форм никеля небольшое и соответствует к градации «среднее». Как подвижные, так и валовые формы никеля распределены по площади обследованных почв Акдалинского массива очень неравномерно. Особенно пестрым содержанием обеих форм отличаются почвы первых полей обеих севооборотов. И почвы данного контрольного участка отличаются довольно повышенным содержанием обеих формы никеля, особенно отличается почвы повышенным содержанием валовой формы никеля почвы 1-го поле 1-го севооборота. Содержание валовых форм никеля в почвах Акдалинского массива значительно ниже кларка литосферы и среднего содержания в почвах мира. Коэффициенты опасности обеих форм ниже единицы.

Свинец. Средневзвешенное содержание подвижной формы свинца в почвах Акдалинского массива равен 10,0±0,88 мг/кг (таблица 12). Вычисленное значение критерия Стьюдента выше чем его табличное значение (t_{факт.} > t_{0,05}). Содержание подвижного свинца в почвах колеблется в пределах узкого доверительного интервала - 8,17÷11,83 мг/кг. Степень варьирования содержания свинца несколько повышенное и соответствует «высокой» степени варьирования. Почвы данного участка содержат 27,4±2,96 мг/кг валовой формы свинца. Доверительный интервал несколько шире чем у подвижной формы и находится в пределах 21,24÷33,58 мг/кг. А степень варьирования данной формы находится, как и подвижной формы, в пределах градаций «высокое», но по сравнению с ним имеет несколько повышенное значение (50,6%). По площади обследованных контрольных участков как подвижная, так и валовая форма свинца, так же как и медь

распределены очень пестро. Здесь пестрота почв по содержанию свинца практически повсеместное (в пределах обследованных полей). Исключение составляет лишь 1-ое поле 1-го севооборота, где подвижная форма свинца распределен равномерно и соответствует 5-ой категории с повышенным содержанием свинца. Коэффициент опасности для подвижной формы равен 1,7. Содержание валовой формы также близок к значению ПДК, K_0 для валовых равен 0,9.

Медь. В почвах Акдалинского массива средневзвешенное содержание подвижной формы меди равняется $1,9 \pm 0,09$ мг/кг. Вычисленное значение критерия Стьюдента выше чем его табличное значение ($t_{\text{факт.}} > t_{0,05}$). Содержание подвижной меди колеблется в пределах узкого

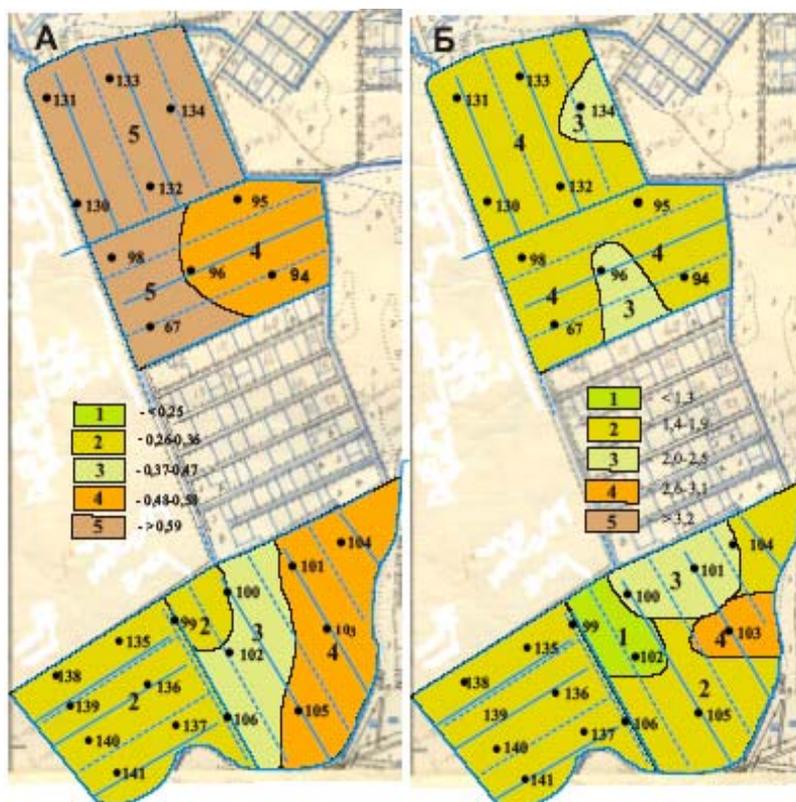


Рисунок 2 – Карта-схема содержания Cu в почвах Акдалинского массива. (А-подвижные, Б-валовые)

Нет ни одного поля, который был бы занят почвами с содержанием меди в пределах одной градации. По содержанию обеих форм меди преобладают почвы 3-ей и 4-ой категории с содержанием подвижных форм в пределах $1,57-2,39$ мг/кг и валовых – $18,1-30,0$ мг/кг. Одной из основных причин столь пестрого содержания меди в почвах Акдалинского массива на наш взгляд является их неоднородный, довольно пестрый механический состав. Известно, что такыровидные почвы данного массива образованы в результате опустынивания бывших гидроморфных почв обширной дельты реки Или [11]. Поэтому в настоящее время в зависимости от принадлежности рисовых полей к различным геоморфологическим элементам (прирусловые валы, междурусловые понижения и др.), согласно закону единства литоморфопедогенеза, они имеют различные по механическому составу почвы. Известно, что механический состав почв, наряду с другими не менее важными свойствами почв является одним из основных свойств влияющий на миграционную способность тяжелых металлов в почвах.

Содержание валовых форм меди в почвах Акдалинского массива ниже кларка литосферы ($KK=0,4$) и примерно равны ($19,7 \approx 20,0$) среднему содержанию в почвах мира.

Кадмий. Обследованные контрольные участки содержат $1,9 \pm 0,09$ мг подвижной и $1,7 \pm 0,06$ мг валовой форм кадмия на 1 кг почвы. Вычисленная величина t-критерия Стьюдента для обеих форм больше чем их табличное значение при уровне вероятности 0,95%. Их содержание колеблется в пределах очень узкого доверительного интервала равной $0,53 \pm 0,67$ мг/кг для подвижных и $1,57 \pm 1,83$ мг/кг для валовых форм. Степень варьирования подвижной формы

доверительного интервала ($1,7 \div 2,1$ мг/кг) и соответствующее к этому степень варьирования, который согласно принятой в статистике градации «Группировки по степени варьирования» оценивается как «небольшое».

Средневзвешенное содержание валовых форм равняется $19,7 \pm 1,26$ мг/кг с также довольно узким интервалом $17,07 \div 22,33$ мг/кг. А степень варьирования валовой формы меди несколько выше, чем подвижной формы и оценивается как «среднее».

По территории всех 4-х обследованных участков содержание как подвижных, так и валовых форм меди в почвах распределены очень неравномерно (рисунок 2).

несколько увеличенное (24,7%) по сравнению с валовой формой (17,4%, «небольшое») и соответствует к градации «среднее».

По площади обследованных контрольных участков как подвижная, так и валовая форма кадмия распределены очень пестро. Особенно пестрым содержанием как подвижных, так и валовых форм отличаются почвы 2-го поле 2-го севооборота.

Почвы данного массива отличаются повышенным содержанием подвижной формы кадмия. Основную площадь занимают почвы с содержанием подвижной формы кадмия 4-ой (0,48-0,58 мг/кг) и 5-ой градации (выше 0,59 мг/кг). Повышенным содержанием подвижных форм отличаются почвы 1-го поле 1-го севооборота. Остающуюся площадь занимают почвы 3-ей категории с содержанием подвижной формы кадмия 0,26-0,36 мг/кг. А почвы низких категории (1-го и 2-го) с более низким содержанием подвижных форм кадмия на территории обследованных контрольных участков отсутствуют вообще. По содержанию валовых форм практически всю площадь занимают почвы 3-ей категории с содержанием валовой формы кадмия 2,0-2,5 мг/кг. Имеются лишь незначительные площади с почвами более низкого содержания валовой формы кадмия.

Таким образом, на основе анализа полученных статистических констант можно заключить, что вычисленные значения средней правильно отражают статистически значимые и истинные значения среднего содержания изученных металлов в периодически затопляемых рисово-болотных почвах республики.

В результате проведенной экологической оценки почв установлено, что по количественному содержанию некоторых тяжелых металлов в почве складывается ближе к критическому ситуация. В почвах всех трех изученных массивов содержание самой активной, доступной растениям и экологически опасной подвижной формы свинца превышает ПДК почв для подвижных форм. Аналогичная картина наблюдается и с содержанием подвижной формы никеля. По содержанию меди и кадмия ситуация пока благополучная, их содержание не превышает ПДК почв. По содержанию валовых форм складывается более благополучная ситуация.

Ведущие **отрасли животноводства** расположены в восточной части республики. Ключевые площадки для обследования нами выбраны в 10-км зоне западнее крупного промышленного центра г. Усть-Каменогорска (рисунок 1). Эта территория используется в качестве пастбищных угодий для сельскохозяйственных животных.

По своему административно-территориальному расположению зона животноводства находится в Восточно-Казахстанской области. По географическому расположению она находится на стыке Западно-Сибирской низменности, Алтая и Казахской складчатой страны. Почвенный покров темно-каштановый и сформировался в условиях ковыльно-типчачковых степей, представлен среднесуглинистыми почвами. Ветровая эрозия проявляется в слабой степени. В отдельных местах региона встречаются легко суглинистые и песчаные почвы. Этот район характеризуется грядово-бугристым рельефом, усиливающим процесс развития эрозии. Ветровая эрозия в них проявляется, в основном, в средней степени, но есть очаги с сильной и слабой степенями. Район каштановых почв сформировался в условиях очень сухого климата. В районе Казахского мелкосопочника почвообразующие породы широко представлены плотными горными породами и щебенчатым материалом. Широко распространены засоленные породы. Грунтовые воды находятся глубоко. Гумусовый горизонт растянут, слабоокрашен. Скопления карбонатов сосредоточены в материнской породе. По механическому составу преобладают рыхло- и связаннопесчаные разновидности. По мнению отдельных исследователей [12], сложная и динамичная система степного биогеоценоза особенно ранима. Большой масштаб вывоза из степи вместе с кормами минеральных элементов становится нормой. Ветровая эрозия, образование оврагов, пересыхание почв сдвигает в неблагоприятную сторону границу двух природных зон - степи и пустыни. Кроме того, экологическая ситуация региона осложняется воздействиями промышленных предприятий, которые загрязняют почвенно-растительный покров выбросами тяжелых металлов. Геоботаническими методами было установлено, что в сглаженном мелкосопочнике на неполноразвитых и малоразвитых светло-каштановых почвах господствуют тырсиковые (*Stipa sareptana*) и холоднопопынные (*Artemisia frigida*) сообщества с участием *Caragana pumila*, формирующиеся в комплексе с камфоросмовыми (*Camphorosma monspeliaca*), кокпековыми (*Atriplex cana*), чернопопынными (*Artemisia pauciflora*) и биюргуновыми (*Anabasis salsa*) сообществами на солонцах. По межсопочным понижениям и окраинам озер развиваются сообщества солонцово-

солончакового типа: чиевые (*Achatherum splendens*), ломкоколосниковые (*Psathyrostachys juncea*), чингилловые (*Halimodendron halodendron*), селитрянковые (*Nitraria sibirica*) и др. В долинах небольших рек формируются тростниково-разнотравно-осоковые (*Carex verrucaria*, *Chamaenerium angustifolium*, *Plantago cornuti*, *Filipendula ulmaria*) и тростниково-осоковые сообщества на лугово-болотных почвах участков низкого уровня поймы, злаково-разнотравно и злаково-осоково-разнотравные (*Galatella biflora*, *Sanguisorba officinalis*, *Lathyrus pratensis*, *Carex melanostachya*, *Phragmites*) ценозы на луговых почвах участков среднего уровня и ивовые (*Salix cinerea*, *S. pentandra*) с участием кустарников (*Rosa acicularis*) и разнотравно-злаковым (*Phragmites australis*, *Poa angustifolia*, *Vicia crassa*, *Filipendula ulmaria*, *Rumex confertus*) травянистым покровом на луговых почвах высокого уровня. Для луговых солончаковых и солонцеватых почв характерны бескильничевые (*Puccinellia*), ажрековые (*Acluropus littoralis*), волоснецовые (*Leymus angustus*), чиевые (*Achatherum nitrosa*) ценозы. На этих территориях располагаются естественные пастбища, которые служат природными кормовыми угодьями и выпас животных производится с ранней весны до поздней осени. Среди отраслей народно-хозяйственного производства ведущее место занимает животноводство, в основе которого лежит выращивание крупного рогатого скота (37%), затем овцеводство (29%), коневодство (21%). На остальные виды: свиноводство, птицеводство, кролиководство приходится 13%.

В таблице 3 представлены результаты физико-химических анализов, характерных для типичных почв региона. Глубина отбора проб составляла 10 см, слой наибольшего распространения корней растений.

Таблица 3 – концентрация тяжелых металлов в пробах почв на пастбищах Восточно-Казахстанской области, мг/кг.

n	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий
25	4,5±0,1	13,6±0,2	7,2±0,5	0,3±0,01
25	5,1±0,5	14,9±0,9	8,2±1,6	0,4±0,02
25	4,8±0,2	14,7±1,1	7,9±1,2	0,3±0,03
25	4,6±0,01	13,3±0,5	5,4±1,3	0,3±0,02
25	4,3±0,3	12,6±1,2	5,1±1,6	0,4±0,01

Результаты лабораторных исследований по загрязнению проб растительности тяжелыми металлами представлены в таблице 4.

Таблица 4 - концентрация тяжелых металлов в пробах кормовых растений пастбищ Восточно-Казахстанской области, мг/кг.

n	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий
15	2,2±0,01	15,5±0,1	0,7±0,01	0,05±0,01
15	2,7±0,05	15,6±0,9	0,8±0,06	0,04±0,02
15	2,4±0,02	15,9±0,2	0,7±0,02	0,1 ±0,03

Лабораторными исследованиями установлено, что во всех пробах почв и растений отмечается загрязнение тяжелыми металлами. Предположительно, источниками загрязнения почвенно-растительного покрова являются промышленные предприятия г.Усть-Каменогорска, г.Риддер, г.Лениногорска. Экологическая оценка современного состояния пастбищного агроценоза на территории ВКО показывает, что загрязнение носит пятнистый характер. Это можно объяснить различной скоростью ветро-пыле-переноса токсикантов от источников загрязнителей. Также, экологический мониторинг показал различную скорость вертикальной миграции тяжелых металлов. Как видно из таблиц 3-4, среди всех элементов наиболее подвижным оказался цинк. Содержание этого загрязнителя в пробах растений выше, чем в пробах почв в 1,07 раз. Это самый высокий коэффициент перехода элемента в экологической системе «почва-растения». По степени миграции из почвы в растения все изученные

загрязнители располагаются в порядке: цинк-медь-свинец-кадмий по убывающей.

Анализ сложившейся экологической ситуации требует полной инвентаризации всех агроэкосистем, обеспечения надлежащего регулирования и надзора, для эффективного землепользования с экологической и экономической точек зрения. Представленные результаты экологических исследований могут быть положены в основу долгосрочного мониторинга территорий агроценозов Казахстана.

Литература

- 1 Панкова Е.И. Оценка засоления и опыт составления крупномасштабных карт засоления почв.// Бюллетень почвенного Института им. В.В. Докучаева. Вып. 5, 1972
- 2 Временные методические указания по проведению почвенно-мелиоративных изысканий, составлению проектно-сметной документации и мелиорации солонцеватых и содовозасоленных орошаемых почв Казахской ССР. Алма-Ата, 1985, 83 с.
- 3 ГОСТ 26213-91, определение гумуса по Тюрину
- 4 Методические указания по определению щёлочногидролизуемого азота по методу Корнфилда, Москва, 1985 год.
- 5 ОСТ 46-42-76 1.7.104.Определение P_2O_5 и K_2O по Мачигину (ЦИНАО)
- 6 Аринушкина Е.П. Руководство по химическому анализу почв. Москва, Изд-во МГУ, 1977, 489 с.
- 7 Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – Москва, Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.
- 8 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва, Изд-во «Колос», 1979. – 416 с.
- 9 Ибраева М.А. Заключительный отчет по теме: «Исследование деградации и фитосанитарного состояния периодически затопляемых почв Казахстана и разработка научных основ и практических мер повышения их плодородия». Алматы, 2005, 128 с.
- 10 Отаров А., Ибраева М.А., Сапаров А.С. Деградационные процессы и современное почвенно-экологическое состояние рисовых массивов республики. / Генезис, плодородие и экология почв. Алматы, «Tetys», 2007, с. 73-105.
- 11 Корниенко В.А., Воинова Т.Н., Мамутов Ж.У. и др. Почвы Акдалинского массива. Алма-Ата, «Наука» Каз.ССР, 1977, 180 с.
- 12 Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. - Л.: Гидрометеиздат, 1984.- 559 с.