

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631.416.9

СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА И КАДМИЯ В ОСНОВНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ ГРУППАХ ПОЧВ АКДАЛИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ И ИХ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

А. Отаров¹, А. Устемирова², М. Мамышов³

^{1,3} *Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби 75в, Казахстан, azimbay@bk.ru,*

² *Жетысуская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция, г. Алматы, ул. Галилея 25*

В статье приводятся итоги работ по исследованию содержания подвижных форм свинца и кадмия в основных мелиоративных группах почв Акдалинского массива орошения. Установлено фоновое содержание Pb и Cd и показана роль антропогенного фактора в повышении содержания их почвах.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение содержания валовых форм тяжелых металлов в почвах позволяет выявить их общие запасы в почвах. Это один из исходных показателей оценки загрязнения почв, но он не всегда имеет первостепенное значение. При оценке загрязнения почв тяжелыми металлами их валовое содержание является показателем менее информативным, чем, содержание их подвижных форм. Поэтому, существующие и официально утвержденные ПДК, которые установлены для большинства тяжелых металлов по их валовой форме, не отражают фактической ситуации, т.е. данные по валовой форме недостаточны для оценки ситуации складывающейся в пищевой цепочке. Такого рода несоответствие ПДК действительности давно уже обнаруживаются в исследованиях ученых [1, 2, 3, 4]. Подвижные формы тяжелых металлов более реально характеризуют их потенциальную опасность для экосистемы, способность переходить из почв в растения, в почвенные и грунтовые воды. При определении подвижных форм определяются реально существующие доступные растениям формы их соединений, что дает нам возможность определить истинные экологически значимые запасы тяжелых металлов в почве.

Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах агроландшафта формирует-

ся в основном за счет их содержания в исходной почве и антропогенного привноса извне - поступление с оросительными водами, минеральными удобрениями, различными мелиорантами, средствами химической защиты растений, аэральное поступление и другие виды. Привнесенные в агрономические ландшафты тяжелые металлы довольно быстро включаются в биогеохимические циклы миграции, перемещаются во времени и в пространстве, становятся постоянными компонентами химического состава почвы и живого вещества агроландшафтов. Направление миграции тяжелых металлов и её темп в значительной степени определяются физико-химическими свойствами почв и самих тяжелых металлов, особенностями технологии возделывания культурных растений и рядом других природных факторов.

Немаловажным фактором перераспределения тяжелых металлов в ландшафтах являются и мелиоративные особенности почв орошаемых массивов. Известно, что для каждой мелиоративной группы почв разработаны и проводятся специальные мелиоративные мероприятия. Поэтому в зависимости от принадлежности почв к определенной мелиоративной группе может изменяться общее содержание и особенности биогеохимической миграции тяжелых металлов.

На основе анализа содержания тяжелых металлов в почвах агроландшафтов можно выявить особенности формирования их фонового уровня и классифицировать диапазон концентраций изучаемых тяжелых металлов. В связи с этим установление достоверных уровней фонового содержания тяжелых металлов в почвах агроландшафтов является одним из актуальных задач имеющих как научное, так и прикладное практическое значение.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В целом на территории древней Акдала-Баканасской дельты выделены четыре мелиоративные группы почв [5]. В основу разделения почв на мелиоративные группы положены их основные генетические особенности - гипсометрическое положение, литологическое строение, механический состав и водно-физические свойства, определяющие однородность мелиоративных мероприятий в эксплуатационный период. В первую группу объединены в основном глубокозасоленные слабосолончаковатые почвы облегченного механического состава расположенные на прирусловых валах отмерших русел р. Или и ее протоков. Пригодные для освоения под все районированные культуры без проведения предварительных особо сложных мелиоративных мероприятий. Во вторую группу объединены в различной степени засоленные солонцеватые почвы утяжеленного механического состава расположенные на отрицательных элементах рельефа - впадины междурусловых понижений и их склоны. Пригодны для освоения при орошении и проведении специальных мелиораций под все районированные культуры, особенно под посевы риса. Последние две группы бугристо-грядовые и бугристые пески с пятнами такыровидных почв и чисто бугристо-грядовые и бугристые пески на территории массива в земледелии практически не используется. Это земли пастбищного значения.

На территории Акдалинского массива орошения под посевы сельскохозяйственных культур в основном освоены почвы первых двух групп. Они резко отличаются комплексом мелиоративных мероприятий, как в мелиоративный, так и в эксплуатационный период. Поэтому для учета влияния генетических особенностей почв и мелиоративных мероприятий на фоновое содержание тяжелых металлов почвы этих двух мелиоративных групп были выбраны в качестве объекта исследования.

Для выполнения работы нами были использованы общепринятые и в достаточной степени апробированные методы исследования эколого-биогеохимического состояния основных компонентов естественных и культурных ландшафтов. В частности были использованы сравнительно-географический метод и метод почвенных ключей (площадок). Эти методы позволяют на основе детального эколого-биогеохимического анализа небольших репрезентативных участков-ключей дать характеристику крупных территорий с однотипной структурой почвенного покрова. А при исследовании конкретных почв были использованы морфологический и профильный методы исследования почв, которые являются основными базисными методами полевого исследования и диагностики почв

Для оценки фонового уровня содержания свинца и кадмия в почвах были заложены почвенные профили по основным мелиоративным группам почв. При выборе профилей нами были учтены и частично привязывались к площадкам ранее проведенных почвенно-мелиоративных работ [5]. В пределах контура основных мелиоративных групп почв выбирали репрезентативные площадки, где закладывались основные опорные разрезы почв. Почвенные разрезы и прикопки закладывались в нескольких повторностях в зависимости от предполагаемой вариабельности связанной с почвенно-мелиоративными

условиями. Всего было заложено 32 разреза, из которых для определения тяжелых металлов и основных свойств почв отобраны 148 почвенных образцов. Причем, для сравнения с пахотными аналогами и определения возможного антропогенного привноса тяжелых металлов были заложены репрезентативные площадки также и на целинных почвах.

При проведении почвенных съемочных работ на ключевых площадках руководствовались официально существующими руководствами и инструкциями [6, 7]. Определение экологического состояния почв проведено в соответствии с требованиями ГОСТ-ов и Методических рекомендаций регламентирующих работу по исследованию почв при общих и локальных загрязнениях [8, 9, 10, 11]. Тяжелые металлы определяли на атомно-абсорбционном спектрометре AA-6200 фирмы «Shimadzu» (Япония). Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами математической статистики, описанными [12, 13, 14, 15] с использованием программы пакета анализов «Stat Ex 2.6» и «Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для установления фонового содержания тяжелых металлов в почвах основных мелиоративных групп массива используя полученные аналитические данные, были рассчитаны вариационно-статистические показатели содержания подвижных форм Pb и Cd в почвах.

В статистической науке изучаемая случайная величина, к которой относится и содержание тяжелых металлов в почвах характеризуется в основном двумя группами констант. Константы первой группы характеризуют средний уровень изучаемой величины, а второй группы – степень вариабельности, изменчивости и обе группы являются выражением закона распределения случайной величины. Среди констант характеризующих распределение тех или иных элементов в почвах особое место

занимает среднее арифметическое, характеризующее средний уровень их содержания и, по сути, изучение характеристик, установление истинного значения средней является основной целью большинства работ, поэтому его оценке уделяется особое внимание.

При официальной оценке загрязнения почв принято определение содержания загрязнителей в зоне активной деятельности корневой системы растений пахотных или верхних горизонтах почв [10, 11]. Для этой цели используя полученные аналитические данные были рассчитаны вариационно-статистические показатели содержания подвижных форм Pb и Cd в горизонтах A_0 и $A_{\text{пах}}$ различных мелиоративных групп почв Акдалинского массива орошения (таблица 1).

Вычисленные значения t-критерия Стьюдента показывают, что для обеих мелиоративных групп почв при 0,95 уровне вероятности значение $t_{\text{факт}}$ значительно больше чем $t_{\text{таб}}$, т.е. с 95 % вероятностью можно сказать, что вычисленное среднее арифметическое содержание Pb и Cd является их истинным содержанием.

Пределы доверительного интервала практически у обоих металлов довольно узкие. Анализ степеней вариабельности содержания Pb и Cd в отдельных мелиоративных группах почв массива показывает, что установленные среднестатистические значения являются статистически устойчивыми, подтверждением чему служат величины их коэффициентов вариации, которые не превышают 18,4 % -37,2 % и по шкале градации соответствуют пределу от незначительной до средней.

На основе анализа полученных статистических констант можно заключить, что вычисленные значения средней правильно отражают статистически значимые истинные значения среднего содержания Pb и Cd в основных мелиоративных группах почв Акдалинского массива орошения.

Таблица 1 - Вариационно-статистические показатели содержания подвижных форм Pb и Cd в горизонтах A_0 и $A_{\text{пах}}$ различных мелиоративных групп почв Акдалинского массива орошения

	Тяжелые металлы	Статистические показатели					
		n	M±m	t-критерий		± t _{0,05} * m	V, %
				t _{факт.}	t _{0,05}		
1-ая	Pb	31	7,4±0,26	28	2	0,53	19,5
	Cd	31	0,4±0,02	21	2	0,04	26,3
2-ая	Pb	36	11,8±1,93	6	2	3,93	48,4
	Cd	36	0,6±0,02	29	2	0,04	20,7

При анализе полученных данных видно, что почвы 2-ой мелиоративной группы содержат Pb и Cd больше чем почвы 1-ой мелиоративной группы, соответственно на 37,3 % и 33,3 %. Это в основном определяется различием этих почв по механическому составу.

Известно, что на легких по механическому составу почвах в условиях орошения, тем более способом постоянного затопления, одним из основных мелиоративных проблем является их высокая фильтрационная способность, который как закономерный процесс способствует не только выносу элементов питания, но и тяжелых металлов.

Таким образом, полученные средние содержания Pb и Cd мы предлагаем в дальнейшем использовать в качестве их фонового содержания в основных мелиоративных группах почв Акдалинского массива орошения.

Кроме того, для оценки содержания Pb и Cd в почвенной толще основных мелиоративных групп Акдалинского массива орошения нами также были рассчитаны их основные вариационно-статистические показатели (таблица 2). Оценка по критерию Стьюдента, коэффициент вариации и другие статистические показатели указывают на статистичес-

Таблица 2 - Вариационно-статистические показатели содержания подвижных форм Pb и Cd в толще различных мелиоративных групп почв Акдалинского массива орошения

Мелиоративные группы	Тяжелые металлы	Статистические показатели					
		n	M±m	t-критерий		± t _{0,05} * m	V, %
				t _{факт.}	t _{0,05}		
1-ая	Pb	56	6,1±0,27	23	2	0,53	32,6
	Cd	56	0,3±0,02	20	2	0,03	37,2
2-ая	Pb	69	9,2±0,35	26	2	0,7	31,8
	Cd	69	0,5±0,01	45	2	0,02	18,4

кую устойчивость полученных данных, т.е. полученные данные с 95 % вероятностью также можно использовать в дальнейшем при характеристике общего экологического состояния почв массива, для мониторинговых целей и др.

В настоящее время фактором снижения плодородия почв и ухудшения качества получаемой продукции становится загрязнение почв и оросительных вод. Перечень загрязняющих веществ, поступающих на сельскохозяйственные угодья извне, достаточно обширен и

включает химические вещества, относящиеся к различным классам опасности. Результаты наших ранее проведенных исследований показали повышенное содержание тяжелых металлов в почвах орошаемых массивов, в частности Pb, Ni и Cu 16, снижение их защитных возможностей по отношению к тяжелым металлам [17]. Всё более загрязнённой становятся воды рек, источников орошения, за счёт всё увеличивающегося антропогенного давления на окружающую среду [18, 19, 20].

Известно, что Акдалинский массив является рисосеющим и для риса в течение всей вегетации требуется постоянный слой воды. В этих условиях качественный состав оросительной воды становится одним из основных факторов определяющих экологическое состояние почв массива. Существует проблема использования сточных вод крупных городов. В настоящее время, в условиях рыночной экономики проблеме использования сточных вод не уделяется должного внимания. Примером может служить Правобережный аварийный Сорбулакский канал. Из-за сокращения площадей земледельческих полей орошения нарушился расчетный баланс водопользования из Сорбулакского накопителя и Правобережный аварийный канал превратился в постоянно действующий.

Кроме того, под культуру риса в силу его биологических особенностей вносят-

ся увеличенные нормы минеральных удобрений, гербицидов, пестицидов и др. химических средств защиты растений. Известно, что все они в виде примесей постоянно, иногда, к сожалению, в значительном количестве содержат соли тяжелых металлов и др. загрязнителей. По существующей технологии возделывания риса на 1 га его посева используется до 0,8-1,0 т азотных удобрений и около 10 кг гербицидов. Из этого количества рисом используется, соответственно, 20-25 % азота и 0,5-5,0 % ядохимикатов, а остальная часть загрязняет почву и нижележащие водные экосистемы.

Поэтому кроме оценки фоновое содержания Pb и Cd в основных мелиоративных группах почв для определения возможного вклада антропогенного фактора в повышении содержания тяжелых металлов в почвах массива нами были заложены также и репрезентативные площадки на целинных почвах.

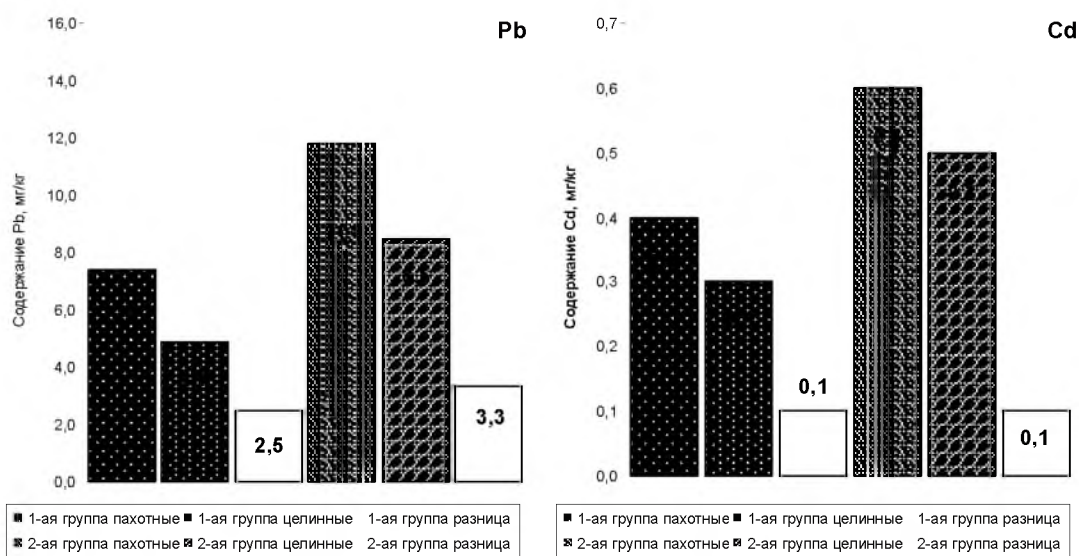


Рисунок – Содержание Pb и Cd в пахотных и целинных почвах Акдалинского массива орошения

При сравнительном анализе содержания Pb и Cd в пахотных и целинных почвах Акдалинского массива орошения видно, что пахотные почвы содержат изученные металлы больше чем целинные почвы (рисунок), то есть этим подтверждается процесс антропогенного накопления обоих металлов в исследуе-

мых почвах массива. Также закономерным является повышенное содержание изучаемых металлов в почвах второй мелиоративной группы. Наибольшая разница (3,3 мг/кг) по содержанию подвижной формы свинца между пахотными почвами и их целинными аналогами наблюдается во второй мелиоративной

группе почв. А в первой группе почв с облегченным механическим составом разница составляет 2,5 мг/кг почвы. По величине антропогенного накопления кадмия между мелиоративными группами почв разницы не наблюдается, но разница по абсолютному содержанию кадмия выше в почвах второй группы. Обобщая полученные данные можно заключить, что накопление изученных металлов в основных мелиоративных группах почв зависит главным образом от свойств почв. Известно, что почвы второй мелиоративной группы отличаются более тяжелым механическим составом, относительно высоким содержанием гумуса, большей сорбционной емкостью, пониженной фильтрационной способностью, чем почвы первой мелиоративной группы, т.е. они способны наряду с другими элементами больше накапливать и тяжелые металлы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Путем проведения почвенных съемочных работ установлены средние содержания Pb и Cd в основных мелиора-

тивных группах почв Акдалинского массива. В качестве фонового содержания для почв первой мелиоративной группы мы предлагаем использовать содержание Pb $7,4 \pm 0,26$ мг/кг и Cd $0,4 \pm 0,02$ мг/кг, а для второй - Pb $11,8 \pm 1,93$ мг/кг и Cd $0,6 \pm 0,02$ мг/кг. На наш взгляд это в дальнейшем будет способствовать правильной оценке содержания данных металлов в почвах Акдалинского массива орошения.

Установлено, что накопление изученных металлов в основных мелиоративных группах почв зависит главным образом от свойств почв. Почвы второй мелиоративной группы накапливают изученные металлы больше чем первой группы. Известно, что почвы второй мелиоративной группы отличаются более тяжелым механическим составом, относительно высоким содержанием гумуса, большей сорбционной емкостью, пониженной фильтрационной способностью, чем почвы первой мелиоративной группы, т.е. они способны наряду с другими элементами больше накапливать и тяжелые металлы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ягодин Б.А. и др. Тяжелые металлы в системе почва-растение // Химия в сельском хозяйстве. 1996. № 5. с. 43-45.
2. Овчаренко М.М., Графская Г.А., Шильников И.А. Почвенное плодородие и содержание тяжелых металлов в растениях // Химия в сельском хозяйстве. 1996. № 5. С. 40-43.
3. Ильин В.Б., Байдина Н.Л., Конарбаева Г.А., Черевко А.С. Содержание тяжелых металлов в почвах и растениях Новосибирска // Агрохимия. № 1. 2000 г. С. 66-73.
4. Отаров А., Ибраева М.А., Сапаров А.С. Влияние экологического состояния рисовых массивов Казахстана на качество риса-шалы и продуктов ее переработки // Зерно и зернопродукты. 2006. №2. С. 14-17.
5. Корниенко В.А., Войнова Т.Н., Мамутов Ж.У. и др // Почвы Акдалинского массива. Алма-Ата. «Наука» Каз.ССР. 1977. 180 с.
6. Руководство по проведению крупномасштабного почвенного обследования в Казахской ССР // Алма-Ата. 1979. 137 с.
7. Общесоюзная инструкция по крупномасштабным почвенным и агрохимическим исследованиям территории колхозов и совхозов и по составлению почвенных карт территорий производственных колхозно-совхозных управлений // Москва, Изд-во «Колос». 1964. 110 с.
8. ГОСТ 17.4.3.03-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
9. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.

10. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами // Москва. Изд-во «Гидрометеиздат» 1981. 107 с.
11. Методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства // М.: Госагропром СССР. 1989. 62 с.
12. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении // М.: Изд-во МГУ. 1995. – 320 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта // М.: Изд-во «Колос». 1979. 416 с.
14. Савич В.И. Применение вариационной статистики в почвоведении. Учебно-методическое пособие // М.: Изд-во ТСХА. 1972. 103 с.
15. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных // М.: Изд-во «Колос». 1966. 255 с.
16. Отаров А., Ибраева М.А., Сапаров А.С. Деградационные процессы и современное почвенно-экологическое состояние рисовых массивов республики // Экологические основы формирования почвенного покрова Казахстана в условиях антропогенеза и разработка теоретических основ воспроизводства плодородия. Алматы. 2007. С. 73-104.
17. Отаров А. Защитные возможности периодически затопливаемых рисовых почв по отношению к тяжелым металлам // Состояние и перспективы развития почвоведения. Материалы международной научной конференции, посвященной 60-летию образования Института почвоведения им. У.У. Успанова. Алматы. «Тетис». С. 131-132.
18. Otarov, V. Ibraeva, G. Aidarkhanova, A. Saparov. Ecological monitoring of agrocenosis in different areas of Kazakhstan // Journal Ecolog8 & Safety. International Scientific Publications. Vol. 2. Part 2. Published by Info Invest. Bulgaria. 2008. ISSN 1313-2563. P. 20-29. www.science-journals.eu
19. Otarov A., Ibraeva M.A. Modern condition of a soil of southern areas of Kazakhstan // "Sustainable management of natural resources and environmental protection in Syr Darya River Basin. Curriculum, methods and effects, education". Urwitalt/Mikolajki. Warsaw University. 1-4 August 2007. P. 14.
20. Ibraeva M.A., Otarov A. Nature-climatic conditions and water resources of southern areas of Kazakhstan // "Sustainable management of natural resources and environmental protection in Syr Darya River Basin. Curriculum, methods and effects, education", Urwitalt/Mikolajki. Warsaw University. 1-4 August 2007. P. 13.

Түйін

Мақалада Ақдала суармалы алқабы топырақтарының негізгі мелиоративтік топтары құрамындағы қорғасын және кадмийдің жылжымалы түрінің мөлшерін анықтау нәтижелері келтірілген. Ақдала суармалы алқабы топтарының негізгі мелиоративтік топтарындағы фондық мөлшері анықталған. Топырақ құрамындағы ауыр металдар мөлшерін көбейтудегі антропогендік фактордың үлесі көрсетілген.

Resume

The article deals with the results of the researches on the determination of lead and cadmium mobile forms in the basic ameliorative groups of soils at Akdala massif of irrigation. The background of Pb and Cd content was shown in the basic ameliorative groups of soils at Akdala massif of irrigation. The role of anthropogenic factor in the increase of heavy metal level content in soils was described.