

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631.416.9

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ АКДАЛИНСКОГО МАССИВА РИСОСЕЯНИЯ

А. Отаров, А.С. Вырахманова

*Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им. У.У. Успанова 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75в, Казахстан*

В статье приводятся результаты определения содержания тяжелых металлов в почвах Акдалинского массива рисосеяния. Установлено, что почвы данного массива отличаются довольно пестрым содержанием тяжелых металлов. Наблюдается повышенное содержание доступной растениям и экологически опасной подвижной формы свинца и никеля.

ВВЕДЕНИЕ

Использование средств химизации в сельскохозяйственном производстве наряду с несомненным положительным эффектом, создает нередко экологические и санитарно-гигиенические проблемы, решение которых должно стать неотъемлемой составной частью процесса охраны и рационального использования почв. Негативное воздействие агрогенных загрязнителей на агрономические ценозы, как правило, усиливается с дополнительным привнесом загрязняющих веществ от промышленных, коммунально-бытовых, транспортных и других источников.

Перечень загрязняющих веществ, поступающих на сельскохозяйственные угодья извне, достаточно обширен и включает химические вещества, относящиеся к различным классам. Исходя из этого, одной из важнейших задач сельскохозяйственной науки является не только создание бездефицитного баланса удобрений в земледелии, но и разработка научно-обоснованной системы применения удобрений сводящие потерю элементов питания до минимума и предотвращающие загрязнение окружающей среды. Особое место среди загрязнителей сельскохозяйственных угодий занимают тяжелые металлы. Считается, что среди химических элементов тяжелые металлы являются наиболее токсичными.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили периодически затапливаемые рисово-

болотные почвы Акдалинского массива орошения. 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 (реки Сырдарья и Или) рисовые агроценозы республики становятся более уязвимыми.

В связи с этим возникает потребность в более детальном изучении поведения тяжелых металлов в агроценозах с интенсивным сельскохозяйственным использованием, в число которых относятся и рисовые агроценозы. С этой целью для изучения современного экологического состояния почв рисовых массивов нами были проведены съемочные работы на типичных ключевых участках. На отобранных образцах почв были определены содержания валовых и подвижных форм приоритетных тяжелых металлов.

При проведении исследования руководствовались требованиями к отбору проб почв при общих и локальных загрязнениях 1, 2, 3, 4. Тяжелые металлы были определены атомно-абсорбционным методом на атомно-

абсорбционном спектрометре AAS – 3 фирмы «Карл-Цейс». Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами математической статистики, описанными [5 - 8] с использованием программы пакета анализа «Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Приводятся вариационно-

статистические показатели содержания тяжелых металлов в 0-50 см слое почв основных рисовых массивов, степень их загрязнения тяжелыми металлами и карта-схемы содержания изученных металлов в почвах.

Медь. В почвах Акдалинского массива средневзвешенное содержание подвижной формы меди равняется $1,9 \pm 0,09$ мг/кг (таблица 1).

Таблица 1 - Вариационно-статистические показатели содержания тяжелых металлов в почвах Акдалинского массива

Тяжелые металлы	Статистические показатели					
	n	M±m	t-критерий		± t _{0,05} * m	V,%
			t _{факт.}	t _{0,05}		
подвижные						
Cu	22	1,9±0,09	19,8	2,1	0,2	13,7
Pb	22	10±0,88	11,4	2,1	1,83	41,2
Cd	22	0,6±0,03	19	2,1	0,07	24,7
Ni	22	4,2±0,30	13,8	2,1	0,63	34,1
валовые						
Cu	22	19,7±1,26	15,6	2,1	2,63	30,1
Pb	22	27,4±2,96	9,3	2,1	6,16	50,6
Cd	22	1,7±0,06	27	2,1	0,13	17,4
Ni	22	28,9±2,40	12	2,1	5,0	39

Вычисленное значение критерия Стьюдента выше, чем его табличное значение ($t_{\text{факт}} > t_{0,05}$). Содержание подвижной меди колеблется в пределах узкого доверительного интервала ($1,7 \pm 2,1$ мг/кг) и соответствует степени варьирования, которая согласно принятой в статистике градации «Группировки по степени варьирования» оценивается как «небольшая».

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».

На территории всех 4-х обследованных участков содержание как подвижных, так и валовых форм меди в почвах распределены очень неравномерно (рисунки 1). Нет ни одного поля, которое было бы занято 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 $1,57 \div 2,39$ мг/кг и валовых – $18,1 \div 30,0$ 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 [9]. Поэтому в настоящее время в зависимости от принадлежности рисовых полей к различным геоморфологическим элементам (прирусловые валы, междурусловые понижения и др.), согласно закону единства литоморфопедеогенеза они имеют различные по механическому составу почвы [10]. Известно, что механический состав почв, наряду с другими не менее важными свойствами почв является одним из основных свойств почв, влияющих на миграци-

онную способность тяжелых металлов в почвах.

Содержание валовых форм меди в почвах Акдалинского массива ниже клар-

ка литосферы ($KK=0,4$) и примерно равно ($19,7 \approx 20,0$) среднему содержанию в почвах мира (таблица 2).



Рисунок 1 – Карта-схема содержания Cu в почвах Акдалинского массива.
(А-подвижные, Б-валовые)

Таблица 2 – Коэффициенты опасности и кларк концентрации тяжелых металлов в почвах Акдалинского массива

Ме- таллы	Содержание в слое 0-50 см, мг/кг		Кларк в земной коре*	Содержа- ние в почвах мира, мг/кг**	КК	ПДК, мг/кг***		К _о	
	подви- жных	валовых				подв ижн ые	валовые	подви- жных	валов ых
Cu	1,9	19,7	47,0	20,0	0,4	3,0	100,0****	0,6	0,2
Pb	10,0	27,4	16,0	12,0	1,7	6,0	32,0	1,7	0,9
Cd	0,6	1,7	0,13		13,1	1,0	5,0	0,6	0,3
Ni	1,2	28,9	58,0	34,0	0,5	4,0	50,0****	0,3	0,6

* - по данным А.П. Виноградова (1962) [11]; ** - по данным А.П. Виноградова (1957) [12]; *** - Приказ Госкомприроды СССР, № 02-233 от 10.12.1990 г [13]. **** - по А. Klope [1,14].

Обследованные почвы Акдалинского массива практически не загрязнены медью, их среднее содержание ниже ПДК как для валовых, так и для подвижных форм. Коэффициент опасности колеблется в пределах 0,6 для подвижной формы и 0,2 для валовой формы.

Свинец. Средневзвешенное содержание подвижной формы свинца в почвах Акдалинского массива равно $10,0 \pm 0,88$ мг/кг (таблица 1). Вычисленное значение критерия Стьюдента выше, чем его табличное значение ($t_{\text{факт}} > t_{0,05}$). Содержание подвижного свинца в почвах колеблется в пределах узкого доверительного интервала - $8,17 \div 11,83$ мг/кг. Степень варьирования содержания свинца несколько повышенное и соответствует «высокой» степени варьирования.

Почвы данного участка содержат $27,4 \pm 2,96$ мг/кг валовой формы свинца. Доверительный интервал несколько шире, чем у подвижной формы и находится в пределах $21,24 \div 33,58$ мг/кг. Асте-

пень варьирования данной формы находится, как и подвижной формы, в пределах градации «высокая», но по сравнению с ним имеет несколько повышенное значение (50,6 %).

По площади обследованных контрольных участков как подвижная, так и валовая формы свинца, так же как и медь распределены очень пестро (рисунок 2). Здесь пестрота почв по содержанию свинца практически повсеместная (в пределах обследованных полей). Исключение составляет лишь 1-ое поле 1-го севооборота, где подвижная форма свинца распределена равномерно и соответствует 5-ой категории с повышенным содержанием свинца. На остальных полях (1-ое и 2-ое поле 2-го севооборота и 2-ое поле 2-го севооборота) обе формы свинца распределены очень неравномерно, практически встречаются все градации содержания свинца.

Содержание валовых форм свинца в почвах Акдалинского массива выше кларка литосферы ($KK=1,7$) и среднего содер-

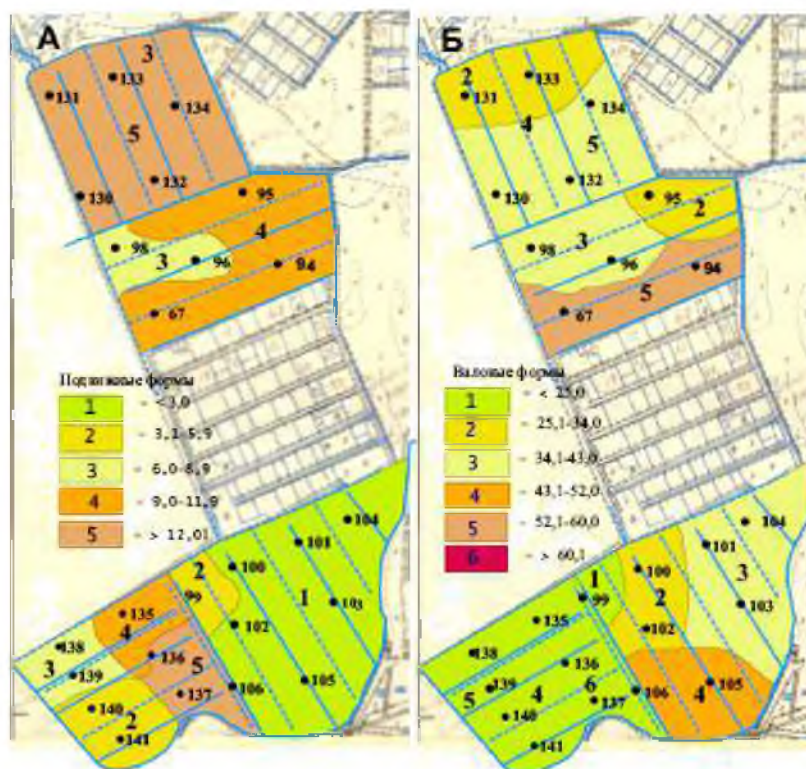


Рисунок 2 – Карта-схема содержания Pb в почвах Акдалинского массива. (А-подвижные, Б-валовые)

жания в почвах мира, 27,4 мг/кг против 12,0 мг/кг в почвах мира (таблица 2). Обследованные почвы ТОО «Тумар» загрязнены подвижной формой свинца, их среднее содержание выше ПДК для подвижных форм. Коэффициент опасности для подвижной формы равен 1,7. Содержание валовой формы также близко к значению ПДК, КО для валовых равен 0,9.

Кадмий. Обследованные участки содержат $1,9 \pm 0,09$ мг подвижной и $1,7 \pm 0,06$ мг валовой форм кадмия на 1 кг почвы (таблица 1). Вычисленная величина t-критерия Стьюдента для обеих форм больше чем их табличное значение при уровне вероятности 0,95 % (таблица 1). Их содержание колеблется в пределах очень узкого доверительного интервала равного $0,53 \div 0,67$ мг/кг для подвижных и $1,57 \div 1,83$ мг/кг для валовых форм. Степень варьирования подвижной формы несколько увеличенная (24,7 %) по сравнению с валовой формой (17,4 %, и соот-

ветствует градации «средняя».

По площади обследованных контрольных участков как подвижная, так и валовая форма кадмия распределены очень пестро (рисунок 3). Особенно пестрым содержанием как подвижных, так и валовых форм отличаются почвы 2-го поля 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 поля 1-го севооборота. Остаточную 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.



Рисунок 3 – Карта-схема содержания Cd в почвах Акдалинского массива. (А-подвижные, Б-валовые)

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.

Содержание валовых форм кадмия в почвах Акдалинского массива значительно выше кларка литосферы и превышает его в 1,7 раза, что является очень настораживающим фактом (таблица 2). Обследованные почвы ТОО «Тумар» не загрязнены подвижной формой кадмия, их среднее содержание не превышает ПДК как для подвижных, так и для валовых форм. Коэффициенты опасности обеих форм ниже единицы.

Никель. В почвах Акдалинского массива содержится в среднем $4,2 \pm 0,30$ мг/кг подвижных форм никеля, колеблющихся в пределах достаточно узкого доверительного интервала $3,57 \div 4,83$ мг/кг. При $n=22$ вычисленное значение критерия Стьюдента выше его табличного значения. Среднее содержание валовой формы равняется $28,9 \pm 2,40$ мг/кг с

статистически достоверным доверительным интервалом $23,9 \div 33,9$ мг/кг. Величина коэффициента вариации обеих форм никеля небольшое и соответствует градации «среднее».

Как подвижные, так и валовые формы никеля распределены по площади обследованных почв Акдалинского массива очень неравномерно (рисунок 4). Особенно пестрым содержанием обеих форм отличаются почвы первых полей обоих севооборотов. Почвы данного контрольного участка отличаются довольно повышенным содержанием обеих форм никеля, особенно повышено содержание валовых форм никеля в почвах 1-го поля 1-го севооборота.

Содержание валовых форм никеля в почвах Акдалинского массива значительно ниже кларка литосферы и среднего содержания в почвах мира (таблица 2). Обследованные почвы Акдалинского массива не загрязнены обеими формами никеля, их среднее содержание не превышает ПДК как для подвижных, так и для валовых форм. Коэффициенты опасности обеих форм ниже единицы.



Рисунок 4 – Карта-схема содержания Ni в почвах Акдалинского массива. (А-подвижные; Б-валовые)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной экологической оценки почв установлено, что по количественному содержанию некоторых тяжелых металлов в почве складывается ситуация близкая к критической. В почвах Акдалинского массива содержание самой активной, доступной растени-

ям и экологически опасной подвижной формы свинца и никеля превышает ПДК почв для подвижных форм.

По содержанию валовых и подвижных форм меди и кадмия ситуация пока благополучная, их содержание не превышает ПДК почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.4.3.03-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
2. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
3. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. М.: Гидрометеиздат. 1981. 107 с.
4. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продукции растениеводства. М.: Госагропром СССР. 1989. 62 с.
5. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: МГУ. 1995. 320 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1979. 416 с.
7. Савич В.И. Применение вариационной статистики в почвоведении. Учебно-методическое пособие. М.: ТСХА. 1972. 103 с.
8. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных. М.: Колос. 1966. 255 с.
9. Корниенко В.А., Воинова Т.Н., Мамутов Ж.У. и др. Почвы Акдалинского массива. Алма-Ата. Наука. 1977. 180 с.
10. Боровский В.М. Древняя дельта Сырдарьи и северные Кзылкумы. Алма-Ата. 1958. Т.1. 514 с.
11. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. 1962. №7. С. 10-14.
12. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: АН СССР. 1957. 238 с.
13. Приказ Госкомприроды СССР № 02-233 от 10.12.1990.
14. Klope A. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden // Mitteilungen VDLUFA. 1980. H.2. P. 32-38.

Түйін

Мақалада Ақдала күріш алқабы топырағындағы ауыр металдардың анықтаудың нәтижелері келтірілген. Бұл алқабтың топырақтарында ауыр металдардың әртүрлі мөлшерде кездесетіндігі анықталған. Қорғасынның және никельдің Экология жағынан қауіпті болып келетін өсімдік бойына оңай сіңетін жылжымалы түрінің көп мөлшерде кездесетіндігі байқалады.

Resume

In clause results of definition of the contents of heavy metals in soils Akdala rise massiv are resulted. It is established, that ground of the given file differs rather motley contents of heavy metals. The increased contents accessible to plants and ecologically dangerous mobile form of lead and nickel is observed.