

ФОНОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ШАУЛЬДЕРСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

Вырахманова А.С.
(магистр, докторант),

Отаров А.
(к.б.н.),

Судейменова А. И.
(магистр)

Дуйсеков С.Н.
(магистр, докторант),

Пошанов М.Н.
(магистр, докторант)

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У.Успанова, 050060,
Казахстан, г.Алматы, пр. Аль-Фараби, д. 75 В

Аннотация. Несмотря на большое разнообразие почвенного покрова орошаемых территорий Республики, проблема определения региональных фоновых уровней содержания тяжелых металлов и других загрязняющих веществ в орошаемых почвах остается нерешенной. В связи с этим изучено содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в орошаемых почвах Южно-Казахстанской области (на примере Шаульдерского массива орошения).

Ключевые слова: тяжелые металлы, фоновое содержание, орошаемые массивы, подвижные формы, валовые формы.

Введение. В настоящее время немаловажным фактором снижения плодородия орошаемых 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. Особое место среди загрязнителей сельскохозяйственных угодий занимают тяжелые металлы. Считается, что среди загрязнителей тяжелые металлы являются наиболее токсичными.

Результаты наших ранее проведенных исследований показали загрязненность почв орошаемых массивов тяжелыми металлами, в частности Pb, Ni и Cu [1, с. 73-104]. Ухудшение почвенно-мелиоративных и экологических условий орошаемых массивов также привело к снижению их защитных возможностей почв по отношению к Pb в 3,3 раза и к Ni в 4,1 раза [2, с.131-132]. Всё более загрязнённой становятся воды рек, источников орошения, за счёт всё увеличивающегося антропогенного давления на окружающую среду [3, с.131-132; 4, Р.14]. По нашим данным особую тревогу вызывает экологическое состояние вод южных областей, для которых характерным является закономерное увеличение содержания Pb и Ni от оросительной к грунтовой воде. Все это, наряду со снижением уровня технологической дисциплины, общей культуры земледелия, степени окультуренности почв привело, в конечном счете, к ухудшению качества риса-шалы. В продуктах переработки риса уже наблюдается повышенное содержание Pb и Ni. В Шиелийском рисоперерабатывающем заводе содержание Pb и Ni в рисовой муке и шелухе превышает ПДК, соответственно в 1,8 и 2,8 раза, а в Кызылординском заводе те же металлы превышают ПДК, соответственно, в 2 и 2,8 раза. В рисовой муке этих двух заводов наблюдается также и превышение ПДК по содержанию Zn в 1,1-1,3 раза. [5, р. 13; 6, с.14-17].

Кроме того, несмотря на большое разнообразие почвенного покрова орошаемых массивов республики проблема установления региональных фоновых уровней содержания тяжелых металлов и др. загрязнителей в орошаемых почвах пока остается не решенной. В связи с этим, изучение и систематизация данных о фоновом содержании загрязнителей в орошаемых почвах на региональном уровне является также весьма актуальным и необходимо для оценки устойчивости и стабильности орошаемых экосистем к глобальным и региональным антропогенным воздействиям.

Как показывает обзор литературных и собственных данных, в настоящее время на орошаемых массивах резко обострилась проблема их экологического состояния. За счет потерь гумуса, основных элементов питания, ухудшения физических, химических и биологических свойств почв происходит снижение их защитных свойств по отношению к загрязнителям. Таким образом, можно сказать, что проблемы загрязнения орошаемых почв на сегодняшний день являются *актуальным и острым*, и его решение является одним из *приоритетных задач* почвенной и биологической науки, имеющей как фундаментальное, так и прикладное значение.

Объектом исследования является почвенный покров Шаульдерского массива орошения (Отырарский район, Туркестанская область, рисунок 1).

Орошаемые пашни расположены в основном на подкомандной территории рек Арысь и Бугунь.

Рельеф массива представлен слегка волнистой или горизонтальной поверхностью с бедной и однообразной флорой. Здесь господствуют различные виды полыни, солянки, джантак. Климат района резко континентальный, пустынный.

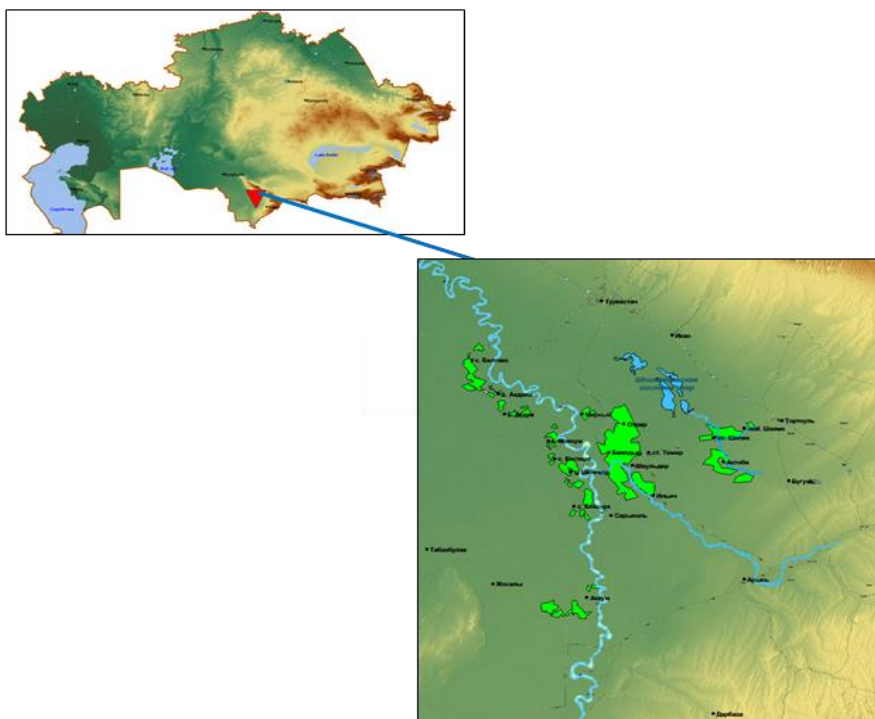


Рис.1. Схема расположения объекта исследования

Ведущими культурами являются кормовые – кукуруза на зерно, люцерна, реже зерновые и овощебахчевые. Основным источником оросительных вод являются воды реки Арысь и Бугунь.

На массиве преобладают лугово-сероземные засоленные (солончаковые, местами солончаковатые) почвы [7, с. 56-61].

Известно, что в условиях орошения процессы почвообразования идут достаточно интенсивно, также они отличаются довольно высоким темпом мобилизационных и миграционных процессов. В связи с этим мониторинг за уровнем плодородия орошаемых почв должен вестись регулярно и с более широким спектром определяемых свойств почв.

Методы исследования. В основе работы лежит использование современных методов геоинформационных технологий (ГИС) и цифрового картографирования почв – создание экологической информационной системы орошаемого массива, разработка структуры и составление пространственно-координированной атрибутивной базы данных. Наряду с этим также были использованы традиционные методы исследования почв, такие как сравнительно-географический, профильный, почвенных ключей и др.

Почвенно-экологическая съемка была проведена согласно официально существующим руководствам и инструкциям [8, с.410; 9, с.95] и в соответствии с требованиями официальных государственных стандартов [10, с. 137; 11]. Полевые работы были проведены также с использованием новейших оборудования систем глобального позиционирования. Для уточнения контуров почв по космическим снимкам был использован GPS 18 “Garmin” в паре с нетбуком «ASUS», а для определения координат точек разрезов была использована система глобального позиционирования GPS “Garmin 62s”.

Определение тяжелых металлов в почвах и продукции растениеводства было проведено в соответствии с требованиями Методических рекомендаций, регламентирующих работу по исследованию почв при общих и локальных загрязнениях [12,13, с.107]. Тяжелые металлы были определены атомно-абсорбционным методом на атомно-абсорбционном спектрометре AA – 6200 фирмы «Shimadzu» (Япония). Для определения валовых форм тяжелых металлов было использовано кислотное разложение образцов почв, а подвижные формы были извлечены ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8.

Статистическая обработка полученных цифровых данных была проведена общепринятыми методами математической статистики [14, с. 62; 15, с. 320] с использованием программы пакета анализов «Excel - 2013» и «Atte Stat».

Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Шаульдерского массива орошения. Необходимо

отметить, что несмотря на большое разнообразие почвенного покрова орошаемых массивов республики проблема установления региональных фоновых уровней содержания тяжелых металлов в орошаемых почвах пока остается не решенной. В условиях всевозрастающего техногенного прессинга на окружающую среду, в том числе на почвенный покров изучение и систематизация данных о фоновом содержании тяжелых металлов в орошаемых почвах на региональном уровне является весьма актуальным и необходимым для оценки устойчивости и стабильности орошаемых экосистем к глобальным и региональным антропогенным воздействиям.

На основе анализа содержания и распределения тяжелых металлов в фоновых районах можно выявить особенности формирования регионального уровня фона тяжелых металлов и классифицировать диапазон концентраций изучаемых металлов. При изучении особенностей содержания и пространственного варьирования свойств почв или же среднего содержания тех или иных элементов в определенных типах почв или в их совокупности для увеличения надежности получаемых данных и выводов по ним большое значение имеет применение методов статистического анализа данных.

Исходя из этого, мы подвергли вариационно-статистической обработке полученные аналитические данные по содержанию тяжелых металлов в почвах объекта исследования. Как видно из полученных данных вычисленные значения t-критерия Стьюдента для всех изученных почв при 95% уровне значимости значительно больше чем $t_{таб.}$ (таблица 1). Анализ степеней вариабельности содержания тяжелых металлов в почвах объекта исследования показывает, что установленные среднестатистические значения содержания металлов в почвах являются статистически устойчивыми, подтверждением чему служат величины их коэффициентов вариации, которые по шкале градации соответствуют пределу от небольшой до средней.

На основе анализа полученных статистических констант можно заключить, что вычисленные значения средней правильно отражают статистически значимые истинные значения среднего содержания изученных металлов в почвах центральной части Шаульдерского массива орошения.

Таблица 1

ВАРИАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ ИЗУЧЕННЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРИЗОНТЕ А_{ПАХ} ПОЧВ ШАУЛЬДЕРСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

Металлы		Статистические показатели					
		n	M±m	t-критерий		± t _{0,05} * m	V, %
				t _{факт.}	t _{0,05}		
Валовые	Zn	309	67,2±0,88	76,3	1,96	1,7	23,1
	Cu	309	24,5±0,38	64,1	1,96	0,8	27,4
	Pb	309	12,9±0,20	65,4	1,96	0,4	26,9
	Cd	309	2,5±0,05	50,1	1,96	0,1	35,1
	Ni	309	43,6±0,54	80,7	1,96	1,1	21,8
Подвижные	Zn	716	3,1±0,05	76,3	1,96	1,7	23,1
	Cu	716	1,8±0,02	64,1	1,96	0,8	27,4
	Pb	716	3,8±0,06	65,4	1,96	0,4	26,9
	Cd	716	1,2±0,01	50,1	1,96	0,1	35,1
	Ni	716	7,6±0,09	80,7	1,96	1,1	21,8

Исходя из этого, мы предлагаем приведенные в таблице 1 средние значения содержания тяжелых металлов в почвах принять в качестве их фонового содержания в почвах Шаульдерского массива орошения.

Далее используя полученные средние фоновые данные, был рассчитан вклад каждого металла в общий «металлический» фон почв объекта исследования. Оказалось, что составы подвижных и валовых форм тяжелых металлов в почвах объекта исследования существенно различаются. Среди валовых форм изученных металлов наибольшую долю (44,6%) занимает цинк, за ним следует никель (28,9%). А медь и свинец занимают соответственно 16,3% и 8,6%. На долю кадмия приходится всего лишь 1,7%. А среди подвижных форм изученных металлов наибольшую долю (43,4%) занимает никель, за ним следует свинец (21,7%) и цинк (17,7%). А медь и кадмий занимают соответственно 10,3% и 6,9%. Следовательно, процесс орошения почв массива в целом приводит к увеличению доли подвижных форм кадмия, свинца и особенно никеля, а доли подвижных форм меди и цинка наоборот снижается.

Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах агроландшафта формируется 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 антропогенных и природных факторов. Составление карты содержания тяжелых металлов в почвах объекта исследования также является одним из актуальных направлений почвенной науки.

Анализируя картографические материалы можно сказать, что на территории Шаульдерского массива орошения по цинку преобладают в основном почвы 5 группы занимающие 67,5% или 30368,3 гектаров обследованной площади. По меди преобладают почвы 3 и 2 групп занимающие, соответственно 25,9 и 37,5 процентов или 11663,1 и 16871,3 гектаров обследованной площади. А по свинцу преобладают, наоборот почвы с низким содержанием данного элемента 2 группы, занимающие 52,7 % или 23735,4 гектаров обследованной площади. По содержанию кадмия преобладают почвы 4 и 5 групп, занимающие соответственно 30,8 и 49,0 процентов или 13874,3 и 22035,1 гектаров массива. А по никелю – 3 и 4 групп занимающие, соответственно 28,4 и 37,3 процентов или 12787,9 и 16797,1 гектаров обследованной площади.

Также оценили распределение изученных металлов по территории массива по общему количеству контуров занимаемые разными группами почв по содержанию каждого металла (таблица 2). Пестрым содержанием в почвах массива отличается медь, никель и кадмий, имеющие, соответственно 166, 133 и 128 контуров.

Таблица 2

КОЛИЧЕСТВО КОНТУРОВ ПОЧВ ЗАНИМАЕМЫЕ РАЗЛИЧНЫМИ ГРУППАМИ ИЗУЧЕННЫХ МЕТАЛЛОВ, ШТ

Металлы	Количество контуров почв по группам					
	1	2	3	4	5	Всего
Zn	1	7	24	40	34	82
Cu	17	38	38	40	33	166
Pb	36	30	6	3	1	76
Cd	1	10	33	41	43	128
Ni	6	16	42	47	22	133

Среди изученных металлов свинец и цинк отличаются относительно меньшим количеством контуров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно отметить, что среди валовых форм изученных металлов наибольшую долю (44,6%) занимает Zn, за ним следует Ni (28,9%). А Cu и Pb занимают соответственно 16,3% и 8,6%. На долю Cd приходится всего лишь 1,7%. А среди подвижных форм изученных металлов наибольшую долю (43,4%) занимает Ni, за ним следует Pb (21,7%) и Zn (17,7%). А Cu и Cd занимают соответственно 10,3% и 6,9%. Следовательно, процесс орошения этих почв в целом приводит к увеличению доли подвижных форм Cd, Pb и особенно Ni, а доли подвижных форм Cu и Zn наоборот снижается.

Список литературы:

1. Отаров А., Ибраева М.А., Сапаров А.С. Деградиционные 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.
2. Отаров А. Защитные возможности периодически затопляемых 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.
3. 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, 2007. - P. 14.
4. 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, 2007. -P. 13.
5. 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.
6. Otarov A., Ibraeva M.A. Environmental condition of soil surface and safety of agricultural produce // Доклады республиканского семинара «Продукты питания, сельское хозяйство и биотехнология». – Алматы, 2007. – С. 56-61.

7. Жихарева Г.А., Курмангалиев А.Б., Соколов С.С. Почвы Казахской ССР. Чимкентская область. - Алма-Ата: Изд-во Наука КазССР,1969. – Выпуск 12. – 410 с.
8. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. -М., 1973. - 95 с.
9. Руководство по проведению крупномасштабного почвенного обследования в Казахской ССР. - Алма-Ата, 1979. – 137 с.
10. ГОСТ 17.4.3.03-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
11. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
12. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Изд-во Гидрометеиздат, 1981. – 107 с.
13. Методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: Госагропром СССР,1989. – 62 с.
14. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.
15. Савич В.И. Применение вариационной статистики в почвоведении/ Учебно-методическое пособие. – М.: Изд-во ТСХА, 1972. – 103 с.