

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631.4; 632.122.1

А.С. Вырахманова¹, А. Отаров^{1,2}, М.О. Полатова¹

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРОШАЕМЫХ ПОЧВАХ ДРЕВНЕАЛЛЮВИАЛЬНОЙ ТЕРРАСОВОЙ ЧАСТИ ШАУЛЬДЕРСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им. У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан,
e-mail: asem-v80@mail.ru

²Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды ЦА,
050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан

Аннотация. На основе исследования установлены следующие статистически достоверные средние содержания подвижных форм изученных тяжелых металлов в почвах древнеаллювиальной террасовой части Шаульдерского массива орошения (мг/кг) – Zn $2,6 \pm 0,09$, Cu $1,3 \pm 0,04$, Pb $2,6 \pm 0,09$, Cd $0,9 \pm 0,03$ и Ni $5,6 \pm 0,25$. Эти цифры мы предлагаем принять за их фоновое содержание и использовать при дальнейших мониторинговых исследованиях. Также выявлено, что 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 снижаются.

Ключевые слова: орошаемые почвы, ГИС, тяжелые металлы, фоновое содержание, цифровые карты, мониторинг.

ВВЕДЕНИЕ

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 необходимым для оценки устойчивости и стабильности орошаемых экосистем к глобальным и региональным антропогенным воздействиям.

Кроме того, результаты наших ранее проведенных исследований показали загрязненность почв орошаемых массивов тяжелыми металлами, в частности Pb, Ni и Cu [1]. Ухудшение почвенно-мелиоративных и экологических условий орошаемых массивов также привело к снижению защитных возможностей почв по отношению к Pb в 3,3 раза и к Ni в 4,1 раза [2]. Все более загрязненными становятся воды рек, источники орошения, за счет все уве-

личивающегося антропогенного давления на окружающую среду [3, 4]. 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 [1].

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 проблема загрязнения орошаемых почв на сегодняшний день являются актуальной и острой, и ее решение является одной из приоритетных задач почвенной и биологической науки, имеющей как фундаментальное, так и прикладное значение.

Актуальность исследований приобретает особое значение в связи с началом перехода АПК страны к «Зеленой экономике» и вступлением

Казахстана во Всемирную торговую организацию, где в отношении продовольственной и сельскохозяйственной продукции действует «Соглашение по применению санитарных и фитосанитарных (СФС) мер» 1994 года призванного обеспечивать безопасность пищевых продуктов [5]. При вступлении в ВТО естественный выбор состоит в стремлении использовать признанный в международном масштабе и фактически «объективный» стандарт. Такие международные стандарты, в основу которых положены результаты научного анализа рисков для здоровья людей, приняты следующими авторитетными органами по установлению международных стандартов: Комиссией «Codex Alimentarius» по осуществлению объединенной программы ФАО и ВОЗ по стандартам продовольственной безопасности [6], Международным эпизоо-

тическим бюро (МЭБ), Всемирной конвенцией по защите растений (МКЗР). В этом отношении можно сказать, что Исследования способствуют повышению экспортного потенциала орошаемых массивов республики. При успешной реализации проекта данный опыт можно будет распространить и на другие орошаемые массивы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являются орошаемые почвы древнеаллювиальной террасовой (верхней) части Шаульдерского массива орошения (Отырарский район, ЮКО). На юге и юго-востоке естественной границей служат уступы предгорной лессовой равнины, на востоке и севере граничит с Арысь-Туркестанским массивом орошения, на западе граничит с надпойменной террасой реки Сырдарья (рисунок 1).

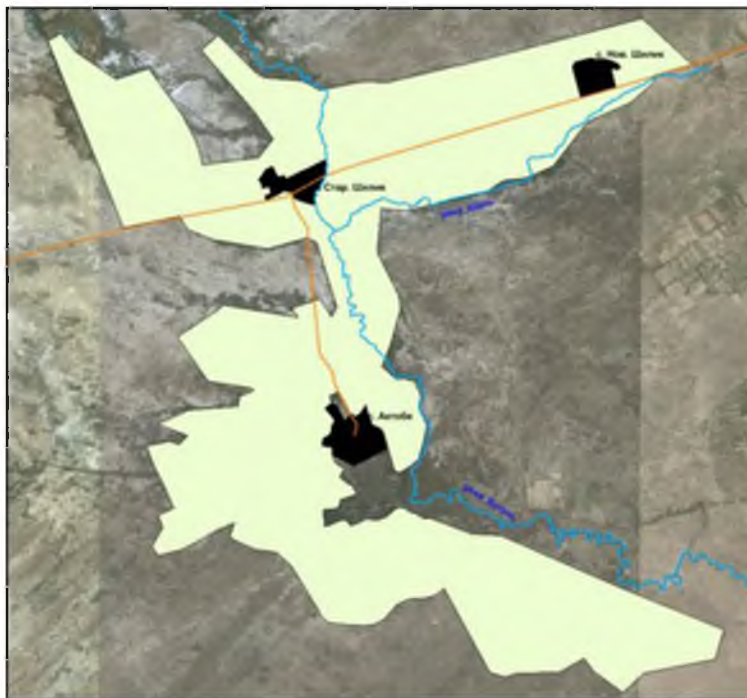


Рисунок 1 – Схема объекта исследования – древнеаллювиальной террасовой части Шаульдерского массива орошения

Большая часть территории используется в качестве пастбищ под выпас сельскохозяйственных животных. Орошаемые пашни расположены в ос-

новном на территории, подкомандной рекам Шаян и Бугунь. Рельеф массива представлен слегка волнистой или плоской поверхностью. Микрорельеф

выражен мелкими вспученными бугорками, достигающими 5-7 см высоты и 2,5-3 м в диаметре. Иногда встречаются руслообразные протяжины различной формы и замкнутые микропонижения. Климат района резко континентальный, пустынный. Зимой температура падает до - 25°C. Сырдарья обычно замерзает в начале декабря, лед держится до марта. Ведущими культурами являются кормовые – кукуруза на зерно, люцерна, реже зерновые и овощебахчевые. Основным источником оросительных вод являются воды рек Шаян и Бугунь. Водоподающая сеть представлена магистральным каналом и оросителями различного порядка открытого типа, проложенными в естественном грунте и, несомненно, являются дополнительным источником пополнения грунтовых вод.

Почвенный покров объекта исследования представлен в основном лугово-сероземными солонцеватыми почвами и солонцами [7]. В растительном покрове солонцеватых лугово-сероземных почв преобладают различные солянки и полыни с незначительным участием эфемеров, среди которых встречаются очень редкие кусты ажрека и тамариска. Солонцы же формируются под биюргуном, петросимонией, мортуком и камфоросмой. Солончаки здесь встречаются редко.

По условиям питания и оттока грунтовых вод территория массива относится к гидрогеологической области интенсивного внешнего притока и затрудненного оттока грунтовых вод и за счет этого почвы данного массива склонны к вторичному засолению.

В основе проекта лежит использование современных методов геоинформационных технологий (ГИС) и цифрового картографирования почв – создание экологической информационной системы орошаемого массива, разработка структуры и составление пространственно-координированной 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, 9] и в соответствии с требованиями официальных государственных стандартов [10, 11]. Полевые работы были проведены также с использованием новейших оборудований 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 было проведено в соответствии с требованиями Методических рекомендаций, регламентирующих работу по исследованию почв при общих и локальных загрязнениях [12, 13]. Тяжелые металлы были определены атомно-абсорбционным методом на 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, описанными [14, 15] с использованием программы пакета анализов «Excel - 2013» и «Atte Stat».

Таким образом, можно сказать, что для установления фонового содержания тяжелых металлов и составления карты их содержания в почвах были привлечены все необходимые методы и методологии исследования почв.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что контроль за деградацией почв проводится путем ведения комплексного мониторинга почв. В составе комплексного мониторинга почв важная роль принадлежит почвенно-экологическому мониторингу как системе наблюдений за экологическим состоянием почв с целью их рационального использования и охраны. Управление экологическим состоянием орошаемых массивов (загрязненность оросительных вод, почв и получаемых продукции) в современных условиях требует применения передовых цифровых информационных технологий. На многих крупных орошаемых массивах мира разработаны и эксплуатируются информационные системы управления экологическим состоянием массива. Подобные работы в Казахстане находятся в зачаточном состоянии или отсутствуют вовсе. В связи с этим возникают сложности при принятии оперативных и перспективных управленческих решений в условиях ухудшения экологической ситуации в нижнем течении реки Сырдарья.

В настоящее время организация хранения и анализ почвенных данных на основе информационных систем (ГИС) является новым перспективным направлением в почвоведении, позволяющим иметь оперативный доступ к богатым, накопленным почвенной наукой ретроспективным и новым поступающим данным. Почвенная информационная система становится наиболее эффективным средством получения, хранения, обработки и использования информации о свойствах почв и об их пространственном распределении. Особенно важна роль почвенной информационной системы при организации и ведении мониторинга почв.

В связи с вышеизложенным, в начале работы была составлена электронная основа информационной системы объекта исследования. Для этой

цели были использованы листы топографических карт (К42-41, К-42-53) 1:1000000 масштаба и космические снимки спутника Landsat 8OLI, было проведено их сканирование и оцифровка в среде ГИС с использованием программы MapInfo professional. Были созданы общегеографического характера тематические слои - населенные пункты, дороги, реки, оросительная сеть, орошаемые земли, границы элементарных участков, название и границы сельских округов, которые являются составной частью любой информационной системы. Таким образом, для дальнейшей работы была разработана и подготовлена электронная основа информационной системы (ГИС) обследуемой территорий.

Почва является основным и первым звеном пищевой цепи, почва-растение-животное - человек и от ее экологической чистоты в значительной степени зависит экологическая безопасность пищевых продуктов. В настоящее время экологической безопасности пищевых продуктов у нас в стране и в мире уделяется особое внимание. Также известно, что 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 актуальными и острыми, и их решение является одной из приоритетных задач почвенной и биологической науки, имеющей как фундаментальное, так и прикладное значение.

В связи с вышеизложенным, с целью картирования содержания в почве тяжелых металлов была проведена наземная почвенно-экологическая

съемка на территории (9070,5 га) древнеаллювиальной террасовой (верхней) части Шаульдерского массива орошения (территория 2-х сельских округов – Актобинской и Шиликской). Были отобраны образцы почв из трех расчетных глубин - 0-20, 20-50 и 50-100 см. Отобранные образцы почв были проанализированы на содержание валовых и подвижных форм исследуемых тяжелых металлов. Далее полученные аналитические данные были введены в пространственно-координированную электронную базу данных.

На основе анализа содержания и распределения тяжелых металлов в фоновых районах (вне зоны влияния крупных промышленных предприятий и мегаполисов) можно выявить особенности формирования регионального уровня фона тяжелых металлов и классифицировать диапазон концентраций изучаемых металлов. В связи с этим установление достоверных фоновых уровней содержания тяжелых металлов в почвах является одним из актуальных задач, имеющих как научное, так и прикладное значение.

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. Кроме того, применение статистического анализа также увеличивает интерпретационные возможности данных. Следует признать, что все выводы по абсолютным величинам свойств почв, сделанные по одному или нескольким типичным разрезам без статистической обработки, часто могут оказаться малодостоверными и могут привести к неверной интерпретации полученных данных [14].

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, т.е. истинного фонового содержания является основной целью большинства работ.

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 $t_{\text{таб}}$. (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 верхней части Шаульдерского массива орошения. Исходя из этого, мы предлагаем приведенные в таблице 1 средние значения содержания тяжелых металлов в почвах принять в качестве их фонового содержания в почвах древнеаллювиальной террасовой верхней части Шаульдерского массива орошения.

Таблица 1 – Вариационно-статистические показатели содержания изученных тяжелых металлов в горизонте $A_{\text{пах}}$ почв древнеаллювиальной террасовой (верхней) части Шаульдерского массива орошения

Металлы		n	M±m	t-критерий		Уровень надежности, ± t _{0,05} * m	V, %
				t _{факт.}	t _{0,05}		
Валовые	Zn	66	79,9±1,44	55,4	2,00	2,9	14,7
	Cu	66	25,5±0,56	45,7	2,00	1,1	17,8
	Pb	66	12,5±0,34	36,3	2,00	0,7	22,4
	Cd	66	2,0±0,10	19,5	2,00	0,2	41,6
	Ni	66	46,7±0,78	59,7	2,00	1,6	13,6
Подвижные	Zn	132	2,6±0,09	28,2	1,96	0,2	40,7
	Cu	132	1,3±0,04	32,0	1,96	0,1	35,9
	Pb	132	2,6±0,09	30,5	1,96	0,2	37,7
	Cd	132	0,9±0,03	36,6	1,96	0,1	31,4
	Ni	132	5,6±0,25	22,0	1,96	0,5	52,3

Далее, используя, полученные средние фоновые данные, был рассчитан вклад каждого металла в общий «металлический» фон почв объекта исследования (рисунок 2). Оказалось, что составы подвижных и валовых форм

тяжелых металлов в почвах объекта исследования существенно различаются. Среди валовых форм изученных металлов наибольшую долю (48,0 %) занимает цинк, за ним следует никель (28,0 %).

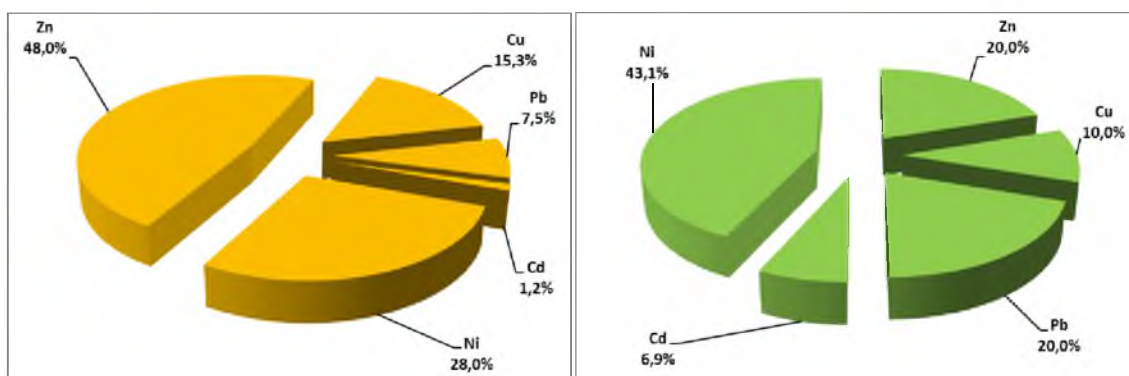


Рисунок 2 – Долевое участие тяжелых металлов в «металлическом» фоне почв объекта исследования (слева – валовые, справа – подвижные формы)

Медь и свинец занимают соответственно 15,3 % и 7,5 %. На долю кадмия приходится всего лишь 1,2 %. А среди подвижных форм изученных металлов наибольшую долю (43,1 %) занимает никель, за ним следует свинец (20,0 %) и цинк (20,0 %). Медь и кадмий занимают соответственно 10,0 % 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 снижаются.

Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах агроландшафта формируется в основном за счет их содержания в исходной почве и антропогенного привноса извне. 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 ее 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.

Поэтому для фермеров и сельскохозяйственных товаропроизводителей наряду с общим количеством тяжелых металлов в почвах также важным является их площадное распределение, т.е. пестрота почв по содержанию тех или иных тяжелых металлов. В этом случае фермер будет знать, на каких контурах

почв уже необходимо предпринять меры по снижению их поступления в растения, а в масштабе орошаемого массива аналогичные данные необходимы государственным органам (акиматы, управления сельского хозяйства, экологические службы и др.) для принятия управленческих решений. Поэтому составление карты содержания тяжелых металлов в почвах объекта исследования также является одним из актуальных направлений почвенной науки.

Далее, используя, составленную базу данных проекта и компьютерную программу MapInfo professional 12.2 в среде ГИС, были составлены карты содержания экологически опасных, доступных для растений подвижных форм тяжелых металлов в почвах древнеаллювиальной террасовой верхней части Шаульдерского массива орошения (рисунок 3).

Анализируя картографические материалы можно сказать, что на территории древнеаллювиальной террасовой (верхней) части Шаульдерского массива орошения по цинку преобладают в основном почвы 5 группы, занимающие 47,0 процентов обследованной площади – 4473,4 га. По меди преобладают почвы 1 и 2 группы занимающие, соответственно 34,7 и 35,0 процентов обследованной площади. А по свинцу преобладают, наоборот почвы с низким содержанием данного элемента 1 группы или 64,8 % обследованной площади. По содержанию кадмия преобладают почвы 3-группы, а по никелю – 2-группы занимающие, соответственно 42,3 и 48,8 процентов обследованной площади.

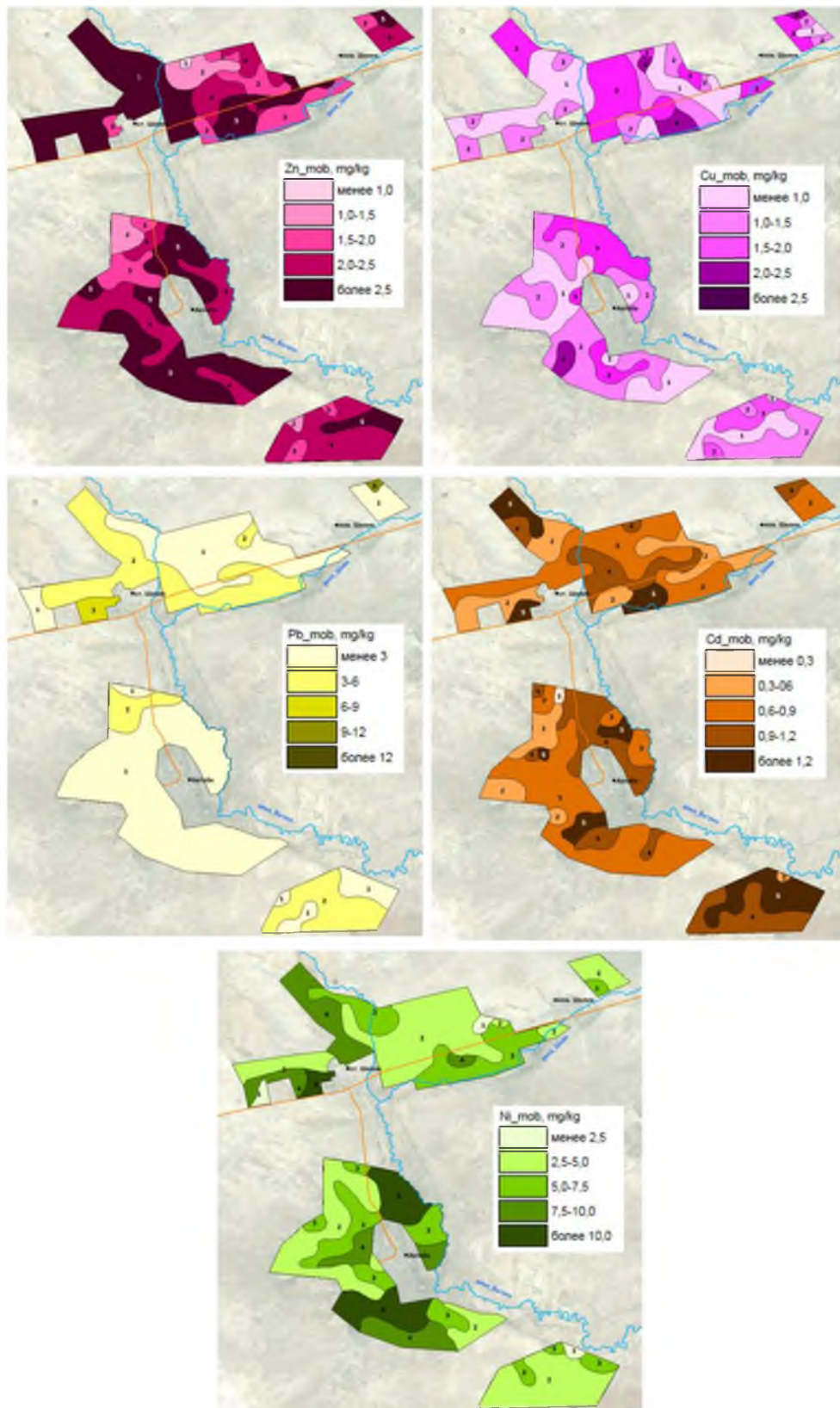


Рисунок 3 – Карта содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвах древнеаллювиальной террасовой (верхней) части Шаульдерского массива орошения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе исследования установлены следующие статистически достоверные средние содержания подвижных форм изученных тяжелых металлов в почвах древнеаллювиальной террасовой части Шаульдерского массива орошения (мг/кг) – Zn $2,6 \pm 0,09$, Cu $1,3 \pm 0,04$, Pb $2,6 \pm 0,09$, Cd $0,9 \pm 0,03$ и Ni $5,6 \pm 0,25$. Эти цифры мы предлагаем принять за их фоновое содержание и использовать при дальнейших мониторинговых исследованиях.

Установлено, что среди валовых форм изученных металлов на территории объекта исследования наибольшую долю (48,0 %) занимает цинк, за ним следует никель (28,0 %). А медь и свинец занимают соответственно 15,3 % и 7,5 %. На долю кадмия приходится всего лишь 1,2%. А среди подвижных форм изученных металлов наибольшую долю (43,1 %) занимает никель, за ним следует свинец (20,0 %) и цинк (20,0 %). А медь и кадмий занимают

соответственно 10,0 % и 6,9 %. Следовательно, процесс орошения этих почв в целом приводит к увеличению доли подвижных форм кадмия, свинца и особенно никеля, а доли подвижных форм меди и цинка наоборот снижаются.

Анализируя картографические материалы можно сказать, что на территории древнеаллювиальной террасовой (верхней) части Шаульдерского массива орошения по цинку преобладают в основном почвы 5 группы, занимающие 47,0 процентов обследованной площади. По меди преобладают почвы 3 и 2 групп, занимающие, соответственно 34,7 и 35,0 процентов обследованной площади. А по свинцу преобладают почвы с низким содержанием (1-группа) занимающие 64,6 % обследованной площади. По содержанию кадмия преобладают почвы 3-группы, а по никелю – 2-группы, занимающие, соответственно 42,3 и 48,8 процентов обследованной площади.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 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.

2 Отаров А. Защитные возможности периодически затапливаемых рисовых почв по отношению к тяжелым металлам // Состояние и перспективы развития почвоведения: матер. 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 Системы обеспечения продовольственной безопасности и охраны здоровья сельскохозяйственных животных и растений в странах СНГ: завершающих процесс перехода к рыночной экономике. The World Bank, Report No 40069-RU. – Washington, 2007.

6 Комиссия Codex Alimentarius / Руководство по процедуре. 23-ое издание. ФАО и ВОЗ. – Рим, 2015. – 256 с.

7 Жихарева Г.А., Курмангалиев А.Б., Соколов С.С. Почвы Казахской ССР. Чимкентская область. – Вып. 12. – Алма-Ата: Изд-во «Наука» КазССР, 1969. – 410 с.

8 Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. – М.: изд-во «Колос», 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 тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных 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.

REFERENCES

1 Otarov A., Ibrayeva M.A., Saparov A.S. Degradatsionnye protsessy i sovremennoye pochvenno-ekologicheskoye sostoyaniye risovykh massivov respubliky // *Ekologicheskkiye osnovy formirovaniya pochvennogo pokrova Kazakhstana v usloviyakh antropogeneza, i razrabotka teoreticheskikh osnov vosproizvodstva plodorodiya*. – Almaty, 2007. – S. 73-104.

2 Otarov A. Zashchitnye vozmozhnosti periodicheski zataplivayemykh risovykh pochv po otnosheniyu k tyazhelym metallam // *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya pochvovedeniya: mater. mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 60-letiyu obrazovaniya Instituta pochvovedeniya im. U.U. Usanova*. – Almaty: «Tetis». – S. 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”*, Urwit-alt/Mikolajki, Warsaw University. – 2007. – P. 13.

5 Sistemy obespecheniya prodovolstvennoy bezopasnosti i okhrany zdorovya selskokhozyaystvennykh zhivotnykh i rasteny v stranakh SNG: zavershayushchikh protsess perekhoda k rynochnoy ekonomike. The World Bank, Report No 40069-RU. – Washington, 2007.

6 Komissiya Codex Alimentarius / Rukovodstvo po protsedure. 23-oye izdaniye. FAO i VOZ. – Rim, 2015. – 256 s.

- 7 Zhikhareva G.A., Kurmangaliyev A.B., Sokolov S.S. Pochvy Kazakhskoy SSR. Chimkentskaya oblast. – Vyp. 12. – Alma-Ata: Izd-vo «Nauka» KazSSR, 1969. – 410 s.
- 8 Obshchesoyuznaya instruktsiya po pochvennym obsledovaniyam i sostavleniyu krupnomasshtabnykh pochvennykh kart zemlepolzovaniya. – M.: izd-vo «Kolos», 1973. – 95 s.
- 9 Rukovodstvo po provedeniyu krupnomasshtabnogo pochvennogo obsledovaniya v Kazakhskoy SSR. – Alma-Ata, 1979. – 137 s.
- 10 GOST 17.4.3.03-85 Okhrana prirody. Pochvy. Obshchiye trebovaniya k metodam opredeleniya zagryaznyayushchikh veshchestv.
- 11 GOST 17.4.3.01-83 Okhrana prirody. Pochvy. Obshchiye trebovaniya k otboru prob.
- 12 Metodicheskiye rekomendatsii po provedeniyu polevykh i laboratornykh issledovaniy pochv i rasteny pri kontrole zagryazneniya okruzhayushchey sredy metalami. – M.: Izd-vo «Gidrometeoizdat», 1981. – 107 s.
- 13 Metodicheskiye ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v pochvakh sel-khozugody i produktsii rasteniyevodstva. – M.: Gosagroprom SSSR, 1989. – 62 s.
- 14 Dmitriyev Ye.A. Matematicheskaya statistika v pochvovedenii. – M.: Izd-vo MGU, 1995. – 320 s.
- 15 Savich V.I. Primeneniye variatsionnoy statistiki v pochvovedenii. Uchebno-metodicheskoye posobiye. – M.: Izd-vo TSKhA, 1972. – 103 s.

ТҮЙІН

А.С. Вырахманова¹, А. Отаров^{1,2}, М.О. Полатова¹ШӘУІЛДІР СУАРМАЛЫ АЛҚАБЫНДАҒЫ ЕЖЕЛГІ-АЛЛЮВИАЛЬДЫ ТЕРАССАЛЫҚ
БӨЛІГІНДЕГІ ТОПЫРАҚ ҚҰРАМЫНДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАР

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,
e-mail: asem-v80@mail.ru

²Орта Азиялық экология және қоршаған орта ғылыми-зерттеу орталығы,
050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан

Зерттеудің негізінде Шәуілдір суармалы массивінің ежелгі аллювиальды террасталған бөлігінің топырақтарында ауыр металдардың жылжымалы нысандарының статистикалық нақтылығы (мг/кг) – Zn $2,6 \pm 0,09$, Cu $1,3 \pm 0,04$, Pb $2,6 \pm 0,09$, Cd $0,9 \pm 0,03$ және Ni $5,6 \pm 0,25$ бекітілді. Біз бұл көрсеткіштерді олардың мазмұны ретінде қабылдап, және оларды әрі қарай мониторингтік зерттеулер үшін қолдануға ұсынамыз. Сондай-ақ, топырақтың массивіндегі суару процесі тұтастай алғанда кадмийдің, қорғасынның және әсіресе никельдің жылжымалы нысандарының артуына әкеп соқтырады, ал мыс пен мырыштың жылжымалы нысандарының үлесі керісінше төмендейді.

Түйінді сөздер: суармалы жерлер, ГАЗ, ауыр металдар, фондық құрамдар, сандық карталар, құнарлылық.

SUMMARY

A.S. Vyrahmanova¹, A. Otarov^{1,2}, M.O. Polatova¹HEAVY METALS CONTENT IN IRRIGATED SOILS OF ANCIENT ALLUVIAL TERRACE PART
OF SHAULDER IRRIGATION MASSIVE

¹Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry after U.U. Usmanov,
050060, Almaty, 75 V al-Farabi avenue, Kazakhstan, e-mail: asem-v80@mail.ru

²Scientific-Research Center for Ecology and Environment of Central Asia, 050060,
Almaty, 75 V al-Farabi avenue, Kazakhstan

Based on the study, the following statistically significant mean contents of mobile forms of the studied heavy metals in the soils of the ancient alluvial terraced part of the Shoulder irrigation massif (mg/kg) - Zn 2.6 ± 0.09 , Cu 1.3 ± 0.04 , Pb 2.6 ± 0.09 , Cd 0.9 ± 0.03 and Ni 5.6 ± 0.25 .

We propose these figures for their background content and use for further monitoring studies. It was also found that the process of irrigation of the soil in the massif as a whole leads to an increase in the proportion of movable forms of cadmium, lead and especially nickel, while the shares of mobile forms of copper and zinc are on the contrary reduced.

Key words: irrigated soils, GIS, heavy metals, background content, digital maps, monitoring.