

УДК 599: 504. 54.05

<sup>1</sup>Б.Е. Шимшиков, <sup>1</sup>Б.М. Байжанов\*,  
<sup>2</sup>Б.У. Сулейменов, <sup>2</sup>С.И. Танирберген

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы,

<sup>2</sup>КазНИИПиА имени У.У. Успанова, Казахстан, г. Алматы

\*E-mail: baurzhan.-089@mail.ru

**Уровень загрязнения тяжелыми металлами (Pb, Cd)  
 хлопковых полей Мактааральского района ЮКО  
 (на примере сельского округа «Ералиев»)**

Проведено агроэкологическое обследование 7,746 тыс. га пашни сельского округа «Ералиева» Мактааральского района Южно-Казахстанской области. Составлены картограммы загрязнения пашни подвижными формами элементов (Pb, Cd). Из общей обследованной пашни превышение ПДК отмечается по подвижному свинцу (> 6 мг/кг) – 7405 га (95,6 %), по подвижному кадмию (> 1 мг/кг) – 5387 га (69,5 %). Источниками тяжелых металлов являются поливные и грунтовые воды вследствие вторичного засоления при выходе из строя коллекторно-дренажной системы.

**Ключевые слова:** агроэкология, мониторинг загрязнения, тяжелые металлы, свойства почвы, серозем.

B.E. Shymshykov, B.M. Bayzhanov, B.U. Suleimenov, S.I. Tanirbergenov

**The level of heavy metal pollution (Pb, Cd) of cotton fields  
 Maktaaral district of South Kazakhstan (for example, rural district «Yeraliyev»)**

The agro-ecological survey was conducted on the 7.746 hectares of tilled field located in “Yeralievo” village, Maktaaral district of South Kazakhstan region. The cartogram of labile soil elements pollution (Pb, Cd,) was constituted. As an result of survey exceeded MPC for labile lead (> 6 mg / kg) is 7405 ha (95.6%), for labile cadmium (> 1 mg / kg) is 5387 ha (69.5%). Sources of heavy metals are agricultural water and groundwater due to secondary salinity while drain-collector system breakage.

**Keywords:** agroecology, pollution monitoring, heavy metals, soil properties, serositis.

Б.Е. Шимшиков, Б.М. Байжанов, Б.У. Сулейменов, С.И. Танирберген

**ОҚО Мақтаарал ауданының мақта алқаптарындағы ауыр металдармен (Pb, Cd)  
 ластану деңгейі (мысалға «Ералиев» ауылдық округі)**

Оңтүстік Қазақстан облысы Мақтаарал ауданы «Ералиев» ауылдық округінің айдалған 7,746 мың га жерлерге агроэкологиялық зерттеулер жүргізілді. Айдалған жерлердің жылжымалы формадағы элементтермен (Pb, Cd,) ластануына картограммалар құрылған. Барлық жыртылған жерлердің зерттеулерінің нәтижесі бойынша ШРК-дан асуы жылжымалы қорғасын (> 6 мг/кг) – 7405 га (95,6%), жылжымалы кадми (> 1 мг/кг) – 5387 га (69,5 %) көрсеткен. Ауыр металдардың негізгі көзі суармалы су және топырақ сулары, олар өз кезегінде екіншілік сортаңдануға алып келеді.

**Түйін сөздер:** агроэкология, ластану мониторингі, ауыр металдар, топырақ қасиеті, сұр топырақ.

В хлопкосеющих районах Южно-Казахстанской области вносились высокие дозы различных минеральных удобрений, которые содер-

жат различные балластовые вещества, в том числе тяжелые металлы. Определение загрязнения длительно удобряемых почв тяжелыми ме-

таллами в настоящее время не проводится, хотя это является, необходимым условием оценки экологического состояния почв хлопкосеющих регионов.

Целью наших исследований является определение токсичных элементов, как Pb и Cd, концентрация которых в почве по последним данным непрерывно возрастает и оказывает отрицательное воздействие на живые организмы. Почвы являются главным аккумулятором, сорбентом и разрушителем тяжелых металлов.

**Свинец.** Интерес к свинцу в биологии и медицине почти исключительно связан с его токсичностью для всего живого. Тем не менее, установлено, что в небольших количествах он необходим растительным и особенно животным организмам. Дефицит свинца в растениях возможен при его содержании в надземной части от 2 до 6 мкг/кг сухого вещества [1-2].

Избыток свинца в растениях ингибирует дыхание и подавляет процесс фотосинтеза, иногда приводит к увеличению содержания кадмия и снижению поступления цинка, кальция, фосфора, серы. Вследствие этого не только снижается урожайность растений, но и резко ухудшается качество производимой продукции [3].

Считается, что концентрация свинца свыше 10 мг/кг сухого вещества является токсичной для большинства культурных растений.

**Кадмий** – хорошо известен как токсичный элемент. Биологическая роль кадмия изучена очень слабо, отмечается токсичность данного элемента. Эмсли, изучавший тяжелые металлы в своих исследованиях пишет, что кадмий – токсикант, канцероген, тератоген [4-5]. Он негативно влияет на рост, и развитие растений в зависимости от концентрации его подвижных форм в почве.

Кадмий способен сравнительно легко поступать в растения из почвы через корневую систему, а также из атмосферы через листья. Установлено, что корневой барьер снижает поступление кадмия в листья, причем этот эффект сильнее проявляется на черноземах.

Естественные содержания кадмия в растениях невелики и составляют (мг/кг сухого вещества) в зерне злаков 0,013-0,22, траве 0,07-0,27, бобовых культурах 0,08-0,27. В результате деятельности человека глобальное обогащение окружающей среды кадмием в 3 раза превысило поступление его за счет естественных источников. Существует опасность для здоровья

и жизни человека и животных от потребления в пищу растений, загрязненных кадмием. Кадмий ингибирует синтез ДНК, белков и нуклеиновых кислот, влияет на активность ферментов, его избыток нарушает усвоение и обмен других микроэлементов (Zn, Cu, Se, Fe), может вызывать их дефицит.

В мире и России существуют жесткие ограничения на поступление кадмия в организм человека и животных, содержание его в различных объектах природной среды, пище и воде. ПДК кадмия в почве в разных странах колеблется от 2 до 5 мг/кг. Предельно-допустимая норма содержания металла в кормах – мг/кг сухого вещества.

В почвах под сельскохозяйственными растениями максимум содержания тяжелых металлов приходится на слой 0-30 см, что связано обработкой почв, вызывающей выравниванием концентраций металлов в этом слое. Для почв под чистым паром максимальное содержание элементов характерно для слоя 0-15 см, что свидетельствует о низкой миграционной способности их даже в условиях отсутствия растительности и при низком содержании органического вещества. Загрязнение почв Махтааральского района Южно-Казахстанской области является мозаичным по уровню накопления тяжелых металлов: с точками в почве их концентрация на уровне или ниже ПДК, могут соседствовать и такие, где концентрации во много раз превосходит норматив.

#### **Объект, материалы и методы исследований** **Краткое описание объекта исследований**

*Объектом* исследований являются хлопковые поля Махтааральского района Южно-Казахстанской области, расположенные в пустынной зоне. Почвенный покров представлен сероземами светлыми южными, профиль которых характеризуется наличием сплошного задернованного горизонта с поверхности; значительной растянутостью гумусового горизонта (A+B), равного 50-60 см, светло-серой окраской горизонта A; зернистой структурой и каверзностью гумусового горизонта. Отмечается слабая выраженность карбонатного мицелия и наличие карбонатно-иллювиального горизонта, слабовыраженного благодаря присутствию гипсовых выделений и более легкого механического состава.

В механическом составе светлых южных сероземов преобладает крупнопылеватая фракция и наблюдается утяжеление верхней части по-

чвенного профиля по сравнению с материнской породой и участием мелкопесчаных частиц (0,25-0,05 мм). Объемная масса колеблется от 1,23 до 1,32 г/см<sup>3</sup>. Наименьшую объемную массу имеет более гумусированный верхний горизонт. Плотность твердой фазы почвы в пахотном слое составляет 2,61 г/см<sup>3</sup>. Эти почвы обладают высокой порозностью, особенно, в кавернозном горизонте. Максимальная гигроскопическая влага в пахотном слое низкая (3-5%), а влажность завядания составляет 4,5-7,0%. Глубина весеннего промачивания не превышает 50 см. В летне-осенний период эти почвы подвергаются сильному иссушению.

Светлые южные сероземы характеризуются сравнительно широким отношением органического углерода к азоту (8-9), большим количеством карбонатов (4-6% CO<sub>2</sub>) в поверхностном горизонте. Материнские породы содержат 6-7% CO<sub>2</sub>. Сумма поглощенных оснований составляет всего 5-13 мг-экв на 100 г почвы. Поглощающий комплекс в верхней части профиля насыщен поглощенным кальцием (65-80%) и поглощенным магнием (20-30%). С глубиной относительное количество магния увеличивается, достигая в отдельных горизонтах 43%. В этих почвах относительно много поглощенного калия от 3 до 7%. Количество поглощенного натрия в гумусовом горизонте не превышает 3%.

В светлых южных сероземах валовые запасы фосфора составляют 0,19 % и калия – 2,8%, причем эти показатели уменьшаются с глубиной. Они содержат гумуса 1,0-1,5% и азота 0,07-0,09 %. В распределении гумуса и азота по профилю почвы резкое снижение количества гумуса (0,5-0,9%) и азота (0,04-0,06%) в поддерновом горизонте.

Содержание подвижного фосфора в поверхностных горизонтах колеблется от 10 до 20 мг/кг, с резким уменьшением с глубиной. Наименьшее содержание подвижного фосфора в орошаемых светлых сероземах, поэтому необходимо внесение фосфорных удобрений.

Светлые южные сероземы содержат в пахотном слое подвижного калия более 400 мг/кг, а его запас в этом слое составляет 800-900 мг/кг. В орошаемых сероземах его содержание меньше (300-350 мг/кг). Несмотря на относительно высокое содержание подвижного калия, в этих почвах в условиях полива наблюдается отзывчивость растений на калийные удобрения.

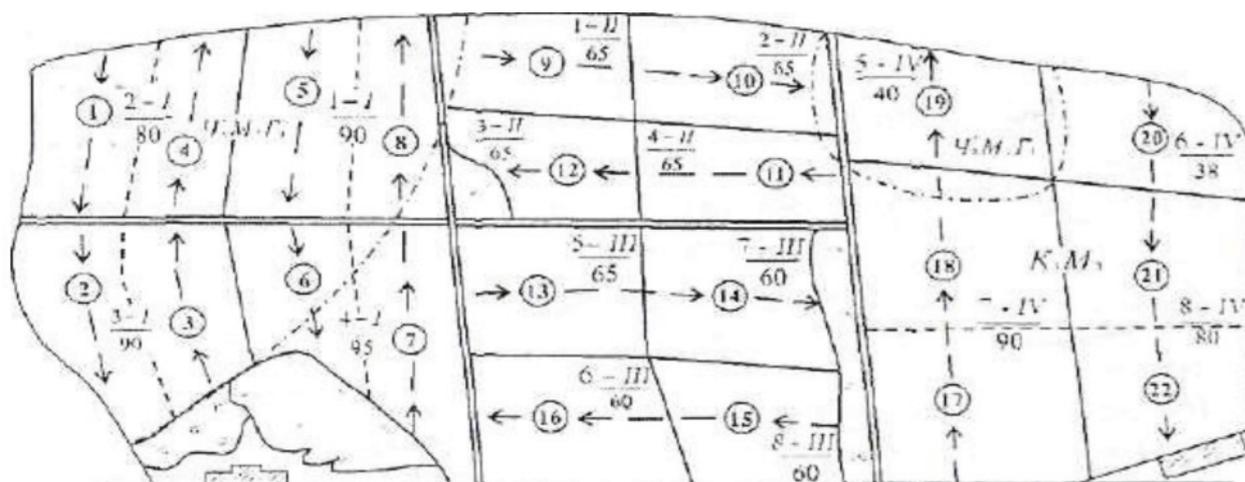
Зольные элементы в сероземах присутствуют преимущественно в минеральной форме. Слабая выветрелость и богатство лессовых пород полевошпатовыми и другими близкими к ним минералами, которые при разрушении отдают элементы питания растений, определяют богатство сероземов зольными элементами пищи растений. Почвенный раствор сероземов содержит в качестве основных компонентов кальций и магний, воднорастворимые органические вещества, нитраты, сульфаты и хлориды. Реакция сероземов слабощелочная (рН 7-8) и нейтральная.

Высокая насыщенность сероземов карбонатами кальция способствует химическому поглощению анионов, дающих с кальцием и магнием трудно растворимые соединения, особенно с фосфором. Другая характерная особенность агрохимических свойств сероземов – это быстрая истощаемость азотом. Бедность гумусом определяет малое содержание азота, преобладание в составе гумуса протеинов и ограниченность запасов легко мобилизирующих соединений азота.

Недостаток фосфора и азота в сероземах для роста и развития растений еще более подчеркивается биологической ограниченностью верхнего слоя, а более глубокие слои отличаются слабой способностью снабжать растения азотом и фосфором.

Полевое обследование на орошаемых землях проводилось в масштабе 1:10000. Картографической основой для проведения комплексного агроэкологического обследования является план землепользования хозяйства, на который перенесены контуры почв с почвенной карты (почвенно-мелиоративная карта и карты засоления орошаемых почв). Отбор проб почвы производился с элементарных участков в период вегетации хлопчатника от всходов до созревания. Площадь элементарного участка (сельскохозяйственное угодие, характеризуемое одной объединенной пробой) 5-7 га в зависимости от конфигурации участка. После рекогносцировочного осмотра территории на картографическую основу наносят сетку элементарных участков. Форма элементарного участка по возможности должна приближаться к прямоугольной с соотношением сторон не более 1:2. Каждому элементарному участку присваивают порядковый номер.

На картографической основе в пределах каждого выделенного элементарного участка прокладывают маршрутный ход.



Условные обозначения:

- – № элементарного участка,
- – маршрут движения почвовед-агрохимика
- – границы почвенных контуров
- – границы полей
- · - · - · – границы элементарного участка
- $\frac{1}{80}$  – номер поля  
          площадь (га)

**1 рисунок.** – Схема организации комплексного агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий

Отбор объединенных проб осуществляют способом маршрутных ходов. Маршрутный ход прокладывают по середине каждого элементарного участка вдоль её удлиненной стороны. С каждого элементарного участка отбирают одну объединенную пробу. Если площадь рабочего участка меньше площади элементарного участка, то объединенную пробу отбирают в пределах рабочего участка.

Каждую объединенную пробу составляют из точечных проб, равномерно отбираемых на элементарном участке по маршрутному ходу. На пахотных почвах точечные пробы отбирают на глубину до 20 см. Учитывая пестроту почвенного покрова, объединенную пробу на всех типах почв при отборе тростевым буром составляют из не менее 20 точечных проб. Масса объединенного образца (пробы) должна быть не менее 0,4 кг. Отобранную в пределах элементарного участка почвенную пробу помещают в полотняный мешочек и кладут туда этикетку установленного образца. Отобранные пробы просушивают. Высушенные пробы укладывают в контейнеры и отправляют в организацию исполнителя. Из не

размолотой пробы отбирают навеску почвы для определения содержания тяжелых металлов.

Обобщение результатов агроэкологического обследования почв проводится с целью определения степени загрязнения тяжелыми металлами поля и в целом по хозяйству.

#### **Методика определения тяжелых металлов (Pb и Cd)**

Определение тяжелых металлов проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС), который основан на явлении селективного поглощения (абсорбции) резонансного излучения определяемого элемента атомным паром исследуемого вещества. Атомно-абсорбционный метод отличается от традиционных аналитических методов простотой выполнения анализа и высокой производительностью. Он обеспечивает предел обнаружения многих элементов 0,1-0,01 мкг/см<sup>3</sup> (с атомизацией в пламени) и ниже, что в большинстве случаев оказывается достаточным для применения метода в почвенно-агрохимических исследованиях.

*Техника выполнения измерений.* Приготовление стандартных растворов. В качестве ос-

новных стандартных растворов используют государственные стандартные образцы (ГСО) с гарантированной концентрацией элемента или комплекса элементов – 1000 мкг/см<sup>3</sup>. Возможно приготовление стандартных растворов из окислов или солей металлов с постоянной стехиометрией.

**Свинец.** Навеску 1,000 г металлического свинца помещают в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, растворяют в 30 см<sup>3</sup> азотной кислоты А:1) и количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см<sup>3</sup>. Доводят до метки 1%-ым раствором азотной кислоты. Полученный раствор имеет концентрацию 1000 мкг/см<sup>3</sup> свинца.

**Кадмий.** Навеску 1,142 г оксида кадмия (CdO) помещают в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, растворяют в 20 см<sup>3</sup> азотной кислоты А:1) и количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см<sup>3</sup>. Доводят объем до метки 1%-ым раствором азотной кислоты. Полученный раствор имеет концентрацию 1000 мкг/см<sup>3</sup> кадмия.

Основные стандартные растворы хранят в герметичной посуде из стекла или полиэтилена высокого давления на рассеянном свете. Гарантированный срок хранения основных растворов – 1 год.

Промежуточные стандартные растворы элементов готовят последовательным разбавлением основных растворов в 10 и 100 раз 1%-ой азотной кислотой. Эти растворы хранят в герметичной посуде не более 1 года.

Стандартные растворы сравнения готовят из промежуточных растворов путем разбавления тем же раствором кислоты, проб. Содержание тяжелых металлов не должно выходить за пределы следующих диапазонов рабочих концентраций: для железа, цинка и марганца – 0,1-10; для меди – 0,05-5; для хрома, никеля и свинца – 0,1-5; для кадмия – 0,02-1 МКг/см<sup>3</sup>. В рабочих диапазонах необходимо иметь по 3-4 стандартных раствора сравнения. Стандартные растворы сравнения могут быть как смешанными, так и моноэлементными. Растворы с концентрацией металла от 1 до 10 МКг/см<sup>3</sup> хранят в герметичной посуде не более 1 месяца, растворы с концентрацией менее 1 мкг/см<sup>3</sup> должны быть свежеприготовленными.

В качестве нулевого стандарта (бланк) используют 1%-ый раствор азотной или соляной кислоты, т.е. тот раствор, который применяли для растворения проб и разбавления растворов.

#### **Аппаратура, реактивы, материалы:**

1. Государственные стандартные образцы (смешанные или моноэлементные) с концентрацией каждого элемента 1000 мкг/см<sup>3</sup> или:

свинец металлический по ТУ 6-09-3523-74; кадмий оксид по ГОСТу 11120-75;

Проведение измерений. Подготовку атомно-абсорбционного спектрофотометра к работе, его включение и выведение на рабочий режим осуществляют в соответствии с инструкциями по эксплуатации. Особое внимание следует уделить выполнению таких моментов, как:

♦ установление требуемой силы тока (на каждой лампе с полым катодом указаны оптимальная сила тока и максимально допустимая) и прогрев источника резонансного излучения не менее 30 мин.;

♦ точная настройка монохроматора на резонансную линию по максимуму излучения при минимальной ширине щели, но проведение измерений при рекомендуемой ширине щели; используют наиболее чувствительные линии поглощения элементов со следующими длинами волн: цинк – 213,9 нм, железо – 248,3 нм, кадмий – 228,8 нм, никель – 232,0 нм, свинец – 283,3 нм, кобальт – 240,7 нм, марганец – 278 нм, медь – 324,8 нм, хром – 357,9 нм;

♦ юстировка источников резонансного и (если корректором фона служит дейтериевая лампа и в спектрофотометре отсутствует режим автокомпенсации) нерезонансного излучения;

♦ юстировка высоты горелки и ее положения относительно луча источника резонансного излучения;

♦ прогрев включенной горелки перед началом измерений с одновременной ее промывкой бидистиллированной водой в течение 5 мин.;

Техника измерений. Сначала распыляют в пламя нулевой стандарт (при экстракционном концентрировании – его экстракт) и устанавливают показания прибора на нуль. Затем в порядке возрастания концентрации измеряют абсорбцию стандартных растворов сравнения (или их экстрактов). В конце градуировки отмечают положение нулевой линии при распылении нулевого стандарта. После окончания градуировки прибора в пламя распыляют исследуемые растворы и измеряют величину абсорбции (практически во всех моделях современных атомно-абсорбционных спектрофотометров предусмотрен режим автопостроения градуировочного графика, что

позволяет получать результаты измерений как в величине абсорбции, так и в единицах концентрации). Измерение каждого раствора проводится не менее двух раз.

### Результаты исследований

Обследование хлопковой пашни проведено в Кировской зоне орошения Мактааральского района Южно-Казахстанской области на территории сельского округа «Ералиева» на площади 7646 га и отобрано 1000 проб почвы. На картографическую основу нанесена схема проведения обследования пашни с нанесением номеров элементарных участков.

В отобранных при обследовании почвенных образцах определялось содержание подвижных Рb и Cd атомно-абсорбционным спектрометрическим методом. Результаты химического анализа почвы представлены в таблице 1.

Результаты химического анализа по содержанию микроэлементов в почве для подготовки цветной картограммы сгруппированы в 5 групп (таблица 1). Группа 1 с очень низким содержанием и 5 группа с повышенным содержанием микроэлемента.

### Обобщение и оценка результатов исследований

Анализ полученных данных показал, что на пашне отмечается мозаичное загрязнение. Площадь пашни с низким содержанием подвижного свинца составляет 341 га (4,4%, 2-я группа от 6,01 до 12,0 мг/кг) соответственно. Превышение ПДК по подвижному свинцу (6 мг/кг) установлено на площади 7405 га, что составляет 95,6% от общей обследованной пашни.

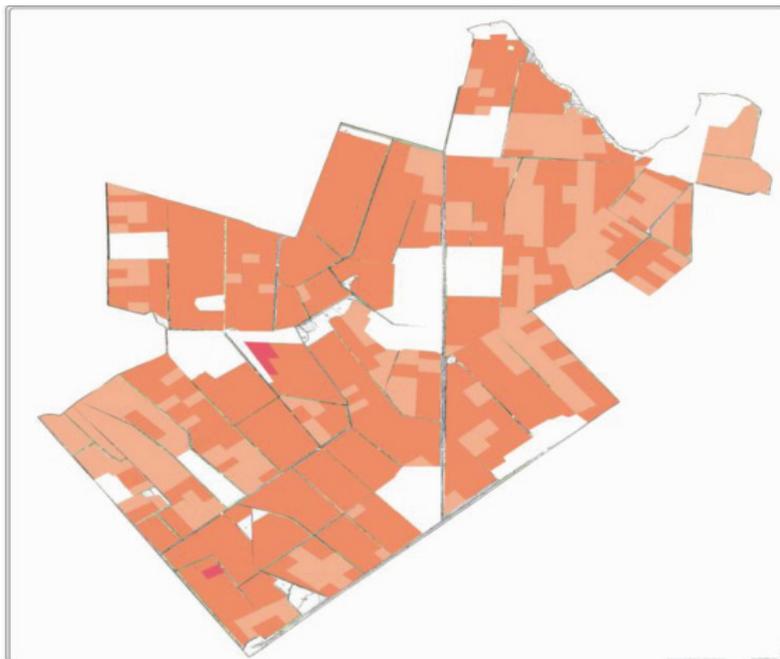
На рисунках 1-2 представлена картограмма содержания подвижных свинца и кадмия.

**Таблица 1** – Группировка почв по содержанию подвижных форм микроэлементов, мг/кг

Группа	Pb	Cd	цвет
1	<1,0	<0,2	
2	1,01-6,00	0,21-1,00	
3	6,01-12,00	1,01-2,20	
4	12,01-18,00	2,21-3,20	
5	>18,01	>3,21	
ПДК	6	1	
Кларк	10	0,5	



**Рисунок 2** – Картограмма содержания подвижного свинца в пашне сельского округа «Ералиева»



**Рисунок 2** – Картограмма содержания подвижного кадмия в пашне сельского округа «Ералиева»

**Таблица 2** – Площадь загрязнения пашни сельского округа «Ералиева» микроэлементами

Микроэлемент	Общая площадь, га	Площадь загрязнения земель по группам га				
		1	2	3	4	5
Свинец	7746	-	$\frac{341}{4,4}$	$\frac{3423}{44,2}$	$\frac{3845}{49,6}$	$\frac{137}{1,8}$
Кадмий	7746	-	$\frac{2359}{30,5}$	$\frac{5355}{69,1}$	$\frac{32}{0,4}$	-

**Таблица 3** – Вариационно-статистические показатели содержания в почве подвижных микроэлементов

Микроэлемент	n	M <sub>ум</sub> , мг/кг	Доверительный интервал, P=0.95%	s	V, %	P, %	Уровень надежности (95,0 %)
Pb	1000	12,16±0,100	$\frac{11,95 \div 12,37}{12,16}$	3,41	8,0	0,8	0,21
Cd	1000	1,20±0,009	$\frac{1,19 \div 1,21}{1,20}$	0,30	5,0	0,7	0,01

Площадь пашни с низким содержанием подвижного кадмия составляет всего 2359 га (30,5%, 2-я группа от 0,21 до 1,0 мг/кг). Превышение ПДК (1 мг/кг) по подвижному кадмию установ-

лено на площади 5387 га, что составляет 69,5% от общей обследованной пашни.

Вариационно-статистический анализ полученных данных показал, что по свинцу и кад-

мию отмечается большая изменчивость (> 25 %), ошибка опыта не превышает 1,1 %. Доверительный интервал содержания подвижного свинца составляет  $11,95 \div 12,37$  мг/кг, подвижного кадмия –  $1,19 \div 1,21$  мг/кг.

Доверительный интервал  $M \pm УН$ , где  $M$  – среднее арифметическое,  $УН$  – уровень надежности. Коэффициент вариации находится по формуле

$$V = \frac{\sigma}{M} 100 \%,$$

где  $V$  – коэффициент вариации – вариабельность, изменчивость (до 10% – незначительная, 10-20% – среднее, более 20% – значительная),  $\sigma$  – сигма – стандартное отклонение,  $M$  – среднее арифметическое. Ошибка опыта вычисляется по формуле

$$P = \frac{m}{M} 100, \%,$$

где  $P$  – ошибка опыта,  $m$  – стандартная ошибка, (ошибка среднего),  $M$  – среднее арифметическое.

Источником накопления тяжелых металлов в почве может быть поливная вода. Данные содержание изучаемых элементов в поливной воде, отобранных с оросительных каналов представлены в таблице 4.

**Таблица 4** – Содержание тяжелых металлов в поливной воде

Источник	Содержание в воде, мг/л	
	Pb	Cd
Поливная вода	0,04	0,005
Грунтовая вода	0,07	0,001

С поливной водой  $800 \text{ м}^3/\text{га}$  возможно поступление в почву  $32 \text{ г}/\text{га}$  свинца и  $4 \text{ г}/\text{га}$  кадмия. По нашим экспериментальным данным по этим тяжелым металлам отмечается приоритетное загрязнение хлопковой пашни. Учитывая, что хлопчатник поливается за вегетацию 3-4 раза, возможно увеличение поступления в почву свинца и кадмия в 3-4 раза больше.

Поливная вода просачивается через профиль до грунтовых вод. Из таблицы 4 видно высокое содержание в грунтовой воде свинца и кадмия, которые при вторичном засолении почвы поднимаются к поверхности с водой по капиллярам. Тяжелые металлы поступают на хлопковые поля как с поливной водой так и с грунтовой, из-за выхода из строя коллекторно-дренажной сети, которая позволяла с помощью дренажа удалять высокоминерализованные грунтовые за пределы хлопковой пашни.

#### Заключение

Проведено агроэкологическое обследование  $7,746$  тыс. га пашни сельского округа «Ералиева» Мактааральского района Южно-Казахстанской области. Составлены картограммы загрязнения пашни подвижными кадмием и свинцом. Из общей обследованной пашни превышение ПДК отмечается по подвижному свинцу (>  $6 \text{ мг}/\text{кг}$ ) на  $7405$  га ( $95,6 \%$ ), по подвижному кадмию (>  $1 \text{ мг}/\text{кг}$ ) –  $5387$  га ( $69,5 \%$ ). Тяжелые металлы поступают на хлопковые поля с оросительной водой и при отсутствии дренажа с грунтовой. Для улучшения агроэкологического и почвенно-мелиоративного состояния хлопковых полей Мактааральского района Южно-Казахстанской области необходимо восстановление коллекторно-дренажной системы региона, что позволит повысить урожайность хлопчатника и снизит загрязнение пашни тяжелыми металлами.

#### Литература

- 1 Foy C.D., Chaney R.L., White M.C. The physiology of metal toxicity in plant // Arin. Rev. Physiol. – 1979. – Vol. 29.- P.511.
- 2 Eikman Th. Kloke A. Nutzungs – und schutzutbezogene Orien – tierungswerte fir (Schad) – Stoff in Buden// VDLUFA – Mitteilungen. -1991 . – Н.І. – S. 19 – 26.
- 3 Кабата – Пендиас А. , Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ.-М.: Мир, 1989.- 439 с. Adriano D.C. Trace elements in the terrestrial environment. – New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: Springer – Verlag, 1986.- 533 p.

- 4 Foy C.D., Chaney R.L., White M.C. The physiology of metal toxicity in plant // *Arin. Rev. Physiol.*-1979.- Vol. 29.- P.511
- 5 Welch R.M., Carry E.E. Concentration of chromium, nickel, and vanadium in plant materials // *J. Agric. Food Chem.*- 1975.- Vol.23.- P.479).

#### **Reference**

- 1 Foy C.D., Chaney R.L., White M.C. The physiology of metal toxicity in plant // *Arin. Rev. Physiol.* – 1979. – vol. 29.- p.511.
- 2 Eikman Th. Kloke A. Nutzungs – und schutzbezogene orientierungswerte für (schad) – stoff in boden// *Vdlufa – mitteilungen.* -1991 . – h.i. – s. 19 – 26.
- 3 Kabata – Pendias A. , Pendias X. Mikroelementy v pochvax i rasteniyax: per. s ang.-M.: Mir, 1989.- 439 s. adriano d.c. trace elements in the terrestrial environment. – new york, berlin, heidelberg, Tokyo: springer – verlag, 1986.- 533 p.
- 4 Foy C.D., Chaney R.L., White M.C. The physiology of metal toxicity in plant // *Arin. rev. physiol.*-1979.- vol. 29.- p.511
- 5 Welch R.M., Carry E.E. Concentration of chromium, nickel, and vanadium in plant materials // *J. Agric. Food Chem.*- 1975.- vol.23.- p.479).