

## CONTENTS AND FORMS OF FINDING OF HEAVY METALS IN THE SOIL LAYER

Askarova D.A., applicant

Glebov V.V., Candidate of Biology, Associate Professor of the Peoples' Friendship University of Russia

**Key words:** heavy metals, soil, transformation, phytotoxicity, ecology

*In work contents and forms of finding of heavy metals in a soil layer is described. Various mechanisms of transformation of the metals (their mobile forms) which have got to the soil are presented. One of the main processes influencing migration in soils is a fixing with humic substance. It is carried out by education by metals of salts with organic acids, adsorptions of ions on surfaces of organic colloidal systems or formation of complexes with their humic acids. Process of transformation of metals in the soil depends on many factors: climatic, seasonal, ecological, and anthropogenic and others.*

УДК 57.042; 631.4

## РАЗЛИЧНЫЕ ПОДХОДЫ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВЕННОГО СЛОЯ

Аскарова Д.А., соискатель

ФГАОУ ВО РУДН, [danara.84@mail.ru](mailto:danara.84@mail.ru)

**Ключевые слова:** загрязнение, тяжелые металлы, почва, природная среда.

*В работе представлены различные подходы по снижению загрязнения тяжелыми металлами почвенного слоя. Мероприятия, рекомендуемые к применению на загрязненных тяжелыми металлами почвах, можно разбить на две группы. Первая группа, необходимая на землях сельскохозяйственного назначения, направлена на снижение подвижности тяжелых металлов в почвах. Она включает в себя известкование, внесение минеральных и органических удобрений, искусственных и природных сорбентов. Вторая группа мероприятий, рекомендуемая для земель в пределах населенных пунктов, не используемых в сельскохозяйственных целях, включает в себя промывку почв, замену загрязненного грунта на привозной.*

Почва является важным компонентом природной среды. Эколо-

гическое состояние почвенного слоя во многом определяет равновесие в целом. Недостаточная изученность процессов, протекающих внутри почвенного профиля, в настоящее время становится главным источником загрязнения окружающей среды, которое оказывает влияние на живые организмы [2,4,7].

Существуют два направления борьбы с загрязнением тяжелыми металлами. Первый из них – предотвращение поступления токсикантов в почвенную экосистему. Однако эта задача выполнима лишь отчасти. Можно снизить темпы загрязнения почв за счет контролируемых источников – ограничения использования «грязных» осадков сточных вод, органических и минеральных удобрений, химических мелиорантов. Это возможно, хотя и связано с некоторыми финансовыми затратами на обеспечение сельского хозяйства экологически безопасными удобрениями. В то же время снижение потока токсических элементов, связанного с промышленными и транспортными источниками, крайне затруднительно, поскольку связано с изменениями технологии ряда производств.

Второй путь – борьба с уже существующим загрязнением. Тяжелые металлы в условиях промывного водного режима могут:

- выводиться за пределы почвенного профиля;
- связываться под действием различных факторов в нерастворимые, недоступные растениям соединения.

Мероприятия, рекомендуемые к применению на загрязненных тяжелыми металлами почвах, можно разбить на две группы. Первая группа, необходимая на землях сельскохозяйственного назначения, направлена на снижение подвижности тяжелых металлов в почвах. Она включает в себя известкование, внесение минеральных и органических удобрений, искусственных и природных сорбентов. Данные приемы применяются как по отдельности, так и в комплексе.

Вторая группа мероприятий, рекомендуемая для земель в пределах населенных пунктов, не используемых в сельскохозяйственных целях, включает в себя промывку почв, замену загрязненного грунта на привозной. Однако это целесообразно на почвах с чрезвычайно высоким уровнем загрязнения. Чаще всего можно ограничиться мерами по предохранению почв от деградации: созданием и сохранением зеленых зон, газонов и других видов территорий с зеленым покровом [6].

Приемы, снижающие токсичность тяжелых металлов в почвах [5]:

- 1) Известкование. Защитное действие извести на почвах, имеющих высокий уровень содержания токсичных элементов, проявляется в виде позитивных изменений в почвенной системе на разных уровнях - химическом, физическом и биологическом:

- известковые материалы образуют с катионами тяжелых металлов труднорастворимые соли:  $TM^{2+} + CaCO_3 \rightarrow TMC O_3 \downarrow + Ca^{2+}$ ;

- при нейтрализации почвенной среды увеличивается катионообменная емкость почвы, возрастает прочность металлоорганических комплексов, усиливаются некоторые физико-химические и химические процессы, способствующие сорбции металлов и, следовательно, увеличивается специфическое и неспецифическое поглощение тяжелых металлов;

- нейтральная, или близкая к нейтральной реакции среды стимулирует активность почвенной микрофлоры, способной включать катионы тяжелых металлов в состав своей биомассы. Если процесс образования органического вещества идет интенсивнее минерализации, происходит долговременное закрепление токсичных элементов;

- поступающий в почву в результате известкования кальций улучшает физические свойства почв: способствуя коагуляции почвенных коллоидов, он укрепляет структуру почвы, улучшает водопроницаемость и водоудерживающую способность;

- кальций и другие катионы, содержащиеся в известковых материалах, являются антагонистами катионов тяжелых металлов при поступлении в растение.

Согласно результатам многочисленных исследований, растения, выращенные на известкованном фоне, имеют более низкий уровень содержания тяжелых металлов, чем на неизвесткованном. Так, увеличение значения рН на 1,8-2 единицы снижает подвижность кадмия в 4-8 раз, свинца – в 3-6 раз. Установлено, что уровень рН, обеспечивающий наименьшую растворимость тяжелых металлов – 6,5.

Однако, известкование не является универсальным приемом. В ряде случаев для полной детоксикации тяжелых металлов необходимо внесение сверхвысоких доз известкового материала, что не всегда экономически оправдано и, кроме того, у некоторых культур может вызвать отрицательную реакцию [3].

Известкование нецелесообразно на слабокислых и нейтральных почвах, а также на почвах тяжелого гранулометрического состава. При известковании необходимо обследование почв на предмет содержания в них повышенных количеств хрома и молибдена. Эти элементы более подвижны в нейтральной и слабощелочной среде, чем в кислой, и известкование почв, имеющих повышенные концентрации данных элементов, может сделать их непригодными для выращивания сельскохозяйственных культур. В случаях, когда известкование оказывается недостаточно эффективным, следует прибегать к другим приемам.

2) Органические удобрения. Внесение органических удобрений

способствует улучшению почвенного плодородия – повышается биологическая активность, увеличивается запас питательных элементов, емкость катионного обмена, улучшаются водно-физические свойства почв. Все это способствует также повышению устойчивости почв к антропогенному воздействию. Применение оптимальных доз органических удобрений улучшает гумусное состояние почвы, а гумус играет важную роль в связывании токсичных металлов, можно однозначно рекомендовать этот прием. Однако положительный результат при этом, скорее всего, проявится лишь через некоторое время, поэтому внесение органических удобрений необходимо применять в комплексе с другими мероприятиями (известкование, фосфоритование, внесение сорбентов и др.). Из ряда органических удобрений лучше всего применять торф и торфо-навозные компосты с высокой степенью разложения. Конечно, солома и слаборазложившийся навоз через некоторое время дадут положительный эффект, но для его ускорения их лучше подвергнуть компостированию, что благоприятно и с агрохимической точки зрения [1].

3) Природные сорбенты (цеолиты). Цеолиты – это природные гидроалюмосиликаты каркасного строения, структура которых включает в себя полости и каналы молекулярного размера, занятые подвижными катионами и молекулами воды. Эти минералы действуют по принципу молекулярных сит, разделяя смеси веществ в зависимости от размеров атомов и молекул. Структурные особенности цеолитов определяют участие в ионообменном процессе только катионов, в основном катионов тяжелых металлов. Наибольшей емкостью обладает Na-форма цеолита. Для получения необходимого эффекта норма данного сорбента не должна быть ниже 40-50 т/га на низкоплодородных почвах, а на плодородных почвах, имеющих тяжелый гранулометрический состав и относительно высокое содержание гумуса, норма должна быть еще выше. Чаще всего применение цеолитов оказывается экономически нецелесообразно и возможно лишь в случае, когда они являются местным сырьем.

4) Глинование. Большое влияние на подвижность поллютантов оказывает минералогический и гранулометрический состав почв, поэтому хорошие результаты может дать глинование легких почв. Внесение глин, содержащих минералы с расширяющейся кристаллической решеткой (монтмориллонит, иллит, вермикулит), позволяет значительно увеличить катионообменную емкость почв. Прочность связи тяжелых металлов с глинистыми минералами зависит от их строения и возрастает от каолинита к монтмориллониту. Прочность связи также зависит от pH среды и содержания органического вещества. Отмечено,

что почвенные глинистые минералы сорбируют тяжелые металлы тем сильнее, чем больше органического вещества содержится в почве [1]. Глинование может вызвать некоторые отрицательные явления, в частности, подкисление почв, поскольку глинистые минералы являются источником ионов  $H^+$ , а также недостаток биогенных элементов в результате их поглощения минеральными коллоидами. Поэтому глинование должно сопровождаться известкованием, внесением органических и минеральных удобрений [125].

5) Искусственные сорбенты. В качестве искусственных сорбентов испытываются комплексообразователи, ионообменные смолы, активированный уголь, отходы некоторых производств и т.п.

Минеральные удобрения. Подвижность тяжелых металлов может существенно изменяться под действием минеральных удобрений. Большинство минеральных удобрений является гидролитически и/или физиологически кислыми солями, поэтому систематическое их внесение в средних и высоких дозах ведет к подкислению почв и, следовательно, к увеличению подвижности тяжелых металлов. Фосфорные удобрения вступают во взаимодействие с тяжелыми металлами, образуя с ними нерастворимые соли. При этом снижается подвижность как фосфора, так и тяжелых металлов. Фосфоритование кислых почв является одним из приемов детоксикации тяжелых металлов. Однако, этот прием эффективен только при сильном загрязнении почв, так как для образования осадка необходима определенная концентрация осадкообразующих элементов в растворе.

Снижению подвижности тяжелых металлов способствует содержание в минеральных удобрениях катионов ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $NH^+$  и др.), являющихся антагонистами тяжелых металлов и препятствующих их проникновению в растения. Внесение минеральных и органических удобрений способствует снижению концентрации тяжелых металлов в растениях и за счет проявления эффекта «биологического разбавления». Кроме этого, минеральные удобрения способствуют воспроизводству органического вещества почвы, увеличению ее биологической активности, росту микробной биомассы и т.д., что опосредованно способствует улучшению экологического состояния почв [1,5].

6) Промывка почв. Для сильнозагрязненных почв применяется метод удаления тяжелых металлов из корнеобитаемого слоя. Этот метод принципиально отличается от рассмотренных выше, направленных, напротив, на закрепление токсичных элементов. Удаление тяжелых металлов путем промывки с различными реагентами имеет ряд негативных сторон. Во-первых, металлы из верхних горизонтов попадают в грунтовые воды и загрязняют их. Во-вторых, вместе с ионами

тяжелых металлов из корнеобитаемого слоя удаляются и необходимые растениям элементы питания. Кроме того, сами реактивы могут обладать определенным фитотоксическим воздействием и ухудшать свойства почв.

**Заключение.** В качестве резюме следует отметить, что эффективность рассмотренных мероприятий – известкования, внесения органических и минеральных удобрений, природных и искусственных сорбентов и др. – может оказаться недостаточной в конкретных условиях. В этом случае целесообразно применять комплекс мероприятий, например, известкование с внесением органических и минеральных удобрений. При этом удобрения будут способствовать снижению токсического эффекта для растений и образованию малоподвижных органо-минеральных комплексов, а известь увеличит емкость поглощения почвы, образование нерастворимых солей, а также будет способствовать увеличению прочности органо-минеральных комплексов.

#### **Библиографический список:**

1. Аскарова, Д.А. Накопление тяжелых металлов в растениях на темно-каштановых почвах Республики Казахстан / Д.А. Аскарова, В.В. Глебов // В сборнике: Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека. Материалы Международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина» Минздрава России: в 2-х частях. – 2016. – С. 58-60.

2. Глебов, В.В. Оценка воздействия комплекса агротехнических работ на биоту пахотной дерново-подзолистой почвы / В.В. Глебов, П.П. Кочетков, В.Е. Абрамов // Мир науки, культуры, образования. – 2016. – № 5 (60). – С. 265-268.

3. Кочетков, П.П. Определение формальдегида в воде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием твердофазной экстракции / П.П. Кочетков, А.Г. Малышева, В.В. Глебов // Гигиена и санитария. – 2017. – №3. – С. 93-96.

4. Родионова, О.М. Влияние растительных гомеопатических монопрепаратов на скорость лимфатического дренажа тканей здоровых мышей / О.М. Родионова, В.В. Глебов, Е.В. Артамонова, М.А. Бутенин, Е.В. Аникина // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины – 2016. – № 6. – С. 740-742.

5. Титов, А.Ф. Влияние тяжелых металлов на растения: эколого-физиологические аспекты / А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Г.Ф. Лайдинен, Н.М. Казнина // Наземные и водные экосистемы Северной Европы. – Петрозаводск: Управление и охрана. – 2003. – С. 152-157.

6. Убугунов В.Л. Тяжелые металлы в садово-огородных почвах и растениях г. Улан-Удэ / В.Л. Убугунов, В.К. Кашин. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. – 2004. – 128 с.

7. Glebov, V.V. Level of Schoolboys' Psychophysiological Adaptation Process in Metropolis Megapolis / V.V. Glebov, G.G. Arakelov // Procedia - Social and Behavioral Sciences Volume 146, 25 August 2014, P. 226-232.

## **VARIOUS APPROACHES ON DECREASE IN POLLUTION BY HEAVY METALS OF THE SOIL LAYER**

**Askarova D.A.**, applicant of the Peoples' Friendship University of Russia

**Key words:** *pollution, heavy metals, soil, environment*

*In work various approaches on decrease in pollution are presented by heavy metals of a soil layer. The actions recommended for application on the soils polluted by heavy metals can be broken into two groups. The first group necessary on lands of agricultural purpose, is directed to decrease in mobility of heavy metals in soils. It includes lime application, introduction of mineral and organic fertilizers, artificial and natural sorbents. The second group of actions recommended for lands within the settlements which aren't used in the agricultural purposes includes washing of soils, replacement of the polluted soil by imported.*

УДК 633.11: 631.51: 631.8

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАВОЛЖЬЯ**

**Аюпов Д. Э.**, аспирант кафедры «Земледелие и растениеводство»  
**Подсезалов М. И.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и растениеводство»

**Шайкин С.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Землеустройство и кадастры»

**Остин В.Н.**, аспирант кафедры «Земледелие и растениеводство»  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, e-mail: [zemledejugsha@yandex.ru](mailto:zemledejugsha@yandex.ru)

**Введение.** В производственных условиях при подборе предшественников, агротехнических приемов возделывания большое значение придается повышению окупаемости затрат за счет получаемой продукции, поэтому наряду с агротехнологической и агроэкологической оценкой технологических приемов, следует проводить экономическую и энергетическую