
**ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЛЕВЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ШЛАКОВЫХ
ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА
(на примере территории шлакового отвала МЗАЛ
п. Б. Думчино Мценского района Орловской области)**

Л.П. Степанова

Факультет агробизнеса и экологии
Орловский государственный аграрный университет
ул. Генерала Родина, 69, Орел, Россия, 302019

Е.В. Яковлева

Факультет агротехники и энергообеспечения
Орловский государственный аграрный университет
ул. Генерала Родина, 69, Орел, Россия, 302019

А.И. Мышкин

Факультет гуманитарных наук
Орловский государственный аграрный университет
ул. Генерала Родина, 69, Орел, Россия, 302019

А.И. Яшин

Факультет агробизнеса и экологии
Орловский государственный аграрный университет
ул. Генерала Родина, 69, Орел, Россия, 302019

Здоровье человека является чутким барометром экологической ситуации и выступает в качестве основного биологического индикатора в сфере медико-экологического мониторинга.

Ключевые слова: мониторинг почв, тяжелые металлы, заболеваемость подростков, шлаковый отвал, экологическая опасность.

В понятие экологического мониторинга входит система контроля и оценки окружающей среды в местах интенсивного антропогенного воздействия, которая позволяет получать информацию о состоянии природной среды и прогнозировать какие-либо изменения.

Основными задачами медико-экологического мониторинга является анализ состояния здоровья и заболеваемости жителей изучаемых районов, выявление и оценка экологических факторов и их влияния на здоровье человека.

Ведущим фактором, ухудшающим общий уровень здоровья населения Мценского района Орловской области, следует считать техногенную нагрузку на территории.

Основными источниками поступления в организм человека веществ, нарушающих его жизнедеятельность и приводящих к тем или иным заболеваниям, являются следующие:

- загрязненный атмосферный воздух;
- питьевая вода;

- загрязненные почвы;
- продукты питания.

Удельная нагрузка загрязняющих веществ на территории Мценского района составляет 1,5—3 т/км². Самого большого значения (3—5 т/км²) этот показатель достигает в п. Б. Думчино в зоне хранения солевых алюминиевых шлаковых отсеков. В зоне влияния промышленных предприятий удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением ПДК составлял 3,6%. Следствием недостаточной реализации природоохранных мероприятий явилось резкое ухудшение ситуации в районе. Экологические последствия техногенных ситуаций привели к необратимым изменениям в окружающей природной среде, что отрицательно сказалось на здоровье населения. В загрязнении атмосферного воздуха все большую роль играет автотранспорт, который выбрасывает в атмосферу продукты сгорания моторного топлива: оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, сажу, диоксид серы, свинец. С ростом количества автотранспортных средств увеличиваются объемы выбросов загрязняющих веществ в воздушную среду. Сопутствующие промышленному производству сбросы и выбросы вредных веществ, складирование алюминиевых шлаковых отходов привели к загрязнению почв и поверхностных вод, качественному истощению биоресурсов, деградации экосистем.

Степень влияния шлакового отвала на поступление тяжелых металлов в почвы, растения и поверхностные воды оценивалась в зависимости от расстояния исследуемых объектов от источника загрязнения. Мониторинг растительности и взятие проб почвы на содержание тяжелых металлов проводили в районе поселка Б. Думчино Мценского района на территории, прилегающей к отвалу шлаков АООТ «Цветные металлы и сплавы». В течение 30 лет (с 1963 по 1994 гг.) АООТ ЦМиС на земельном участке площадью 9 га производилось складирование алюминийсодержащих шлаков. Образовавшийся отвал в настоящее время представляет собой холм высотой 30—40 м, сложенный сыпучим материалом. Шлаковый отвал расположен вблизи населенного пункта Большое Думчино (1 км). С северо-восточной и восточной стороны к отвалу примыкает лесной массив, а с остальных сторон его окружает пашня, используемая в настоящее время под многолетние травы. Для оценки содержания вредных веществ в почве закладывали четыре разреза на разной удаленности от отвала шлаков (№ 1 — 50 м, № 2 — 150 м, № 3 — 300 м, № 4 — 450 м) и проводили отбор проб на участках площадью 25 м² в трех-пяти точках по диагонали с глубины 0,25 м и отбор проб на загрязнение по генетическим горизонтам почвы. Взятие проб по почвенным горизонтам до глубины проникновения поллютантов более правильно, так как токсиканты в течение вегетационного периода и всего года мигрируют по профилю, подтягиваются вместе с водой к поверхности. Смешанный образец составляли не менее чем из 15 индивидуальных образцов, размещенных равномерно на ключевой площадке. Почва: серая лесная среднemosная среднегумусная грунтово-глеявая среднесуглинистая на лессовидных суглинках.

Для определения содержания тяжелых металлов в почве отбирали почвенные пробы из слоев: 0—20 см, 20—30 см, 30—40 см, 40—50 см, 50—60 см, 60—

70 см по 1 кг. Кроме этого, отбирали индивидуальный смешанный образец для анализа 1 кг из слоя 0—20 см в пятикратной повторности. Пробные площадки закладывались в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02.84.

Химический анализ почв выполнен по следующим ингредиентам: реакция почвенной среды (рН), валовые и подвижные формы тяжелых металлов (свинец, медь, никель, цинк, кобальт, кадмий). Накопление тяжелых металлов в почве и растениях определяли атомно-абсорбционным, пламенно-фотометрическим методом по методикам Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья (ВИМС, 1978) и Е.В. Аринушкиной (1970), механический анализ почвы методом Н.А. Качинского (И.С. Кауричев, 1980, гумус (ГОСТ 26213-91), рН по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), сумма поглощенных оснований (ГОСТ 26207-91), подвижные формы фосфора и калия (ГОСТ 26207-91), гидролитическая кислотность (ГОСТ 26212-91), математическая обработка данных по методу Б.А. Доспехова (1979).

Интенсивность миграции и аккумуляции веществ в почвенном профиле во многом зависит от гранулометрического состава почвы. Поскольку почва как полудисперсная система состоит из частиц разной величины, энергия поглощения будет определяться величиной поверхностной энергии почвенных частиц, при этом чем меньше размер частицы, тем больше поверхностная энергия, тем выше способность частиц к поглощению.

Как видно из данных гранулометрического состава исследуемых серых лесных почв, распределение механических элементов в почвенном профиле свидетельствует о развитии элювиально-иллювиального типа распределения веществ. Во всех почвах изучаемых объектов распределение илистой фракции < 0,001 мм и частиц физической глины < 0,01 мм происходит следующим образом: вынос ила в нижние, иллювиальные горизонты почвы и накопление в верхних горизонтах частиц крупнее 0,01 мм.

Интерес представляют особенности распределения и содержания механических элементов в профиле почвы в непосредственной близости от источника загрязнения. Исследованиями установлено увеличение в содержании частиц крупной пыли в слое 0—10 см, количество которых достигало 70,4%. Это свидетельствует о включении в почвенный профиль механических частиц алюминиевых отсеков шлакового отвала, которые попадают на поверхность почвы с ветровыми потоками, дождевыми и тальными водами.

При удалении от источника загрязнения количество частиц крупной пыли и характер их распределения практически не изменяется по объектам исследования как в поверхностных горизонтах, так и в профиле почвы.

Интенсивность накопления и миграции тяжелых металлов в профиле серых лесных почв зависит от количества частиц физической глины и илистой фракции и характера их распределения. Развитие элювиально-иллювиального типа распределения веществ и включение твердых частиц отсеков солевого алюминиевого шлака в почвенную массу создают условия для проявления специфических признаков в составе и свойствах формируемых почв.

Серые лесные почвы, расположенные вблизи шлакового отвала, характеризуются средне- и сильноокислой средой по всему профилю (рН 4,3—4,5). Содержание подвижных форм фосфора очень низкое — 4,5 мг, обменного калия высокое — 12,9—42,5 мг на 100 г почвы, гумусированность почвы на глубине 0—30 см составляла 2,01—2,8%.

При удалении от источника загрязнения (разрезы 2, 3, 4) отмечается изменение реакции почвенной среды до слабоокислой и близкой к нейтральной — рН 5,4—6,0, увеличение суммы обменных оснований с 8,0 до 24,0 мг-экв/100 г почвы и степени насыщенности основаниями от 81,6 до 94,8%, снижение величины гидролитической кислотности. На расстоянии 150—450 м от отвала в серых лесных почвах наблюдается увеличение подвижных форм фосфора до 14,8—24,7 мг, количество обменного калия остается таким же высоким 20,0—50,0 мг на 100 г почвы.

Аккумуляция тяжелых металлов и их распределение по профилю почв зависит от интенсивности миграции веществ в почвенном профиле и свойств почв.

Исследования показали, что шлаковый отвал солевых алюминиевых отсеков является основным источником поступления тяжелых металлов в почвы. Так, валовое содержание свинца изменялось от 18,0 до 35,0 мг/кг в поверхностном горизонте почвы (2—12 см), при этом чем ближе объект к источнику загрязнения, тем выше количество свинца. С глубиной содержание свинца в почве снижалось. Количество валовой меди было высоким в слое почвы — 0—12 см и достигало 44,0—165,0 мг/кг, содержание цинка изменялось в зависимости от удаленности от отвала от 72,0—74,0 мг/кг в почвах на территории в непосредственной близости к отвалу до 57,0 мг/кг на расстоянии 150—450 м от источника загрязнения, с глубиной в профиле почвы количество тяжелых металлов снижалось. Наиболее четкая взаимосвязь валового содержания тяжелых металлов и удаленности источника загрязнения наблюдалась в оценке количества никеля в почвах.

Характер распределения валовых форм металлов по профилю почвы подтверждает развитие элювиально-иллювиального типа почвообразования и миграцию их в таких формах как взвешенная форма с частицами более 0,001 мм, в истинно растворенной форме и коллоидной форме. Так, в непосредственной близости от источника загрязнения в условиях сильноокислой среды по всему профилю наблюдается энергичная миграция цинка, меди, свинца, никеля. Однако наибольшее содержание этих металлов отмечается в верхнем слое почвы 0—10 см разреза 1 (удаленность 50 м), для которого характерно накопление взвешенных частиц алюминиевых отсеков с фракцией крупной пыли.

Распределение исследуемых металлов в нижних горизонтах почвы подтверждается характером распределения почвенных частиц илстой фракции и гумусированностью почвы.

Оценить экологическую значимость тяжелых металлов можно по количеству подвижных форм тяжелых металлов в почвах. Количество подвижных форм меди, цинка, никеля, кобальта и свинца резко уменьшается в сравнении с валовым содержанием этих металлов в почвах. Так, в непосредственной близости к источнику загрязнения количество подвижных форм меди, цинка, свинца составляет

55,7—76,2% от валового содержания этих металлов. При большей удаленности от источника загрязнения не только уменьшается количество валовых форм указанных металлов, но и резко снижается их подвижность. Из этого следует, что почвенные условия в непосредственной близости к отвалу способствуют переходу тяжелых металлов в подвижные формы, что представляет экологическую опасность для животных и человека.

Проведенный химический анализ воды, накапливающейся в траншее вокруг шлакового отвала, показал, что содержание марганца, натрия, аммиака, хлоридов, нитратов, нитритов, а также микробиологические показатели превышают предельно допустимые концентрации для таких соединений в поверхностных водоемах.

Биологическая форма миграции веществ обусловлена избирательной поглощательной способностью живых организмов, процессами трансформации извлекаемых (поглощаемых) элементов в результате сложных биохимических процессов. Она оказывает огромное влияние на различные формы абиотической миграции. Более того, формы миграции в водных растворах во многом обусловлены воздействием живых организмов, продуктов их жизнедеятельности и трансформации органических остатков на минеральные компоненты почвы.

Флора территории, прилегающей к шлаковому отвалу «Думчино» Мценского района, характеризуется бедностью представителей семейств бобовых, здесь доминируют злаки, особенно пырей ползучий. Выявлены острые и хронические поражения древесных и травянистых растений токсикантами. В растительных сообществах у видов установлено ускорение или замедление фаз.

Уровень содержания тяжелых металлов в растениях в непосредственной близости сильно превышал МДУ по всем тяжелым металлам, кроме меди. Максимальные концентрации в растениях были выявлены для следующих элементов: для цинка превышение составило у пырея ползучего в 1,3 раза; для свинца у пырея ползучего в 1,6 раза; для кадмия 1,5 раза у пастушьей сумки, у подорожника в 1,1 раза, у пырея ползучего в 1,1 раза; для никеля у пырея ползучего в 2,6 раза, у подорожника 1,6 раза, у тысячелистника и пастушьей сумки равное МДУ.

Сравнительный анализ показал, что на всей территории Думчинского отвала наблюдается превышение тяжелых металлов по всем видам исследуемых растений.

В качестве видов-индикаторов могут быть использованы пырей ползучий, тысячелистник обыкновенный (относительно устойчивые виды), подорожник большой (чувствительный вид).

Таким образом, анализ экологического состояния экосистем на территории шлакового отвала п. Б. Думчино показал, что основным фактором деградации почв является воздействие химических соединений, содержащихся в шлаковых отсевах и обладающих разной способностью к миграции и аккумуляции в природных объектах, а также изменение гравитационного и гидрологического режима территории под действием большой массы скопления шлаковых отходов.

Металлы, поступающие в атмосферу в виде аэрозолей от автотранспорта и промышленных предприятий, пыли от шлаковых отвалов, вызывают повышен-

ный уровень заболеваний органов эндокринной системы, болезни крови, органов дыхания, вызывают развитие врожденных аномалий у детей, осложненное течение беременности и родов у женщин, болезни кожи, злокачественные новообразования.

В зонах экологического риска исследуемого района болезни дыхательной системы встречаются 1,2—1,5 раза чаще, чем в среднем по Орловской области и России, заболеваемость кроветворных органов превышает аналогичный средне-российский показатель. Наиболее часто из желез внутренней секреции поражается щитовидная железа. Это важная эколого-медицинская проблема, обусловленная недостатком йода во внешней среде и радиоактивным загрязнением территории. При этом преимущественно поражаются дети и подростки. Так, за период 2005—2007 гг. в 2,9 раза возросла заболеваемость эндокринной системы подростков. Заболеваемость подростков в группе болезней нервной и костно-мышечной систем увеличилась в 1,2 раза, болезни крови и кроветворных органов увеличились в 1,8 раза.

Состояние окружающей среды, в частности атмосферного воздуха, отразилось на уровне аллергических заболеваний у детей.

Экстремальные антропогенные воздействия на среду обитания в сочетании с природными факторами требуют от работы всех систем организма большого напряжения, чтобы обеспечить нормальное его функционирование. Это вызывает необходимость проведения профилактических мероприятий, направленных на ослабление неблагоприятного воздействия окружающей среды исследуемых объектов на человека. Их следует объединить в три группы:

- мероприятия, улучшающие качество среды обитания;
- меры, направленные на укрепление здоровья и организацию здорового образа жизни;
- проведение комплексного медико-экологического мониторинга контроля состояния окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. — Л.: Агропромиздат, 1987.
- [2] Ильин В.Б., Н.Л. Байдина, Конарбаева Г.А. Содержание тяжелых металлов в почвах и растениях //Агрехимия. — 2000. — № 1. — С. 66—73.
- [3] Кауричев И.С., Савич В.И., Степанова Л.П. Геохимическая характеристика ландшафтов. — Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2004.
- [4] Кузнецов М.Н. Экологические последствия загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами в зонах техногенного воздействия (на примере Думчинского отвала): Автореф. дисс. ... канд. сельскохоз. наук. — Орел, 2000.
- [5] Савич В.И., Парахин Н.В., Сычев В.Г., Степанова Л.П. и др. Почвенная экология. — Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2002.
- [6] Зуевский В.П., Гиновкер А.Г., Павловская В.С. Экология человека. — Томск, 2002.
- [7] Вронский В.А. Окружающая среда и здоровье населения урбанизированных территорий // География и природные ресурсы. — 2003. — № 3.

**THE INFLUENCE OF THE SALINE ALUMINUM SLAG
WASTE ON THE FOREST GRAY SOIL ECOLOGICAL
STATE AND POPULATION HEALTH**
**(by the example of the slag damp territory of the Mtsensk
aluminum founding plant, B. Dumchino village,
Mtsenskiy rayon, Orel region)**

L.P. Stepanova

¹ The Faculty of Agrobusiness and Ecology
The Orel State Agrarian University
Generala Rodina str., 69, Orel, Russia, 302019

E.V. Yakovleva

² The Faculty of Agrotechnik and Energy Supply
The Orel State Agrarian University
Generala Rodina str., 69, Orel, Russia, 302019

A.I. Mishkin

³ The Faculty of Liberal Arts
The Orel State Agrarian University
Generala Rodina str., 69, Orel, Russia, 302019

A.I. Yashin

⁴ The Faculty of Agrobusiness and Ecology
The Orel State Agrarian University
Generala Rodina str., 69, Orel, Russia, 302019

Population health is a sensitive index of the ecological state and serves as the main biological indicator in the sphere of medical-ecological monitoring.

Key words: monitoring soil, heavy metals, disease of teenagers, heap of rocks, ecological danger.