

УДК 631.416.7

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ ОПЫТНОГО ПОЛЯ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Ю.В.Афанасьева 2 курс, агрономический факультет  
Научный руководитель: А.Х. Куликова, д.с.-х.н., профессор  
ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА»*

Из большого числа разнообразных веществ, поступающих в окружающую среду из антропогенных источников, особое место занимают тяжелые металлы (ТМ), к которым относятся редкие (рассеянные, следовые) элементы (металлы), как выполняющие определенные функции в организме, так и не имеющие таковых с атомной массой более 50 а.е.м., находящиеся в экзогенных концентрациях в объектах окружающей среды (почва, вода, атмосфера, организмы). Ртуть, свинец, кадмий являются наиболее опасными загрязнителями окружающей среды.

В агроландшафтах наиболее распространены: цинк, свинец, ртуть, кадмий, хром. Размеры поступления ТМ в агроландшафт определяются характером человеческой деятельности. Загрязнение окружающей среды ТМ вызывает тревогу, потому что оно многопланово: снижается продуктивность растений, нарушаются естественно сложившиеся фитоценозы, идет деструкция ассимиляционного потенциала фитомассы, ухудшается качество среды обитания человека, включая качество продукции и продуктов питания. Несмотря на высокое качество получаемой растениеводческой продукции (белок, жиры, углеводы, витамины) растения могут накапливать ТМ в концентрациях, опасных для человека и животных, без каких-либо признаков отравления и патологических изменений. Однако активное вмешательство человека в природные циклы элементов привело к тому, что вызвало нарушение их циркуляции в биологическом и геологическом круговоротах и аккумуляцию в активных звеньях циклов (Соколов О.А., Черников В.А., 1999).

Все основные циклы миграции ТМ в биосфере начинаются в почве, именно в ней происходит мобилизация металлов в миграционных формах. В связи с этим почва (ее тонкодисперсные частицы, органическое вещество, реакция почвенного раствора) важнейший фактор, регулирующий поступление ТМ в растения. В тоже время ТМ, аккумулируясь в почвенном покрове, очень медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии, дефляции. Период полувыведения их из почвенного профиля составляет довольно длительный промежуток времени. Так, период полувыведения Zn варьирует от 70 до 510 лет, Cd– от 13 до 1100, Cu– от 310 до 1500, Pb– от 740 до 5900 лет.

Поскольку почва – основное средство сельскохозяйственного производства, накопление в ней избыточных концентраций ТМ представляет прямую угрозу экологической безопасности получаемой продукции. Последнее обуславливает безусловную необходимость мониторинга содержания ТМ в почвенном покрове и разработки мер как по предотвращению поступления данных элементов в почву, так и снижению токсичности уже имеющихся концентраций метал-

лов.

Несмотря на ряд закономерностей и свойств, объединяющих поведение ТМ в системе почва–растение, тем не менее выявлен целый комплекс отличительных и специфических особенностей их включения в пищевые цепи, воздействия на организм человека и животных. Поэтому рассмотрим эти особенности в поведении каждого элемента отдельно.

**Кадмий.** Содержание кадмия в почвах невелико и, например, в черноземах в среднем составляет  $1 \cdot 10^{-5}\%$ , что на порядок меньше, чем в растениях. Основным источником загрязнения почв данным элементом являются промышленные выбросы, сточные воды и выбросы автотранспорта. Значительная часть его может поступать в почву с фосфорными удобрениями и известковыми материалами (0,1–170 мг/кг).

Кадмий обладает мутагенным и канцерогенным свойствами и представляет генетическую опасность. Допустимое поступление его в организм человека составляет 490 мг в неделю и, по мнению ученых, его поступление с продуктами питания во всем мире приближается к предельнодопустимым концентрациям. Кадмий обладает фитотоксичностью, в 20 раз превышающей свинец.

Исходные формы кадмия (также как и цинка), выпадающие на поверхность почвы, переходят в более подвижные формы и слабее закрепляются гумусовыми веществами. В связи с этим он более доступен растениям, причем при любых значениях pH. Высокая усвояемость кадмия растениями определяет общую закономерность: чем больше его в почве, тем больше его в растениях.

**Свинец.** Среднее содержание его в почве колеблется от  $0,37 \cdot 10^{-3}$  до  $4,3 \cdot 10^{-3}\%$ . Источники поступления свинца: выбросы металлургических заводов, автомобильный транспорт, осадки коммунальных и промышленных сточных вод (50–3000 мг/кг), пестициды (50–60 мг/кг), известковые материалы (20–1250 мг/кг), фосфорные удобрения (7–225 мг/кг) (Черников В.А. и др., 2000). За последние 30–40 лет кларк свинца в почве возрос на порядок вследствие мощного его поступления в окружающую среду. Неорганический свинец хорошо закрепляется в почве, прочно фиксируясь в устойчивых соединениях с гумусовыми кислотами. Органический свинец, поставляемый автотранспортом, быстро переходит в подвижные формы и мигрирует в нижележащие слои почвы. Поступление элемента в растения зависит от формы его нахождения в почве: неорганический свинец слабее усваивается растениями, чем органический.

По токсичности свинец относится к высокоопасному классу. Избыток его в крови человека подавляет центральную нервную систему, деятельность мозга, почек и мышц. Для человека токсичными считаются суточные дозы свинца свыше 0,35 мг.

**Цинк.** На примере цинка четко проявляется двойственная роль тяжелых металлов. С одной стороны, он абсолютно необходим всем живыми организмами, так как входит в состав ферментов, обуславливающих и регулирующих жизненные процессы, принимает участие в биосинтезе РНК и хлорофилла, участвует в углеводном и фосфатном обмене. С другой стороны, он высокотоксичен и летальная доза его накопления для человека составляет 200 мг на 1 кг веса. Считается, что влияние высоких концентраций цинка проявляется в синергическом действии, усиливая эффект других загрязнителей (например, кадмия).

Содержание цинка в почвах составляет  $5 \cdot 10^{-3}\%$ . Источники его посту-

пления в почву: выбросы цветной и черной металлургии, сжигание топлива, осадки промышленных и коммунальных сточных вод, фосфорные удобрения (50-1450 мг/кг), известковые материалы (10–450 мг/кг).

Из всех тяжелых металлов цинк наиболее подвижный элемент и хорошо усваивается растениями. Следует отметить, если его содержание в почве менее 30 мг/кг, не обеспечивается накопление его необходимого количества растениями. В результате животные, поедающие несбалансированный по цинку корм, подвержены тяжелым заболеваниям.

**Медь.** Несмотря на то, что, являясь биогенным элементом, оказывает благотворное влияние на организм (усиливается прочность хлорофилло-белкового комплекса, повышается устойчивость растений к полеганию, способствует увеличению засухо-, морозо-, жароустойчивости растений и тд.), относится ко второй группе по опасности, так как все соли меди токсичны (в целом для растений в 2 раза токсичнее чем цинк). Содержание подвижных форм меди в черноземе выщелоченном опытного поля находится на уровне ПДК. Последнее обуславливает необходимость контроля за качеством продукции сельскохозяйственных культур по содержанию данного элемента. Это же касается и кадмия, содержание подвижных форм которого находится на уровне ПДК.

Учитывая вышесказанное, рассмотрим содержание тяжелых металлов в черноземе выщелоченном опытного поля Ульяновской ГСХА (таблица).

**Содержание тяжелых металлов в почве опытного поля  
Ульяновской ГСХА, мг/кг**

Элемент	Валовое содержание	Подвижная форма	Предельно-допустимая концентрация (подвижная форма)
Zn	33,7	6,7	23
Cu	13,2	3,0	3,0
Pb	12,1	2,6	6,0
Cd	0,9	0,5*	0,5
Ni	21,0	2,8	40
Cr <sup>(+3)</sup>	12,4	1,9	6,0

\*-ОДК (ориентировочно допустимая концентрация)

Анализ данных таблицы показывает, что по ряду элементов (цинк, свинец, никель, хром) опасности загрязнения продукции, возделываемой на опытном поле УГСХА, нет, так как содержание их подвижных форм в пахотном слое почвы значительно ниже предельно-допустимых концентраций (ПДК).

Таким образом, проведенные исследования по изучению содержания тяжелых металлов в черноземе выщелоченном опытного поля УГСХА показали, что необходим мониторинг за содержанием в продукции сельскохозяйственных культур таких элементов, как кадмий и медь.

#### **Литература:**

1. Соколов О.А., Черников В.А. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Пушино, 1999. 164 с.
2. Черников В.А., Чекерес А.И. и др. Агроэкология. М.: Колос, 2000. 536 с.