

МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ «ПОЧВА – РАСТЕНИЕ – ЖИВОТНОЕ»

Г.А. ЛАРИОНОВ,

доктор биологических наук, профессор,

Е.П. ЦАРЕВА,

аспирант,

Н.В. ЩИПЦОВА,

ассистент, Чувашская ГСХА, Республика Чувашия

Ключевые слова: биологическая цепь, тяжелые металлы, осадки сточных вод, почва, токсичные элементы, морские свинки.

Экологическое состояние практически во всех регионах мира ухудшается. Во многом это вызвано антропогенными факторами и существенно отражается на безопасности сельскохозяйственной продукции. В связи с этим является актуальным изучение миграции токсичных элементов в системе почва – растение – животное.

Возрастающая потребность населения планеты в продуктах питания и ограниченность земельных ресурсов привели к интенсификации земледелия. Недостаточное внесение в почву органического вещества приводит к высокой степени минерализации гумуса – основного показателя плодородия [1]. Применение удобрений в научно-обоснованных технологических режимах не представляет опасности для природы, однако нарушение норм и технологических требований использования удобрений приводит к неблагоприятным экологическим последствиям. Одной из причин поступления тяжелых металлов (ТМ) в биологическую цепь является ненормированное использование осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрения [2].

Цель и методика исследований

Целью исследований является изучение влияния осадков сточных вод на миграцию тяжелых металлов в цепи почва – растение – животное.

Отбор, подготовка и анализ проб были проведены в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб», ГОСТ 17.4.4.02-84 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализов», а также в соответствии с «Методическими указаниями по агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий» и «Методическими указаниями по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами».

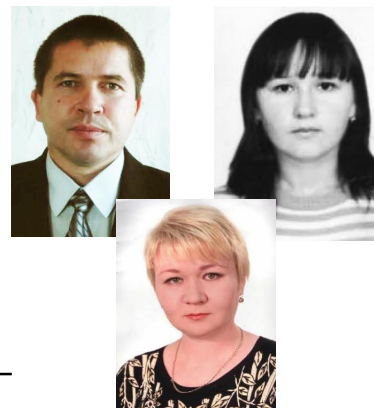
Содержание кадмия, свинца, меди и цинка в исследуемых пробах определяли атомно-абсорбционным методом на спектрометре «Квант-З.ЭТА-1» в соответствии с ГОСТ 30178-96 «Сырье и про-

дукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов» и МИ 2339-95 «Пробы почв и биологических объектов. Методика подготовки путем минерализации в аналитическом автоклаве НПФ «АНКОН-АТ-2», ртути – на анализаторе «Юлия» по ГОСТ 26927-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути», МУ 5178-90 «Методические указания по обнаружению и определению общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции», мышьяка – колориметрическим методом на приборе КФК-3 по ГОСТ 26929-86 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов» и ГОСТ 26930-86 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка».

Результаты исследований

Для проведения полевых опытов по внесению в почву в качестве удобрения использовали ОСВ биологического очистного сооружения г. Новочебоксарск Республики Чувашия (РЧ), находящегося на захоронении в иловых площадках с 1997 года, влажностью 44,5% в дозах 30, 60, 120 и 240 т/га. Опытными полями служили серые лесные почвы Чебоксарского района РЧ. Отбор проб почвы на содержание тяжелых металлов проводили перед посевом. Содержание тяжелых металлов в опытных деланках сравнивали с контролем. Установили, что содержание меди, цинка и свинца с увеличением дозы внесения ОСВ в опытных почвах увеличиваются в 2-3 раза, содержание кадмия – в 1,5 раза. При этом превышений ориентировочно-допустимых концентраций ТМ в почве не установили. На опытных почвах посеяли морковь Лосиноостровская 13 и столовую свеклу Бордо 237. Полученный урожай исследовали на содержание меди, цинка, кадмия, свинца, ртути и установили увеличение содержания ТМ в 1,3-2,4 раза в корнеплодах с повышением дозы внесения ОСВ. Однако превышений предельно-допустимых концентраций (ПДК) ТМ в корнеплодах моркови и столовой свеклы не выявили.

Для изучения миграции и накопле-



ния тяжелых металлов в мышечной ткани, печени и почках животных по принципу аналогов сформировали пять групп морских свинок по пять голов. Рацион кормления животных по корнеплодам в течение 90 дней на 100% содержал корма (морковь Лосиноостровская 13 и столовая свекла Бордо 237), выращенные на опытных деланках.

Первая группа животных служила контролем. Их рацион содержал корма, выращенные на опытных деланках без внесения ОСВ. Рационы второй, третьей, четвертой и пятой групп животных содержали корма, выращенные с использованием ОСВ в дозах 30, 60, 120 и 240 т/га соответственно. Для исследования мышечной ткани, печени и почек на содержание ТМ по истечении срока опыта провели убой морских свинок. При этом установили, что накопление токсичных элементов (ТЭ) в органах и мышечной ткани происходит неравномерно (табл.).

В среднем содержание кадмия в мышечной ткани составляет $0,048 \pm 0,006$ при ПДК $0,05$ мг/кг, в печени – $0,340 \pm 0,045$ при ПДК $0,3$ мг/кг, в почках – $1,130 \pm 0,043$ при ПДК $1,0$ мг/кг. Полученные результаты показывают, что тяжелый металл кадмий больше всего накапливается в почках и печени и превышает ДУ содержания в 1,13 раза.

Содержание свинца в органах и мышечной ткани опытных морских свинок пятой группы максимальное, так как в рацион этих животных включали корма, выращенные с максимальным внесением ОСВ в качестве удобрения, что ярко выражено по содержанию кадмия, ртути и мышьяка.

Максимальное содержание ртути ($0,004 \pm 0,001$ при ДУ $0,03$ мг/кг) установили в мышечной ткани, печени, почках опытных животных пятой группы.

Содержание меди в мышечной ткани животных опытных групп составляет $1,932 \pm 0,211$ при ДУ $5,0$ мг/кг, в печени и почках – $7,988 \pm 0,208$ и $7,823 \pm 0,401$ мг/кг соответственно при ДУ $20,0$ мг/кг, то есть содержание в 2,5 раза ниже ДУ.

Содержание цинка в мышечной тка-

Biology chain, heavy metals, sewage sludge, soil, toxic elements, guinea pigs.

Таблица
Содержание токсичных элементов в мышечной ткани и органах животных, мг/кг

ТЭ	Мышечная ткань					
	ДУ	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Cd	0,05	0,035±0,002	0,040±0,002	0,039±0,001	0,050±0,002*	0,063±0,002*
Pb	0,5	0,038±0,003	0,057±0,003***	0,064±0,003*	0,100±0,003*	0,192±0,010**
Hq	0,03	0,001±0,002	0,001±0,0002	0,002±0,002	0,003±0,003*	0,004±0,0003*
Cu	5,0	1,658±0,148	2,184±0,168	2,194±0,115	1,308±0,092*	2,042±0,070*
Zn	70,0	39,784±1,49	39,829±0,582	41,559±1,33	32,069±1,55*	22,476±0,898*
As	0,1	0,010±0,004	0,013±0,004	0,014±0,002	0,023±0,002*	0,032±0,003*
ТЭ	Печень					
	ДУ	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Cd	0,3	0,208±0,007	0,216±0,011	0,332±0,013*	0,388±0,010*	0,422±0,015*
Pb	0,6	0,115±0,006	0,070±0,006	0,115±0,007	0,191±0,009	0,340±0,017
Hq	0,1	0,001±0,0002	0,001±0,0002	0,002±0,0002*	0,003±0,0002*	0,004±0,0002*
Cu	20,0	9,563±0,532	7,801±0,145	8,944±0,346	6,983±0,091*	8,424±0,334
Zn	100,0	52,183±1,769	53,509±2,239	60,964±0,785**	84,348±4,986**	99,819±2,456
As	1,0	0,150±0,001	0,152±0,002	0,147±0,018	0,175±0,004	0,217±0,016
ТЭ	Почки					
	ДУ	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Cd	1,0	0,801±0,035	0,899±0,011*	1,014±0,020*	1,269±0,020*	1,326±0,040*
Pb	1,0	0,378±0,020	0,387±0,010	0,419±0,011	0,487±0,011*	0,585±0,010*
Hq	0,2	0,001±0,0002	0,001±0,0002	0,002±0,0002	0,002±0,0002	0,004±0,0002*
Cu	20,0	8,088±0,242	7,139±0,274*	8,945±0,136*	7,374±0,406	7,833±0,159
Zn	100,0	39,033±1,255	36,193±0,842	42,433±1,516	100,82±1,329*	87,636±1,650*
As	1,0	0,100±0,005	0,101±0,003	0,101±0,005	0,210±0,010*	0,199±0,005*

* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001.

Литература

1. Васильев О. А. и др. Современный этап развития ноосферы: научно обоснованный возврат в биологический круговорот органического вещества и химических элементов осадков городских сточных вод. Чебоксары : Изд-во ФГОУ ВПО Чувашская ГСХА, 2005. С. 5-6.
2. Гостищев Д. П., Пилюгин В. А. Экологически безопасные технологии внесения ОСВ на орошаемых почвах при возделывании кормовых культур // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы с.-х. производства. Рязан. гос. с.-х. акад, Рязань, 2003. Вып. 7. Ч. 1. С. 77-80.

ни, печени и почках опытных животных составляет 33,983±4,356; 74,660±10,653; 66,771±16,130 мг/кг соответственно. Превышений ДУ в мышечной ткани и печени не установили, но в почках животных четвертой группы накопление цинка достигло 100,82±1,329 при ДУ 100 мг/кг.

Концентрация токсичного элемента мышьяка составляет 0,020±0,004; 0,172±0,016; 0,153±0,030 мг/кг соответственно в мышечной ткани, печени и почках, что в 5,0-6,5 раза ниже ДУ.

Выводы. Рекомендации

1. Установили, что с увеличением дозы внесения осадков сточных вод в качестве удобрения концентрация токсичных элементов в почве возрастает. Миграция токсичных элементов в растения также зависит от количества внесенных осадков сточных вод в почву.

2. Накопление тяжелых металлов в мышечной ткани и органах животных происходит неравномерно. Максимальное их содержание выявили в печени и почках.

Рекомендуется разовое внесение осадков сточных вод в качестве удобрения для выращивания кормовых культур в строгих научно обоснованных дозах.