

К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПОЧВЕННО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И РАСТЕНИЙ В РАЙОНАХ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В статье представлены результаты исследований влияния радиоактивного загрязнения на динамику некоторых экологических показателей почвы и растений в районах с разным уровнем радиационного загрязнения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экологическая оценка, почвенно-воздушная среда, уровень радиационного загрязнения.

¹канд. с.-х. наук, доц., Госуниверситет-УНПК, г. Орел, Россия;
e-mail: bgdgtu@mail.ru

²ст. преподаватель, Госуниверситет-УНПК, г. Орел, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Радиоактивное загрязнение окружающей среды обусловлено в основном авариями на атомных электростанциях. Несмотря на то, что

с момента аварии на Чернобыльской АЭС прошло без малого 30 лет, сохраняется высокий уровень загрязненности почвы в районах выпадения радиоактивных осадков. В настоящее время основным показателем радиоактивного загрязнения среды является ¹³⁷Cs. Известно, что влияние повышенного уровня радиации на живые организмы может носить как стимулирующий, ингибирующий, так и аддитивный характер [1]. Кроме радиоактивных элементов, постоянным стрессирующим фактором для окружающей среды являются химические средства защиты растений. Современные крупные агрофирмы постоянно их применяют для получения устойчивого и высокого урожая культур [2]. В литературе совершенно недостаточно данных об экологической оценке почвы и растений в условиях комплексного загрязнения районов, подвергшихся влиянию радиоактивного загрязнения.

Цель настоящей работы состоит в изучении динамики некоторых экологических показателей почвы и растений в районах с разным уровнем радиационного загрязнения.

МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами наблюдений выбраны темперные участки на серых почвах суглинистого механического состава. Уровень активности ¹³⁷Cs в среднем составляет на участке № 1 – 900 Бк/кг и участок № 2 – 3500 Бк/кг. В качестве тест-растений послужили культуры, относящиеся к разным видам: фасоль (сорт) и рапс (сорт). В работе приведены данные за годы, характеризующиеся контрастными погодными условиями: 2010 год – вегетационный период засушливый, экстремально высокая средняя температура воздуха (20,1 °С), среднемесячное количество атмосферных осадков за вегетационный период составило 64,9 мм; 2011 год – с типичными показателями температуры и количества осадков.

В качестве экологических показателей почвы приняты удельная активность ¹³⁷Cs, количество его подвижных (кислоторастворимых)

форм и коэффициент подвижности. Для растений определены биомасса, активность ^{137}Cs и коэффициент накопления. Методы исследований – общепринятые.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные исследования показали, что уровень радиации воздуха в районе расположения участка № 1 составил в среднем 0,030 мр/час, участка № 2 – 0,061 мр/ч. Кроме этого в воздухе определяются следующие газы: диоксид углерода – 1,12-3,02 кг/га, цианистый водород – 0,05-0,15 мг/м³, сероуглерод – 0,53-4,53 мг/м³ и фосген – 1,13-9,20 мг/м³. Последний является продуктом распада хлорсодержащих соединений [3]. Проведенные исследования показали, что основным источником фосгена (COCl_2) являются остаточные количества изомеров ГХЦГ, суммарное количество которых составляет 0,005 мг/кг. Основная доля изомеров – 80%, представлена δ -ГХЦГ. Внесение современных хлорсодержащих пестицидов, лонтрела ($\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_2\text{NO}_2$) и шарпея ($\text{C}_{22}\text{H}_{19}\text{Cl}_2\text{NO}_3$), приводит к дополнительному накоплению хлорсодержащих газов в атмосфере. На участке № 2, с активностью ^{137}Cs в почве, равной 3500 Бк/кг, по сравнению с участком № 1 с активностью ^{137}Cs в почве, равной 900 Бк/кг, наблюдается незначительное, но достоверное ($p < 5\%$) увеличение концентрации выделяющегося фосгена. По нашему мнению, это происходит в результате дегради-

рующего действия более интенсивного радиоактивного излучения на этом участке.

Поглощение ^{137}Cs из почвы подчиняется известной закономерности: плоды < вегетативные органы < корни. Интенсивность поглощения ^{137}Cs растениями увеличивается в более влажный период по сравнению с засушливым. На участках с высоким уровнем радиации (выше 3000 Бк/кг), возрастает роль вегетативных органов и корневой системы в поглощении ^{137}Cs [4].

Удельная активность ^{137}Cs в почве может сильно колебаться. По нашим наблюдениям, на участке № 1 она составила в 2010 году в среднем 730 Бк/кг, в 2011 году – 1411 Бк/кг; на участке № 2, соответственно, – 2900; 4500 Бк/кг. Такие изменения объяснить пока не представляется возможным. В то же время, изменения в концентрации подвижных форм ^{137}Cs объясняются известной зависимостью от влажности почвы [5].

Данные, приведенные в табл. 1, показывают, что количество подвижных радионуклидов в почве, независимо от валового их содержания и вида культур, увеличивается в период с более высоким количеством осадков.

На участке № 1 это увеличение составило 2,9 раза, на участке № 2 – 2,1 раза. Значения коэффициента подвижности во всех вариантах увеличиваются на одну величину – 0,06 ед. На всех участках отмечается тенденция увеличения активно-

Таблица 1 – Подвижные формы ^{137}Cs , Бк/кг

Культура	Участок № 1/период		Участок № 2/период	
	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
Фасоль	95,1/0,13	271,1/0,19	538,6/0,18	1125,5/0,25
Рапс	87,2/0,12	251,4/0,18	487,0/0,17	1013,1/0,23

Примечание: в знаменателе значения коэффициента подвижности

сти радионуклида в почве под фасолью. Вероятно, это обусловлено более выраженной способностью корневой системой фасоли высвобождать ^{137}Cs , как и другие химические элементы из почвенного поглощающего комплекса. Анализ приведенных данных показал также, что существует зависимость количества подвижных форм ^{137}Cs от общего содержания его в почве. Так, в 2010 году на участке № 2 количество подвижного цезия больше, чем на участке № 1 в 5,6 раз, в 2011 году – в 4,1 раза. Коэффициент корреляции составил 0,99.

Разные уровни радиационного загрязнения отразились на экологических показателях растений. Значения биомассы приведены в табл. 2.

Сопоставление величины биомассы растений по годам показало, что ее значение колеблется на участке № 1 от 2,9 до 4,1 кг/м², на участке № 2 – от 3,8 до 5,1 кг/м². Максимальное количество определяется в 2011 году. Основную долю (80-90%) составляют вегетативные органы. Наиболее отзывчивыми на увеличение осадков в 2011 году оказались семена и корни, их количество возросло в среднем в 2,6-3,4

раза. Отмечается увеличение биомассы при более высокой радиоактивности. Данные, представленные в табл. 2, показывают, что на участке № 2 по сравнению с участком № 1 увеличение биомассы культур составило: в 2010 году 8-28%, в 2011 году – 19-24%. Наименьшие значения характерны для рапса. У фасоли наиболее отзывчивы семена и вегетативные органы, у рапса – семена и корни.

Поглощение растениями ^{137}Cs из почвы подчиняется известной закономерности: плоды < стебли < корни. Во влажный 2011 год активность радионуклида в органах выше, чем в более засушливый 2010 год (табл. 3).

Анализ полученных данных показал, что на участке № 1 в плодах рапса концентрация цезия почти в 3 раза выше, чем в плодах фасоли. При увеличении влажности разница уменьшается за счет общего увеличения радиации в растениях. Во влажный период наибольшее увеличение ^{137}Cs наблюдается в семенах и вегетативных органах фасоли, соответственно, на 112,4% и на 130,9%. Для рапса наиболее значительное увеличение радионуклида

Таблица 2 – Показатели биомассы растений, г/м² и ее прироста на участке № 2

Культура/ органы	Показатель биомассы растений, г/м ²				Прирост биомассы на участке № 2, %	
	участок № 1		участок № 2			
	Фасоль					
	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
Биомасса					28	24
Корни	51	132	54	162	6	23
Семена	222	756	288	840	30	11
Вегетативные органы	2682	3249	3453	4116	29	27
Рапс						
Биомасса					8	19
Корни	279	402	306	450	10	12
Семена	462	561	537	660	16	18
Вегетативные органы	2217	2253	2349	2718	6	21

Таблица 3 – Значения активности ^{137}Cs в органах растений на участках

Бк/кг

Органы растений	Участок № 1		Участок № 2	
	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
	Фасоль			
Плоды	24,1/0,03	51,2/0,04	37,0/0,01	59,2/0,01
Вегетативные органы	104,5/0,14	241,3/0,17	157,4/0,05	345,7/0,08
Корни	391,6/0,54	481,3/0,34	265,6/0,09	742,1/0,17
	Рапс			
Плоды	69,1/0,09	91,8/0,07	79,1/0,03	100,4/0,02
Вегетативные органы	143,9/0,20	308,8/0,22	81,4/0,03	297,8/0,07
Корни	297,7/0,41	462,1/0,33	219,4/0,08	714,7/0,16

Примечание: в знаменателе значения коэффициента накопления, K_n

отмечается для вегетативных органов (на 114,6%) и корневой системы (55,2%).

На участке № 2 закономерности локализации ^{137}Cs в органах растений иные. Соответствующий расчет показал, что различие между уровнем радионуклида в семенах рапса и фасоли снижается и составляет в засушливый период 2,13.

Во влажный период эта разница, так же как и на участке № 1, меньше – 1,7 раз. По сравнению с засушливым годом значительно снизилось увеличение радионуклида в семенах фасоли, всего на 60%, увеличение в вегетативных органах незначительно отличается от участка № 1 и более чем в 2 раза увеличилось его содержание в корнях – на 179,4%. Это в 7,8 раз больше, чем увеличение ^{137}Cs на участке № 1.

Коэффициент накопления (K_n) меньше в органах растений, произрастающих на участке с высоким уровнем загрязнения почвы. В плодах и вегетативных органах с участка № 1 значения K_n во влажный период выше, чем в засушливый. В корнях закономерность обратная. На участке № 2 во всех органах и фасоли и рапса значения K_n увеличиваются во влажных услови-

ях. Возможно этот эффект объясняется адаптационной реакцией корневой системы на радиоактивное загрязнение почвы.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в районах с повышенным уровнем радиационного загрязнения в воздушной среде определяются не только радиоактивные элементы, но и хлористый водород, фосген – токсичные газобразные продукты распада хлорсодержащих пестицидов, как современных (лонтрела, шарпея), так и не применяемых ныне персистентных хлорорганических пестицидов. На участках с высоким уровнем активности ^{137}Cs интенсивность выделения газов из почвы возрастает. Отмечается увеличение биомассы изучаемых растений, особенно фасоли, на участке с более высоким уровнем радиации.

Список литературы

1. Тимофеев-Ресовский Н.В. Поведение радиоактивных изотопов в системе почва-раствор. – М.: Знание, 1966. – 233 с.
2. Черников В.А., Алексахин А.М., Голубев А.В. Агрэкология. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
3. Громова В.С. Некоторые закономерности образования токсичных

газообразных продуктов деградации пестицидов // Гигиена и санитария. – 1991. – № 8. – С. 35-38.

4. Клековкина Г.В. Радиоэкология. – Ижевск: Растро, 2004. – 257 с.

5. Громова В.С. Влияние повышенного уровня радиационного загрязнения

почвы на содержание в растениях ^{137}Cs и биогенных элементов // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – С. 42-44.

Поступила в редакцию 22.10.2013 г.

Pchelenok O.A., Kozlova N.M.
(State university-UNPK, Oryol)

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL- AIR ENVIRONMENT AND PLANTS IN AREAS WITH DIFFERENT LEVELS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

The given article presents the research results of radioactive contamination influence on the dynamics of some soil and plants environmental indicators in areas with different levels of radioactive contamination.

Key words: ecological assessment, soil and air environment, the level of radiation contamination.

УДК 622.271.3: 631.46

© 2013 Ащеулова А.В.¹, Зберовский А.В.²

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

Изучены физико-химические свойства плодородного слоя почвы долговременного хранения в буртах на карьерах. Установлено, что при длительном хранении эти почвы изменяют свои свойства, что необходимо учитывать при проведении работ горно-технической и биологической рекультивации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: плодородный слой почвы, бурт, карьер, рекультивация.

¹аспирант ДГТУ, г. Днепродзержинск, Украина: e-mail: alehka_88@mail.ru

²д-р техн. наук, проф., ДГТУ, г. Днепродзержинск, Украина:
e-mail: zberovskya@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

При добыче полезных ископаемых из земельного оборота неизбежно изымаются сельскохозяйственные и лесные угодья, соответственно возрастают и площади нарушенных земель. Для возвращения этих земель в народнохозяйственное использование проводятся рекультивационные работы. В процессе горнотехнической рекультивации на карьерах выпол-

няют снятие, хранение и возвращение плодородного слоя почвы на нарушенные территории. Рекомендованные сроки хранения снятого плодородного слоя почвы обычно составляют 1-3 года. Однако по разным причинам, на карьерах Украины можно встретить бурты заскладированного чернозёма со сроком хранения 10-20 и более лет [1, 2, 3].