

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ И ТОЛЩИНЫ ЗАГРЯЗНЕННОГО ^{137}Cs СЛОЯ ПОЧВЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ НАКОПЛЕНИЯ У РАСТЕНИЙА. Н. Берлизов¹, Д. М. Гродзинский², Н. М. Рашидов²,
В. В. Тришин¹, В. В. Бережная²¹ Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев² Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, Киев

Изучено влияние глубины расположения и толщины загрязненного ^{137}Cs слоя почвы на коэффициент накопления (Кн) у культурных растений – пшеницы (*Triticum aestivum* L.), ржи (*Secale cereale* L.), кукурузы (*Zea mais* L.), имеющих мочковатую корневую систему, а также гороха (*Pisum sativum* L.), фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) и сои (*Glycine max* (L.) Merr.), имеющих стержневую корневую систему. В контролируемых лабораторных условиях обнаружены значительные отличия в накоплении ^{137}Cs этими видами растений в зависимости от типа их корневой системы. Выявлено, что Кн у растений с мочковатыми корнями имеет большее значение, чем у растений со стержневыми корнями. При загрязнении верхнего (до 4 см) слоя почвы накопление ^{137}Cs надземной частью растений было максимальным. При удалении загрязненного слоя от поверхности почвы Кн уменьшается и достигает минимального значения для глубины 12 - 16 см. При увеличении толщины слоя загрязненной почвы с 4 до 16 см Кн возрастает в 1,9, 1,4, 3,0 и 1,0, 2,4, 1,2 раза для пшеницы, ржи, кукурузы и фасоли, гороха, сои соответственно. Полученные данные свидетельствуют о том, что тип корневой системы, глубина залегания и толщина загрязненного слоя почвы имеют определяющее значение для Кн у растений.

Введение

Несмотря на то, что после аварии на Чернобыльской АЭС прошло уже более 16 лет, распределение радиоактивности по вертикальному профилю почвы таково, что основной запас радионуклидов ($\approx 90\%$) сосредоточен в верхних слоях почвы (до 5 - 10 см). Это распределение радиоактивности зависит, главным образом, от типа почвы, биотических процессов и водного режима биогеоценоза. В зависимости от условий увлажнения выделяют автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные почвы. Вертикальная миграция ^{137}Cs в автоморфных почвах происходит очень медленно и основная часть радионуклидов в течение многих лет остается в верхнем 10 см слое. Очевидно, что накопление радионуклидов растениями, с одной стороны, зависит от уровня их содержания в доступной форме, с другой - от транспорта радионуклидов из почвенного раствора в клетки корня. Количество "горячих" частиц, являющихся источниками дополнительного поступления радионуклидов в почву, по профилю почвы изменяется от 70 - 80 % в верхнем (до 2 см) слое 1 - 3 % на глубине 6 - 8 см. Ниже 10 см "горячие" частицы практически не обнаруживаются [1].

Среди факторов, определяющих накопление радионуклидов в системе "почва – растение", как первом звене пищевой биологической цепи, включающей животных и человека, значительная роль принадлежит морфофизиологическим свойствам растительного организма, в частности особенностям корневой системы, осуществляющей поглощение почвенных ионов.

В мероприятиях по фитодезактивации загрязненных почв, при изучении биологической активности и доступности радионуклидов, а также при генетическом мониторинге окружающей среды растительными тест-системами необходимо определять величину Кн, которая рассчитывается как отношение удельной активности растений к удельной активности почвы. Известно, что для одного и того же вида растений и радионуклида величины Кн по данным разных авторов могут различаться более чем на три порядка. Выяснение причин варьирования Кн в широких пределах имеет важное значение для

изучения механизма перехода радионуклидов из почвы в растения. Например, как сообщают авторы [2], в дерново-подзолистых почвах Мозырско-Брагинско-Хойникского района, где максимальное содержание (до 90 %) ^{137}Cs сосредоточено в верхнем (до 5 см) слое почвы, расположение корней в почвенных горизонтах существенно сказывается на накоплении радионуклида растениями. В связи с этим использование величин биологической доступности радионуклидов, рассчитываемых на основе почвенных характеристик, позволяющих прогнозировать радиоактивное загрязнение растительности аграрных и природных экосистем, представляется перспективным [3, 4].

Целью данной работы было изучение влияния толщины и глубины залегания загрязненного радионуклидом ^{137}Cs слоя почвы на Кн для культурных растений – пшеницы (*Triticum aestivum* L.), ржи (*Secale cereale* L.), кукурузы (*Zea mais* L.) с мочковатой корневой системой и гороха (*Pisum sativum* L.), фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.), сои (*Glicine max* (L.) Merr.), имеющих стержневую форму корневой системы. Так как вышеуказанные растения отличаются строением корневой системы, определение радиоактивности надземной массы будет характеризовать удельную биологическую поглощающую способность и степень взаимодействия с почвой различных частей корней. Полученные данные позволят показать пределы варьирования Кн для бобовых и злаковых растений в контролируемых условиях экспериментов. Будут количественно охарактеризованы отличия в накоплении ^{137}Cs видами с различным типом строения корневых систем.

Методы исследования

Семена пшеницы сорта “Одесская-162”, гибрида кукурузы “Пролисок”, ржи сорта “Богуславка”, а также гороха сорта “Усатый”, фасоли сорта “Сахарная” и сои сорта “Слава” проращивали при искусственном освещении в термостате при температуре 28 °С в течение 2 сут. Затем проростки высаживали в почву для дальнейшего роста.

Массовое соотношение чернозема к песку в почве составляло 2 : 1. Эту же пропорцию выдерживали, когда использовали загрязненную радионуклидом ^{137}Cs почву. Удельные активности песка, а также чистой и загрязненной ^{137}Cs почв указаны в табл. 1.

Таблица 1. Удельные активности ^{137}Cs в песке, чистой и загрязненной почвах

Образец	Удельная активность, Бк/кг
Песок	50 ± 3
Почва (чернозем : песок = 2 : 1)	22 ± 2
Загрязненная почва (чернозем + песок + радионуклид ^{137}Cs)	$(2,00 \pm 0,10) \cdot 10^4$

Загрязненную радионуклидом ^{137}Cs почву толщиной 4 см размещали слоем на разных глубинах по схеме: 0 - 4, 4 - 8, 8 - 12, 12 - 16 см (табл. 2). Также создавали загрязненные радионуклидом ^{137}Cs слои почвы различной толщины: 4, 8, 12 и 16 см, начиная от поверхности почвы.

Для выращивания растений использовали цилиндрические полиэтиленовые сосуды объемом около 2 л, высотой 24 и диаметром 12 см. Масса почвы в сосудах составляла около $2,7 \pm 0,3$ кг. Растения поливали четырехкратно разбавленной питательной смесью Хогленда-Арнона для поддержания постоянного уровня калия в почве, поскольку известно, что высокое сродство иона цезия и его высокая транспортная активность обуславливают преимущественное накопление ^{137}Cs в растениях, выращенных в условиях дефицита калия. Благодаря ежедневному поливу в сосудах создавались условия влажности почвы, близкие к гидроморфной, у которой, как предполагается, скорость вертикальной диффузии радионуклидов имеет наибольшее значение.

Когда корни достигали дна сосуда, надземную часть растений срезали и подготавливали пробы для гамма-спектрометрии. Для этого растения промывались, измельчались,

Таблица 2. Схема опытов

№ образца	Толщина / глубина залегания загрязненного слоя почвы, см	Легенда
1	4 / 0	Слой почвы толщиной 4 см, загрязненный ^{137}Cs , расположен над "чистой" почвой
2	4 / 4	Слой почвы толщиной 4 см, загрязненный ^{137}Cs , расположен на глубине 4 см
3	4 / 8	Слой почвы толщиной 4 см, загрязненный радионуклидом ^{137}Cs , расположен на глубине 8 см
4	4 / 12	Слой почвы толщиной 4 см, загрязненный ^{137}Cs , расположен на глубине 12 см
5	–	"Чистая" почва, контроль
6	8 / 0	Слой почвы толщиной 8 см, загрязненный ^{137}Cs , расположен над "чистой" почвой
7	12 / 0	Слой почвы толщиной 12 см, загрязненный ^{137}Cs , расположен над "чистой" почвой
8	16 / 0	Слой почвы толщиной 16 см, загрязненный ^{137}Cs
9	–	Песок

просушивались до воздушно-сухого состояния, взвешивались и помещались в специальные пластиковые сосуды объемом 5 мл. Массы образцов находились в диапазоне 200 - 800 мг. Относительная погрешность определения массы образцов была менее 0,5 %.

Измерения проводились на гамма-спектрометре с детектором GEM-40195, относительной эффективностью 40 % и энергетическим разрешением 1,7 кэВ при энергии гамма-квантов 1,33 МэВ. Время измерения одного спектра в среднем составляло 50000 с. Скорость счета фоновых импульсов в пике 661,65 кэВ ^{137}Cs контролировалось между сериями измерений и составляло $(2,2 \pm 0,4) \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Калибровка спектрометра производилась с использованием синтетического стандартизованного материала (4,4 кБк/кг, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$). Разница плотностей стандартизованного материала и измеряемых образцов учитывалась введением поправочного коэффициента, который был определен расчетным путем. Относительная точность измерений с учетом статистической составляющей и возможных систематических ошибок в основном была меньше 12 % (1σ).

Коэффициент накопления радионуклидов для растений рассчитывали по формуле $K_n = C_{\text{раст.}}/m_{\text{раст.}} : C_{\text{почвы}}/m_{\text{почвы}}$, где C и m – активность (кБк) и масса (кг) образцов растений и загрязненного слоя почвы соответственно.

Математическую обработку данных проводили по общепринятой методике [5].

Результаты исследований

Радиоактивность надземной части и величины K_n для проростков пшеницы, ржи, кукурузы, фасоли, гороха и сои приведены в табл. 3 - 8. В таблицах также указаны физиологические показатели роста растений – средние величины и стандартные отклонения длины и воздушно-сухой массы надземной части проростков.

Радиоактивность надземной массы и K_n существенно отличаются для различных вариантов. При загрязнении верхнего слоя почвы 0 - 4 см накопление ^{137}Cs надземной частью растений является максимальным. При расположении загрязненного слоя почвы на удалении от поверхности переход радионуклида ^{137}Cs в надземную часть растений уменьшается и достигает минимального значения для глубины 12 – 16 см. А именно радиоактивность надземной массы уменьшается почти в 3,4, 13,7, 7,4, 29,0, 3,8 и 34,5 раза для пшеницы, ржи, кукурузы, фасоли, гороха и сои соответственно.

Таблица 3. Надземная масса, удельная радиоактивность надземной части и Кн для 29-дневных проростков пшеницы

Варианты	Средняя масса проростков, г	Активность по ^{137}Cs , кБк/кг	Кн по ^{137}Cs
1	0,075 ± 0,005	15,3 ± 0,8	0,77 ± 0,06
2	0,083 ± 0,008	7,4 ± 0,5	0,36 ± 0,03
3	0,083 ± 0,008	8,0 ± 0,6	0,40 ± 0,04
4	0,057 ± 0,006	4,6 ± 0,5	0,23 ± 0,03
5	0,058 ± 0,005	< 0,23	–
6	0,065 ± 0,006	20,5 ± 1,0	0,85 ± 0,06
7	0,062 ± 0,005	26,5 ± 1,5	1,47 ± 0,11
8	0,065 ± 0,007	28,1 ± 1,5	1,45 ± 0,11
9	0,086 ± 0,009	< 0,24	–

Таблица 4. Надземная масса, удельная радиоактивность надземной части и Кн для 33-дневных проростков ржи

Варианты	Средняя масса проростков, г	Активность по ^{137}Cs , кБк/кг	Кн по ^{137}Cs
1	0,032 ± 0,003	16,4 ± 0,8	0,82 ± 0,06
2	0,033 ± 0,004	10,5 ± 0,7	0,53 ± 0,05
3	0,034 ± 0,004	6,0 ± 0,4	0,30 ± 0,03
4	0,033 ± 0,003	1,1 ± 0,2	0,060 ± 0,011
5	0,026 ± 0,003	< 0,18	–
6	0,029 ± 0,003	21,1 ± 1,1	0,88 ± 0,06
7	0,033 ± 0,003	6,2 ± 0,3	0,340 ± 0,024
8	0,027 ± 0,003	22,7 ± 1,1	1,14 ± 0,08
9	0,040 ± 0,004	< 0,20	–

Таблица 5. Надземная масса, удельная радиоактивность надземной части и Кн для 25-дневных проростков кукурузы

Варианты	Средняя масса проростков, г	Активность по ^{137}Cs , кБк/кг	Кн по ^{137}Cs
1	0,062 ± 0,005	4,43 ± 0,23	0,220 ± 0,016
2	0,078 ± 0,008	1,34 ± 0,13	0,070 ± 0,008
3	0,085 ± 0,008	1,11 ± 0,13	0,060 ± 0,008
4	0,075 ± 0,006	0,58 ± 0,08	0,030 ± 0,005
5	0,101 ± 0,015	< 0,05	–
6	0,068 ± 0,006	6,00 ± 0,40	0,250 ± 0,021
7	0,051 ± 0,004	5,00 ± 0,30	0,280 ± 0,022
8	0,071 ± 0,006	13,0 ± 0,8	0,65 ± 0,05
9	0,052 ± 0,005	< 0,07	–

Таблица 6. Высота, надземная масса, удельная радиоактивность надземной части и Кн для 17-дневных проростков фасоли

Варианты	Средняя высота проростков, см	Средняя масса проростков, г	Активность по ^{137}Cs , кБк/кг	Кн по ^{137}Cs
1	36 ± 3	0,284 ± 0,015	5,80 ± 0,30	0,29 ± 0,021
2	36 ± 3	0,177 ± 0,016	0,86 ± 0,07	0,040 ± 0,004
3	35 ± 4	0,146 ± 0,018	0,48 ± 0,05	0,020 ± 0,003
4	30 ± 4	0,128 ± 0,013	0,15 ± 0,13	0,010 ± 0,009
5	26 ± 4	0,104 ± 0,010	< 0,07	–
6	41 ± 3	0,179 ± 0,016	6,70 ± 0,30	0,280 ± 0,019

Продолжение табл. 6.

Варианты	Средняя высота проростков, см	Средняя масса проростков, г	Активность по ^{137}Cs , кБк/кг	Кн по ^{137}Cs
7	20 ± 3	0,084 ± 0,010	2,90 ± 0,20	0,160 ± 0,014
8	36 ± 3	0,171 ± 0,017	5,00 ± 0,40	0,250 ± 0,024
9	26 ± 8	0,086 ± 0,009	< 0,08	-

Таблица 7. Высота, надземная масса, удельная радиоактивность надземной части и Кн для 41-дневных проростков гороха

Варианты	Средняя высота проростков, см	Средняя масса проростков, г	Активность по ^{137}Cs , кБк/кг	Кн по ^{137}Cs
1	26 ± 3	0,171 ± 0,015	6,0 ± 0,3	0,300 ± 0,021
2	29 ± 3	0,193 ± 0,018	7,1 ± 0,4	0,360 ± 0,027
3	24 ± 1	0,155 ± 0,008	2,2 ± 0,1	0,110 ± 0,007
4	25 ± 2	0,157 ± 0,016	1,5 ± 0,1	0,080 ± 0,007
5	23 ± 1	0,150 ± 0,015	< 0,5	-
6	28 ± 1	0,165 ± 0,016	13,5 ± 0,7	0,560 ± 0,040
7	19 ± 2	0,136 ± 0,015	9,4 ± 0,5	0,520 ± 0,038
8	24 ± 2	0,156 ± 0,017	14,8 ± 0,8	0,73 ± 0,05
9	18 ± 2	0,118 ± 0,019	< 0,54	-

Таблица 8. Высота, надземная масса, удельная радиоактивность надземной части и Кн для 30-дневных проростков сои

Варианты	Средняя высота проростков, см	Средняя масса проростков, г	Активность по ^{137}Cs , кБк/кг	Кн по ^{137}Cs
1	41 ± 5	0,084 ± 0,006	1,37 ± 0,12	0,069 ± 0,007
2	42 ± 4	0,077 ± 0,008	0,12 ± 0,03	0,0060 ± 0,002
3	42 ± 5	0,062 ± 0,006	0,13 ± 0,06	0,007 ± 0,004
4	40 ± 4	0,065 ± 0,006	< 0,04	-
5	42 ± 6	0,067 ± 0,005	< 0,04	-
6	36 ± 5	0,062 ± 0,006	1,32 ± 0,12	0,060 ± 0,006
7	42 ± 4	0,070 ± 0,005	1,2 ± 0,1	0,067 ± 0,007
8	41 ± 5	0,074 ± 0,007	1,7 ± 0,1	0,085 ± 0,007
9	41 ± 4	0,072 ± 0,007	< 0,02	-

При увеличении толщины загрязненного слоя наблюдается плавное увеличение накопления радионуклида ^{137}Cs надземной массой растений (варианты 1, 6 - 8, табл. 3 - 8). Исключение составляет вариант 7 для ржи и фасоли. Чтобы выяснить, не зависит ли Кн растений этого варианта, а также взятых для сравнения растений вариантов 6 и 8 от наличия в почве микроорганизмов, были проведены специальные анализы. Заражения патогенными грибами почв, используемых в этих вариантах, обнаружено не было, что позволило исключить влияние этого фактора. В связи с этим трудно дать адекватную интерпретацию данных табл. 4 и 6, относящихся к варианту 7.

Как видно из приведенных данных, при увеличении толщины загрязненной почвы от 4 до 16 см Кн меняется в 1,9, 1,4, 3,0 и 1,0, 2,4, 1,2 раза для пшеницы, ржи, кукурузы и фасоли, гороха, сои соответственно. То есть, растения, имеющие мочковатую корневую систему, более избирательны к особенностям загрязнения почвы, чем растения со стержневой корневой системой.

Обсуждение результатов и выводы

Как видно из полученных данных, растения с мочковатыми корнями имеют сравнительно большее значение K_n , чем растения со стержневой корневой системой. Исключение составляют проростки растений кукурузы. Во-первых, в этом случае растения имели очень малое время для роста и, во-вторых, масса проростков была слишком малой, в связи с чем накопление ^{137}Cs еще не входило в фазу насыщения.

Полученные данные также позволяют утверждать, что в накоплении радионуклидов на начальной стадии онтогенеза определяющую роль играют части корней, расположенные в верхнем (до 4 см) слое почвы. Для гороха также оказывается существенным слой 4 - 8 см, что, по-видимому, связано с разрастанием боковых корней в этом уровне. Самое слабое взаимодействие поверхности корней с почвой происходит в нижних слоях грунта (варианты 3 и 4).

Полученные экспериментальные величины K_n хорошо согласуются с литературными данными. Более низкое значение K_n для кукурузы связано с тем фактом, что в конце вегетации надземная масса растений намного больше той, которую мы имели в наших опытах, когда использовались растения в возрасте 25 сут (см. табл. 5). Общеизвестным фактом является то мнение, что в стационарной фазе роста радионуклиды в надземной массе растений имеют самое низкое количество. В связи с этим надо заметить, что содержание радионуклидов в вегетативной массе растений коррелирует с фазами развития растений и достигает максимума при наибольшем развитии биомассы.

Высокие значения K_n для пшеницы и ржи ярко показывают преимущество мочковатой корневой системы в накоплении ^{137}Cs из почвы на данной стадии развития (см. табл. 3 и 4). А для растений, имеющих стержневую корневую систему (фасоль, горох и соя) значения K_n существенно ниже (см. табл. 6 - 8). Это ожидаемый результат, так как основной корень проникает через загрязненный тонкий верхний слой почвы и только в относительно более чистых слоях почвы дает многочисленные боковые корни, которые обеспечивают минеральным питанием растения. Как видно из полученных нами данных, следует ожидать, что при одинаковой фазе онтогенеза K_n у растений со стержневой корневой системой будет выше, чем у растений с мочковатыми корнями.

Авторами [6] установлено, что растения с ползучим (горизонтальным) корневищем отличаются от двух групп – с мочковатой и стержневой корневыми системами – гораздо большими средними значениями K_n по радиоцезию 0,120, 0,037, и 0,032 соответственно. Также показано, что по средним величинам K_n растения можно расположить в следующей последовательности: растения с вертикально расположенной стержневой корневой системой ($K_n = 0,032$) < растения с мочковатой корневой системой ($K_n = 0,037$) < растения с ползучим горизонтально расположенным корневищем ($K_n = 0,120$). В [6] сделан вывод о наличии существенных межвидовых различий в интенсивности накопления ^{137}Cs культурными растениями, что согласуется с нашими данными.

Таким образом, можно прийти к заключению, что уровни аккумуляции и выноса из почвы радионуклидов культурными растениями опосредствованы совокупностью целого ряда взаимосвязанных факторов, но особое значение в этом процессе принадлежит способности растений к развитию мощной корневой системы, а также характеру распределения ее по почвенным горизонтам.

Авторы выражают благодарность В. Б. Сорочинскому и А. В. Крипке за помощь в исследовании зараженности патогенными грибами использованных почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Малиновский Ю. Ю., Рашидов Н. М.* Миграция радионуклидов из «горячих» частиц в корнеобитаемый слой почвы и их поступление в культурные растения // Физиология и биохимия культурных растений. - 2002. - Т. 34, № 2. - С. 132 - 137.

2. Барыбин Л. Н., Гапоненко В. И., Мацко В. П. и др. Коэффициенты накопления ^{137}Cs растениями с различным типом корневых систем // IV съезд по радиационным исследованиям. Т. II. - М., 2001. - С. 629.
3. Сысоева А. А. Метод параметризации перехода ^{90}Sr из почвы в растения // III съезд по радиационным исследованиям. - Киев, 2003. - С. 340
4. Мацко В.П., Гапоненко В.И., Кравченко В.А. Коэффициенты накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr растениями и действие радиации на растительный организм // IV съезд по радиационным исследованиям. Т. II. - М., 2001. - С. 521
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. - М.: Высш. шк., 1980. - 293 с.
6. Frissel M.J. FAO/IAEA/IUR Protocol for experimental studies on the uptake of radionuclides from soils by plants // Annual review «Soil-Plant-Relationship», Seibersdorf, Austria, 1998, p. 128 - 138.

ВПЛИВ ГЛИБИНИ РОЗТАШУВАННЯ ТА ТОВЩИНИ ЗАБРУДНЕНОГО ^{137}Cs ШАРУ ГРУНТУ НА КОЕФІЦІЄНТ НАКОПИЧЕННЯ У РОСЛИН

А. М. Берлізов, Д. М. Гродзинський, Н. М. Рашидов, В. В. Тришин, В. В. Бережна

Вивчено вплив глибини розташування та товщини забрудненого ^{137}Cs шару ґрунту на коефіцієнт накопичення (Кн) у культурних рослин - пшениці (*Triticum aestivum L.*), жита (*Secale cereale L.*), кукурудзи (*Zea mais L.*), що мають мичкувату кореневу систему, і гороху (*Pisum sativum L.*), квасолі (*Phaseolus vulgaris L.*), сої (*Glicine max (L.) Merr.*), що мають стрижневу кореневу систему. У контрольованих лабораторних умовах встановлено значні відмінності в накопиченні ^{137}Cs різними видами рослин залежно від типу їх кореневої системи. Виявлено, що Кн у рослин з мичкуватими коренями має більше значення, ніж у рослин зі стрижневими коренями. При забрудненні верхнього (до 4 см) шару ґрунту накопичення ^{137}Cs надземною частиною рослин було максимальним. При розташуванні забрудненого шару на відстані від поверхні ґрунту Кн зменшується і досягає мінімального значення для глибини 12 – 16 см. При збільшенні товщини шару забрудненого ґрунту з 4 до 16 см Кн зростає в 1,9, 1,4, 3,0 і 1,0, 2,4, 1,2 рази для пшениці, жита, кукурудзи і квасолі, гороху, сої відповідно. Отримані дані свідчать, що форма кореневої системи, глибина залягання та товщина шару забрудненого радіонуклідом ^{137}Cs ґрунту є визначальними для Кн у рослин.

INFLUENCE OF THE OCCURRENCE DEPTH AND THICKNESS OF THE ^{137}Cs CONTAMINATED SOIL LAYERS ON THE UPTAKE COEFFICIENT OF PLANTS

A. N. Berlizov, D. M. Grodzinsky, N. M. Rashydov, V. V. Tryshyn, V. V. Berezhna

The influence of occurrence depth and thickness of the ^{137}Cs contaminated soil layers on the uptake coefficients of cultured plants, such as wheat (*Triticum aestivum L.*), rye (*Secale cereale L.*), maize (*Zea mais L.*), having fibrous root systems, and pea (*Pisum sativum L.*), bean (*Phaseolus vulgaris L.*), soybean (*Glicine max (L.) Merr.*), having tap root systems, was studied. In full controlled laboratory conditions considerable differences in ^{137}Cs uptake by different species of plants in dependence on the form of their root systems were established. It was found that the uptake coefficient of plants with fibrous type root system is bigger than one of the plants with tap type root system. The maximum values of uptake coefficient were obtained when upper 0 - 4 cm layer was contaminated. For deeper occurrence of the contaminated layers, the uptake coefficient values decreased, reaching their minimum at 12 - 16 cm. When the contaminated layer thickness increased from 4 to 16 cm the uptake coefficient values also increased in 1.9, 1.4, 3.0, 1.0, 2.4, and 1.2 times for wheat, rye, maize, pea, food bean, and soybean respectively. Obtained data suggests that form of the root systems, ^{137}Cs contaminated layer occurrence depth and thickness are of determinative significance for the uptake coefficient values of plants.

Поступила в редакцію 05.08.03,
после доработки – 30.12.03.