

18 мая 2007 г., г. Минск, РБ / под ред. С.П. Кундаса, С.Б. Мельнова, С.С. Позняка. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2007. – С. 137–138.

8. Субботин, А.М. Формирования гельминтоценоза зубра в условиях Белорусской популяции / А.М. Субботин, В.А. Пенькевич [и др.]; под редакцией Заслуженного деятеля науки Республики Беларусь А.И. Ятусевича // Материалы III научно-практической конференции Международной ассоциации паразитоценологов Витебск, 14–17 октября 2008 года. – Витебск: ВГАВМ, 2008. – С. 177–179.

9. Литвинов, В.Ф. Паразитоценозы диких животных / В.Ф. Литвинов. – Минск: БГТУ, 2007. – 582 с.

10. Субботин, А.М. Гельминтоценозы животных Беларуси (парнокопытные и плотоядные), их лечение и влияние на микобиоценоз организма хозяина: монография/ А.М. Субботин. – Витебск: ВГАВМ, 2010. – 208 с.

11. Суценья, Л.М. Животный мир и радиация / Л.М. Суценья, М.М. Пикулик, А.Е. Пленин. – Минск: БелНИИНТИ, 1991. – 60 с.

12. Ятусевич, А.И. Паразитозы крупного рогатого скота и радиационная активность внешней среды / А.И. Ятусевич, Р.Н. Протасовицкая // Паразитарные болезни человека, животных и растений: Труды VI Международной научно-практической конференции 13–14 октября 2008 г. – Витебск: ВГМУ, 2008. – С. 304–308.

УДК 502.521:631.445.1

ВЛИЯНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА ПЕРЕХОД РАДИОНУКЛИДОВ В ЛУГОВУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Портухай О.И.

Ровенский государственный гуманитарный университет, г. Ровно, Украина

e-mail: portuhayo@mail.ru

The analysis of the radiation condition of sod-podzolic soils and vertical migration of ^{137}Cs in roots containing layer which is situated under pastures in contaminated areas is done. The correlation analysis between the specific activity of plants and agrophysical indicators of sod-podzolic soil is conducted. A close correlation between the specific activity of plants and, consequently, the density of the solid phase of the soil, soil moisture, increment of the total amount of porosity of pore water classes, the average correlation with indicators of soil density and total porosity is demonstrated.

Введение

Одним из наиболее негативных последствий антропогенной деятельности является деградация почв, которая проявляется не только в существенном снижении или даже потере плодородия, но и в ухудшении экологического состояния, последствиями чего является утрата возможности использования их для экологически ориентированного сельскохозяйственного производства и выведения таких угодий из использования.

В результате Чернобыльской катастрофы (1986) значительная часть сельскохозяйственных угодий оказалась загрязнена радионуклидами. Среди них наиболее критическими считают естественные пастбища. В природе не существует механизма обезвреживания такого загрязнения, уменьшение его происходит только в результате распада радиоактивных ядер. Поэтому, в связи с поступлением в окружающую среду долгоживущих радионуклидов, особенности миграции которых в системе «почва-растение» могут изменяться со временем, исследования радиологического состояния сельскохозяйственных угодий не теряет своей актуальности.

Ведение сельского хозяйства в Украине на загрязненных землях проводится в соответствии с рекомендациями, в основу которых положены исследования процессов миграции радионуклидов из почвы в сельскохозяйственную продукцию. В трудах ученых Р.М. Алексахина, И.Н. Гудкова, Д.М. Гродзинького, Б.С. Пристера, В.В. Долина и других освещены результаты исследования влияния основных физико-химических свойств и водного режима почв на корневое поступление радионуклидов [1,2,3,6,7]. Анализ литературных источников показал, что остается недостаточно изученной взаимосвязь между агрофизическими показателями почвы и миграционной способностью радионуклидов.

Целью наших исследований было установить влияние агрофизических показателей дерново-подзолистых почв на переход радионуклидов в луговую растительность.

Объектом исследования являются процессы миграции ^{137}Cs в луговую растительность на дерново-подзолистых почвах. Предметом – агрофизические показатели почвы (плотность, плотность твердой фазы, пористость), ее влажность, а также удельная активность растений и почвы.

Опытные участки были заложены в с. Масевичи Рокитновского района Ровенской области (Украина) на пастбище, которое используется для выпаса крупного рогатого скота местным населением. Уровень загрязнения почв ^{137}Cs определялся по методике комплексного радиационного обследования загрязненных территорий вследствие Чернобыльской катастрофы (за исключением территории зоны отчуждения) [4]. Определение содержания ^{137}Cs проводилось в лаборатории экологической безопасности земель, окружающей среды и качества продукции Ровенского филиала государственного учреждения «Институт охраны почв Украины» на гамма-спектрометре СЕГ-1 с сцинтилляционным детектором в литровых сосудах Маринелли с временем экспозиции 1:00. Для определения агрофизических показателей были использованы методы лабораторных исследований, утвержденные нормативными документами ГОСТ 5180-84, ГОСТ 28268-89, ДСТУ 4745:2007.

Основная часть

Дерново-подзолистые почвы на исследуемом пастбище характеризуются средней степенью обеспечения подвижными формами фосфора, низким обеспечением содержания обменного калия и по степени кислотности изменяются от слабо кислых до близких к нейтральным. Агрофизические показатели исследуемого типа почв находятся в пределах типичных значений. С глубиной происходит увеличение плотности почвы от 0,83 (дерновый слой)

до 1,75 г/см³, уменьшение влажности от 42 % до 14 % и общей пористости от 67 % до 32 %. Плотность верхнего слоя (0-5 см) почвы составляет менее 1 г/см³, что свидетельствует о наличии в нем большого количества органического вещества. Такая плотность характерна для дернового горизонта. Плотность почвы нижележащих горизонтов находится в пределах 1,5-1,7 г/см³, что типично для подпахотных горизонтов. Плотность твердой фазы почвы увеличивается с глубиной от 2,47 до 2,60 г/см³, для малогумусовых почв и в низких горизонтах гумусовых она колеблется в пределах 2,6-2,8 г/см³ [5]. Общее количество пор уменьшается с глубиной, процент пор, занятых водой, преобладает над порами аэрации.

Анализ радиационной обстановки пастбищ проводился по показателям уровня загрязнения почв ¹³⁷Cs и их коэффициентов перехода из почвы в растения. Определяющим фактором миграции ¹³⁷Cs в трофической цепи можно считать содержание радионуклидов в корнесодержащем слое. Поэтому для анализа вертикального распределения ¹³⁷Cs отбирались образцы почвы с разных глубин. Полученные данные представлены на рис. 1.

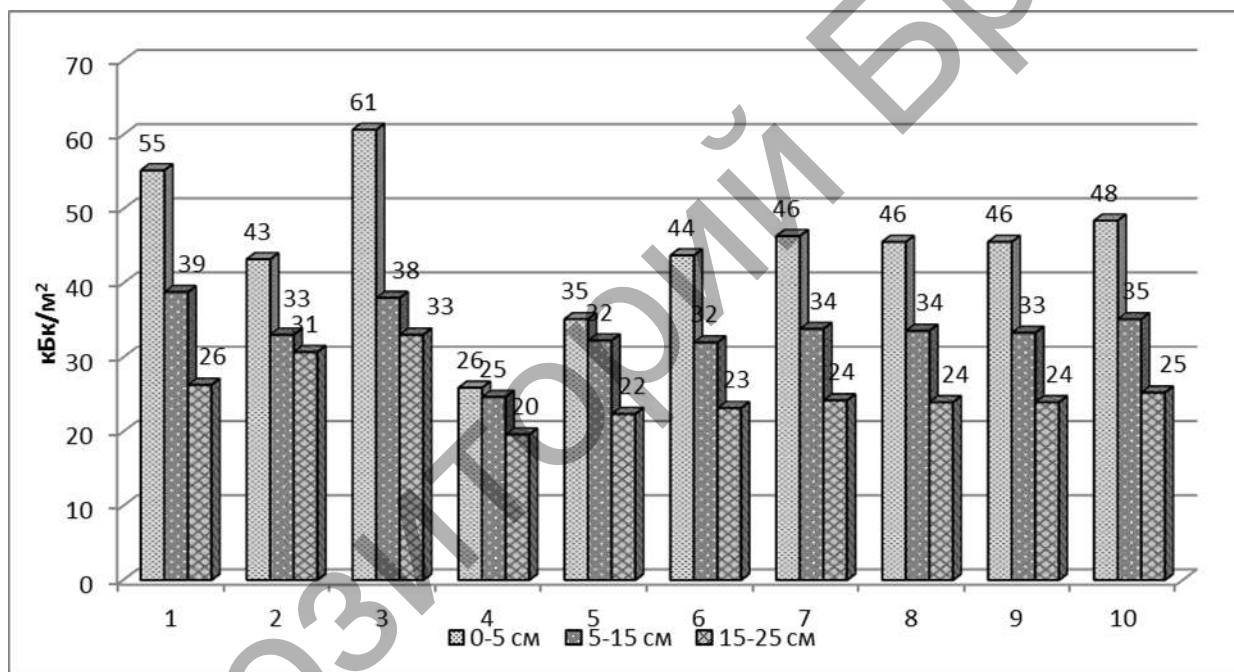


Рисунок 1 - Изменение содержания ¹³⁷Cs с глубиной в дерново-подзолистых почвах, kBк/м²

Полученные данные свидетельствуют о неоднородности загрязнения местности ¹³⁷Cs. Так, в верхнем слое они изменяются от 26 до 61 kBк/м², а на большинстве точек отбора образцов почвы превышают допустимые уровни содержания радионуклида (более 37 kBк/м²). На пастбище в корнесодержащем слое почвы наблюдается следующее распределение ¹³⁷Cs: наибольшей плотностью загрязнения характеризуется дернина (43%), а с глубиной происходит уменьшение плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs почти в 2 раза (5-15 см - 32%, 15-25 см - 25 %).

По данным Долина В.В. и др., изучавших скорость вертикальной миграции ¹³⁷Cs в почвах Чернобыльской зоны отчуждения, установлено, что на дерново-подзолистых почвах она составляет 0,5-0,7 см/год [7]. Исходя из этого, можно предположить, что такое перераспределение ¹³⁷Cs связано с естественной

миграцией, однако не исключается и человеческий фактор, заключающийся в проведении поверхностного или коренного улучшения пастбищ.

По данным исследователей, дерново-подзолистые почвы характеризуются меньшей миграционной способностью ^{137}Cs в растения за счет его фиксации минеральными частицами. Это связано с процессами иммобилизации ^{137}Cs , под которым понимают комплекс грунтовых кристаллохимических реакций с возможным вхождением радионуклида в кристаллическую структуру вторичных глинистых минералов, что приводит к снижению его подвижности [2, 6]. Для анализа миграции ^{137}Cs отбирались образцы растений и определялась их удельная активность. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Коэффициенты накопления и коэффициенты перехода ^{137}Cs в дерново-подзолистых почвах

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/кг	Кн	Кп (Бк/кг)/(кБк/м ²)
1	371	2,4	9,3
2	375	2,7	10,5
3	305	1,8	6,9
4	235	2,6	10,0
5	265	2,3	8,9
6	286	2,3	8,7
7	294	2,2	8,4
8	292	2,2	8,5
9	292	2,2	8,5
10	301	2,2	8,3
Среднее	302	2,3	8,8

Удельная активность растений на исследуемом пастбище не превышает допустимых уровней содержания ^{137}Cs в сухой и зеленой массе трав естественных кормовых угодий, указанных в ДСТУ 4674-2006 (600 Бк/кг). Такая удельная активность растений не приводит к превышению содержания ^{137}Cs в молоке скота частного сектора (23,9-39,4 Бк/л), который здесь выпасают.

Был проведен корреляционный анализ показателей уровня загрязнения почвы и удельной активности растений. Связь между показателями анализировалась по направлению (прямая или обратная) и силе (слабая - значение коэффициента корреляции r находится в пределах 0 до 0,3, средняя - 0,4-0,6, сильная - 0,7-1,0). Полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Корреляционный анализ удельной активности растений и удельной активности почвы

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/кг	Удельная активность почвы, Бк/кг			
		0-5 см дернина	5-15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
1	371	212	149	101	154
2	375	166	127	118	137
3	305	233	146	127	169
4	235	100	95	75	90
5	265	135	124	86	115

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/кг	Удельная активность почвы, Бк/кг			
		0-5 см дернина	5-15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
6	286	168	123	89	127
7	294	178	130	93	134
8	292	175	129	92	132
9	292	175	128	92	132
10	301	186	135	97	139
Среднее	302	173	129	97	133
r		0,61	0,67	0,69	0,68

Из полученных данных следует, что с глубиной корреляционная связь между удельной активностью растений и удельной активностью почвы становится несколько теснее, на основании чего можно предположить, что с глубиной происходит увеличение мобильных форм ^{137}Cs .

Для изучения влияния агрофизических показателей почвы и ее влажности на миграцию радионуклидов в растения был проведен корреляционный анализ между удельной активностью растений и влажностью почвы, ее пористостью, плотностью и плотностью твердой фазы почвы.

Исследуемое пастбище расположено в пределах осушительной системы и пронизано сетью открытых каналов. Здесь были отобраны образцы почв для проведения корреляционного анализа между удельной активностью растений и влажностью дерново-подзолистой почвы, табл. 3.

Таблица 3 - Корреляционный анализ удельной активности растений и влажности почвы

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/кг	Влажность почвы, %			
		0-5 см дернина	5—15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
1	371	43,17	21,89	20,95	28,67
2	375	43,31	22,70	21,39	29,13
3	305	42,05	17,70	14,03	24,59
4	235	42,60	19,23	14,15	25,32
5	265	41,69	17,43	15,50	24,87
6	286	42,51	18,53	15,46	25,50
7	294	42,58	18,85	15,90	25,77
8	292	42,56	18,77	15,79	25,71
9	292	42,56	18,77	15,79	25,71
10	301	42,63	19,13	16,28	26,01
Среднее	302	42,57	19,30	16,52	26,13
r		0,70	0,80	0,90	0,87

Коэффициент корреляции между удельной активностью растений и влажностью корнесодержащего слоя составил 0,87, что свидетельствует о прямой сильной связи, а именно: с увеличением влажности корнесодержащего слоя, соответственно, усиливается переход ^{137}Cs в луговую растительность. Уменьшение влажности почвы с глубиной обусловлено уменьшением общей пористости, что представляет собой объем всех пор и промежутков между механическими элементами и структурными агрегатами. Результаты

исследования взаимосвязи между удельной активностью растений и общей пористостью почвы приведены в табл. 4.

Таблица 4 - Корреляционный анализ удельной активностью растений и пористости почвы

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/кг	Общая пористость почвы, %			
		0-5 см дернина	5-15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
1	371	65,20	42,80	42,31	50,10
2	375	64,80	41,54	42,69	49,68
3	305	60,40	36,54	31,64	42,86
4	235	63,97	39,45	33,59	45,67
5	265	65,22	40,23	37,94	47,80
6	286	62,40	37,89	34,77	45,02
7	294	63,64	38,91	35,55	46,03
8	292	62,95	38,52	35,55	45,67
9	292	62,95	38,52	35,55	45,67
10	301	63,64	39,53	36,33	46,50
Среднее	302	63,52	39,39	36,59	46,50
r		0,24	0,58	0,76	0,62

Коэффициент корреляции между удельной активностью растений и общей пористостью почвы изменяется с глубиной, причем удельная активность растений возрастает при увеличении общей пористости. Понятной такая зависимость становится только в результате анализа соотношения пор, занятых водой, с пористостью аэрации. При этом установлено, что 73-79 % пор от общего количества заполнены водой. В свою очередь, коэффициент корреляции между удельной активностью растений и количеством пор, занятых водой, составляет 0,91, а между порами аэрации связи не наблюдается ($r = -0,07$).

Плотность почвы представляет собой массу абсолютно сухой почвы в единице объема с ненарушенной структурой, то есть вместе с почвенными порами. Она зависит от строения твердых частиц, количества органического вещества, минералогического состава и структуры. Коэффициент корреляции, отражающий направление и силу связи между удельной активностью растений и плотностью почвы, приведен в табл. 5.

Таблица 5 - Корреляционный анализ удельной активности растений и плотности почвы

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/кг	Плотность почвы, г/см ³			
		0-5 см дернина	5—15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
1	371	0,87	1,47	1,50	1,28
2	375	0,88	1,52	1,49	1,30
3	305	0,99	1,65	1,75	1,46
4	235	0,89	1,55	1,70	1,38
5	265	0,88	1,53	1,57	1,33
6	286	0,94	1,59	1,67	1,40

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/кг	Плотность почвы, г/см ³			
		0-5 см дернина	5—15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
7	294	0,92	1,57	1,65	1,38
8	292	0,93	1,58	1,65	1,39
9	292	0,93	1,58	1,65	1,39
10	301	0,92	1,56	1,63	1,37
Среднее	302	0,91	1,56	1,63	1,37
r		-0,23	-0,44	-0,70	-0,55

Значение коэффициента корреляции с глубиной изменяется от слабого ($r = -0,23$) до сильного ($r = -0,70$). Между удельной активностью растений и плотностью корнесодержащего слоя почвы r составляет $-0,55$, что свидетельствует о средней обратной связи, а именно: с уменьшением плотности почвы увеличивается удельная активность растений. Такая взаимосвязь между показателями объясняется тем, что уменьшение плотности почвы приводит к увеличению ее влажности, а ее увеличение, в свою очередь, увеличивает удельную активность растений, что показано выше.

Плотность твердой фазы почвы характеризует массу твердых компонентов почвы (минеральную и органическую составляющие) в единице объема без учета пор. Коэффициенты корреляции между удельной активностью растений и плотностью твердой фазы почвы приведены в табл. 6.

Таблица 6 - Корреляционный анализ удельной активности растений и плотности твердой фазы почвы

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/кг	Плотность твердой фазы почвы, г/см ³			
		0-5 см дернина	5—15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
1	371	2,50	2,57	2,60	2,56
2	375	2,50	2,60	2,60	2,57
3	305	2,50	2,60	2,56	2,55
4	235	2,47	2,56	2,56	2,53
5	265	2,53	2,56	2,53	2,54
6	286	2,50	2,56	2,56	2,54
7	294	2,53	2,57	2,56	2,55
8	292	2,51	2,57	2,56	2,55
9	292	2,51	2,57	2,56	2,55
10	301	2,53	2,58	2,56	2,56
Среднее	302	2,51	2,57	2,57	2,55
r		0,06	0,60	0,86	0,90

С глубиной корреляционная связь между удельной активностью растений и плотностью твердой фазы почвы изменяется от прямой слабой ($r = 0,06$) до сильной ($r = 0,86$). Это свидетельствует о том, что при увеличении плотности твердой фазы почвы увеличивается удельная активность растений. Такую зависимость для исследуемого типа почвы можно объяснить, взяв во внимание минералогический и гранулометрический состав почвы. Содержание

в ней физического песка составляет 91,9-93,1 %, физической глины 6,9-8,1 %, как известно, чем меньше в почве минералов тонкодисперсных фракций, тем меньшая степень проявления механической и физической поглотительной способности таких почв.

Выводы

Дерново-подзолистая почва под пастбищем в с.Масевичи характеризуется высокой плотностью загрязнения ^{137}Cs . Наибольшее содержание радионуклида наблюдается в дернине (содержится 43 % ^{137}Cs), а с глубиной происходит уменьшение его почти в 2 раза (5-15 см – 32 %, 15-25 см – 25 %). На основании результатов исследования влияния агрофизических показателей дерново-подзолистой почвы и ее влажности на миграцию радионуклидов в луговую растительность установлено следующее:

- сильная прямая корреляционная связь между удельной активностью растений и соответственно влажностью почвы, количеством пор, занятых водой, и плотностью твердой фазы;

- средняя прямая связь между удельной активностью растений и удельной активностью почвы и общей пористостью; средняя обратная связь – с показателями плотности почвы;

- не выявлена корреляционная связь между удельной активностью растений и пористостью аэрации.

Таким образом, для анализа радиационной обстановки пастбищ на дерново-подзолистых почвах необходимо учитывать агрофизические показатели, которые влияют не только на рост растений и развитие корневой системы, но и на переход в них радионуклидов.

Список литературы

1. Алексахин, Р.М. Сельскохозяйственная радиоэкология / Под ред. Р. М. Алексахина, Н. А. Корнеева. – М. : Экология, 1992. – 400 с.

2. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період . Методичні рекомендації / За ред. академіка УААН Б. С. Пристер. – К. : Атіка-Н, 2007. – 196 с.

3. Гудков, И.Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии: Учебн. для вузов / И. Н. Гудков. – К. : Изд-во УСХА, 1991. – 328 с.

4. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження) / В. А. Кашпаров, Л. В. Калиненко, Л.В. Перепелятников [та ін.]. – К. : Атіка-Н, 2007. – 60 с.

5. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств / А.Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.

6. Пристер, Б.С. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б. С. Пристер, Н. А. Лоцилов, О. Ф. Немец, В. А. Поярков – К. : Урожай, 1988. – 256 с.

7. Самоочищення природного середовища після Чорнобильської катастрофи. / В.В. Долін, Г.М. Бондаренко, О.О. Орлов ; за ред. академ. НАН України Е.В. Соботовича. – К. : Наукова думка, 2004. – 215 с.