

Список литературы

1. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь: утв. Указом Президента Респ. Беларусь, 17 июля 2001 г., № 390 // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
2. Колбасов, О.С. Возмещение вреда и ответственность за экологический ущерб / О.С. Колбасов // Правовые вопросы охраны окружающей среды.- 1997. - № 22.
3. Арушаньянц, П.Б. Формирование эффективной модели страхования экологической ответственности в Республике Беларусь / П.Б. Арушаньянц // Финансы, учет, аудит. - 2002. - № 6. - С. 74-77.
4. Об охране окружающей среды: Закон Респ. Беларусь от 26 нояб. 1992 г. № 1982-ХІІ: в ред. Закона Респ. Беларусь от 16 июня 2014 г. с изм. и доп. от 30.12.2014. // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
5. Положение о страховой деятельности в Республике Беларусь, утвержденное Указом Президента Республики Беларусь от 25 августа 2006 г. № 530 «О страховой деятельности» // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
6. О промышленной безопасности: Закон Респ. Беларусь от 5 янв. 2016 г. № 354-3 // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
7. О критериях отнесения хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает вредное воздействие на окружающую среду, к экологически опасной деятельности: Указ Президента Респ. Беларусь, 24 июня 2008 г. № 349 с изм. и доп. от 08 февраля 2016 // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
8. Об утверждении Положения о порядке исчисления размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде, и составления акта об установлении факта причинения вреда окружающей среде, изменении и признании утратившими силу некоторых постановлений Совета Министров Республики Беларусь: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17 июля 2008 г. № 1042 с изм. и доп. от 20 июня 2013 г. // Бизнес–Инфо. Аналитическая правовая система. [Сетевой ресурс] – Дата доступа: 09.03.2016.
9. Шимова, О.С., Соколовский, Н.К. Основы экологии и экономика природопользования: учебник //О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. – Мн.: БГЭУ, 2002. - 368 с.

УДК 634.95. 504 (477)

ДЕФЛЯЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

Голуб В.А., Голуб С.Н., Голуб Г.С.

Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк, Украина, golub_2006@ukr.net

The experiment showed that the best effect in the protection of soddy podsolich soil with contamination density of 1.5 Cu/cm² from wind erosion and in the reduction on accumulation radionuclides in fields crops has chisel tillage.

Введение

За последние 25 лет площадь эродированной пашни в Полесье Волынской области увеличилась почти на 30% и составляет 425 тыс.га (треть земельного фонда области), из них 303 тыс.га подвергаются действию ветровой эрозии. При таком нерациональном использовании пашни на Полесье потери почвы превышают допустимые нормы дефляции, и как следствие - разрушение почвы эрозией превышает скорость почвообразования. Поэтому оценка интенсивности дефляции и

разработка эффективных технологий почвозащитного возделывания приобретает особенную актуальность. Волынская область – одна из потерпевших от аварии на ЧАЭС. В контролируемой зоне почвы легкого гранулометрического состава, поэтому они активно дефлируют, а также отличаются достаточно высокими уровнями транслокации радионуклидов в растениеводческую продукцию [1,4]. Эти факторы имеют большое влияние на развитие радиационной ситуации, и прежде всего на величину дозы внутреннего облучения человека не только за счет перорального поступления радиоизотопов в организм с продуктами питания, а также ингаляционным путем с пылью [3].

Цель исследований - изучение и экспериментальная оценка интенсивности ветроэрозионных процессов, их роли в миграции радионуклидов в естественных ландшафтах и при проведении почвозащитной обработки, а также влияние вторичного загрязнения радионуклидами на окружающую среду и человека.

Материалы и методы

Исследования проводились согласно Государственной программе по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС «Сельхозрадиобиология» в полевом стационарном опыте и в экспедиционных условиях. Полевые исследования проводились на дерново-слабоподзолистой песчаной почве со средней плотностью загрязнения цезием – 137 - 1,5 Ки/км², стронцием – 90 - 0,02 Ки/км², гамма-фон – 12 мкР/час. Экспериментальный участок расположен на расстоянии 12 км от Ровенской АЭС. Одновременно исследования проводились на смежных целинных участках с плотностью загрязнения цезием - 137 – 8,3 Ки/км² в дерне и 7,3 Ки/км² в слое почвы 0-5 см.

Почвозащитный эффект различных способов обработки почвы изучался в таких вариантах: 1) разноглубинная отвальная вспашка; 2) поверхностная дисковая обработка; 3) чизельная обработка; 4) плоскорезное рыхление.

В звено севооборота (овес – люпин – озимая рожь – картофель) выбраны культуры, контрастные по своим физиологическим особенностям и способностью к накоплению радионуклидов.

Результаты исследований

Горизонтальная миграция радионуклидов обусловлена в основном ветровой эрозией почвы. Анализ метеорологических, ландшафтных и почвенных факторов показал, что опасность возникновения эрозионных процессов на загрязненных территориях существует круглогодично. Годовой ход ветроэрозионных сил имеет ярко выраженный характер. Наибольшие величины приходятся на холодный период (с максимумом - в феврале). Летом опасность ветровой эрозии постепенно снижается (минимум - июль-август), в октябре - резко повышается. Суммарно около 8 месяцев происходит активное развитие дефляционных процессов. При этом ветровой подъем радионуклидов имеет значительное влияние на вторичное загрязнение территории.

Коэффициент увлажнения исследуемой территории (согласно Н.Н. Иванову) за теплый период года за последние 30 лет по метеостанции Маневичи в среднем не превышает 0,8, а испарение превышает количество осадков на 70-90 мм. Есть случаи, когда коэффициент увлажнения уменьшается до 0,5. Очень существенным является то обстоятельство, что в Волынском Полесье в теплое время ежегодно наблюдались бездождевые и засушливые периоды. В среднем 2-3 раза регистрируется сухой период 10 -15 дней и один раз продолжительностью 16-20 дней. В третьей декаде апреля высокая вероятность потери верхним слоем почвы влаги до эрозионно опасного уровня. В таких условиях имела место не только повседневная ветровая эрозия, но и пыльные бури.

Очень важным показателем, характеризующим влагообеспеченность почвы, а

значит способность ее противостоять ветру, является гидротермический коэффициент по Г.П. Солянинову, учитывающий поступления воды с атмосферными осадками в теплый период года ($t > 10^{\circ}\text{C}$) так и суммарные затраты ее на испарение. Анализ расчетов показывает, что согласно среднеголетним данным значение ГТК исследуемой территории составляет 1,5. Однако два года из трех были засушливыми и очень засушливыми - ГТК в летние месяцы составлял - II-III декада августа, первая декада сентября 0,5 - 0,28. Не меньшее влияние на возникновение дефляции является относительная влажность воздуха, особенно менее 30% , которая способствует быстрой потере влаги и приводит к почвенной засухе. В последние годы количество дней с относительной влажностью воздуха не превышающей 30% выросло в 3,2 раза по сравнению с нормой.

При изучении характера ветроэрозионных процессов было установлено, что главным агентом миграции радионуклидов в ландшафтах радиационно загрязненной зоны Полесья Волынской области является дефляция, которая проявляется в виде бурь и при повседневной ветровой эрозии. Показатель частоты пыльных бурь показывает их низкую повторяемость – среднегодовое число дней составляет 3,7 с продолжительностью – 8,2 часа. Их значение во вторичном загрязнении незначительно – радиус влияния 4 - 6 км. Больше вреда в формировании вторичного загрязнения территории, растительного покрова, животных, и также в повышении дозовой нагрузки на организм человека имеет повседневная ветровая эрозия. Нами было определено, что радиус ее действия составляет 500-800 м.

Вследствие сильных засух, которые имеют место в летний период, происходит самовосгорание лесов и торфяников. В 2010 году выгорело 400 га леса и 63 га торфяников. Анализ отобранной золы показал, что концентрация радионуклидов в сухом веществе составляет от 7000 до 13800 Бк/кг (30 и 65 Ки/кг соответственно). Именно аэральный путь стал одной из главных причин увеличения площадей лесов и сельскохозяйственных угодий, плотность загрязнения которых составила более $1\text{Ки}/\text{км}^2$ на площади 3400 га. Еще одним источником вторичного загрязнения территории, растительного покрова, человека - нелокализованные отходы торфо-брикетного производства, в частности, концерна «Сойнэ» в Маневичском районе. При радиологическом исследовании цепи «сырье (торф) – продукция (брикет) – отходы (зола)» были получены такие значения, расположенные в соответствующей последовательности: 50 - 255 - 1840 Бк/кг. Отрыв радиоактивного пепла происходит при скорости ветра 2,5 м/сек., который обуславливает аэральное загрязнение территории прилегающих населенных пунктов. В 2010 году паспортная доза облучения населения в этих населенных пунктах в сравнении с 2008-2009 гг. (годами простоя предприятия) увеличилась в 1,5-1,9 раза.

Изучение количественной оценки дефляционных процессов при различных системах почвозащитной обработки проводили непосредственно в аэродинамической установке. Эродированность почвы (модуль дефляции Е, т/га в год) определяли расчетным методом за М. Долгилевичем [2]. Увеличение модуля дефляции в 1,5-2,0 раза на фоне вспашки и дискования в сравнении с чизельным и плоскорезным рыхлением приводит к повышенному выносу питательных элементов из почвы. При сравнении агрохимических свойств эрозионноопасной и неэрозионной фракции почвы, первая имеет более высокие показатели по всем вариантам исследования – гумуса в среднем на 0,3 %, обменного фосфора и калия соответственно на 3,2 и 4,5 мг на 100 г почвы, кальция – 4мг/100г почвы больше (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Количественная оценка дефляционных процессов (при продувке в аэродинамической трубе)

Виды обработки почвы	Модуль дефляции, т/га за год	Вынос питательных элементов, кг/год		
		N	P	K
Вспашка	0,23	5,0	3,2	2,5
Дискование	0,25	4,6	3,5	2,7
Чизельная обработка	0,10	2,2	1,3	1,1
Плоскорезное рыхление	0,16	3,2	2,2	1,9

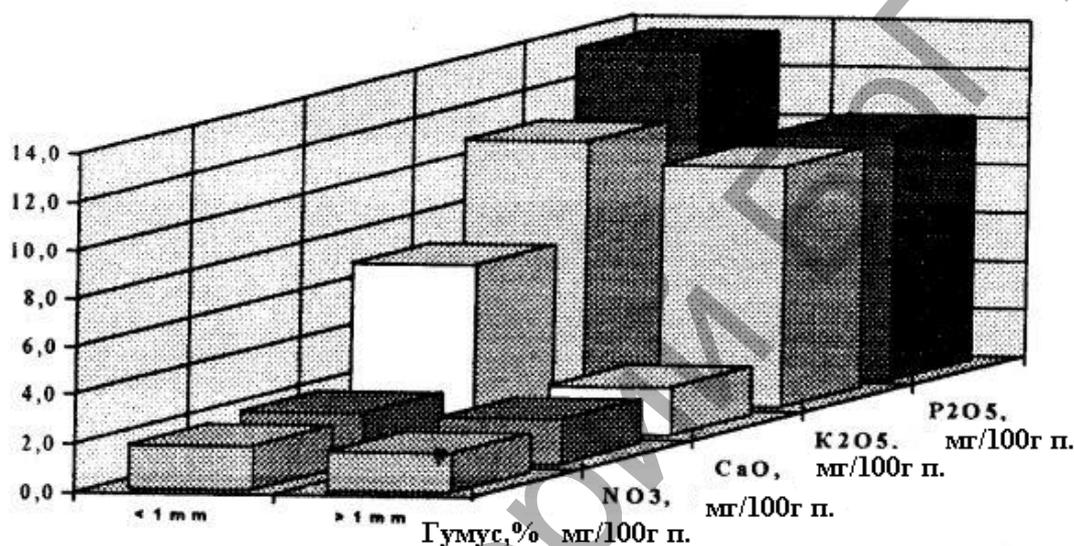


Рисунок 1 – Химический состав эрозионноопасной ($d < 1\text{ мм}$) и ветростойчивой ($d > 1\text{ мм}$) фракции почвы

Удельная активность образовавшейся пыли по цезию-137 существенно превышает активность почвы, с которой она поднимается. Гаммаспектрометрический анализ эрозионноопасной фракции показал, что ее плотность загрязнения на 13-19 % выше, чем плотность загрязнения фракции больше 1 мм. Это означает, что при выполнении сельскохозяйственных работ ингаляционное поступление радиоизотопов с пылью является существенным фактором увеличения дозовой нагрузки на организм механизаторов. Согласно данных Маневичской ЦРБ за период от 1.01.2007 до 31.12.2010 года работники сельского хозяйства получили дозовую нагрузку в среднем 3700 Бк на организм, а механизаторы – 6100. Самый высокий процент превышения контрольных уровней (КУ) зафиксирован именно в этой категории работающих.

Нашими исследованиями установлено, что ветровой отрыв и локальный перенос радиоактивного мелкозема резко возрастает во время обработки почвы. Так, на фоне дисковой обработки выдувание каждый год наблюдалось при средней скорости ветра 3,5 м/сек., тогда как чизельная обработка повышала порог ветростойкости до 4,3 м/сек. Это обусловлено тем, что выполнение поверхностной дисковой обработки приводит к распылению верхнего слоя почвы, которая содержит около 7 % ветростойких агрегатов, тогда как чизельная обработка обеспечивает более шероховатую поверхность (количество агрегатов $d > 1\text{ мм}$ – 21 %).

При изучении микроагрегованности почвы методом прямого подсчета в отраженном свете при 98-кратном увеличении микроскопа МВС-9 было определено, что при чизельной обработке вследствие уменьшения механического действия на почву прослеживается снижение суммы элементарных почвенных частиц (ЭПЧ). Коэффициент агрегированности за Бейвером и Роадэсом в этом варианте самый высокий и составляет 0,10, тогда как дискование на микроагрегатном уровне несет потенциальную опасность в изменении физических параметров в сторону их ухудшения. Таким образом, этот агрометод ведет к сильному распылению почвы, а значит существует вероятность переноса радионуклидов на большее расстояние.

Так как размер комковатости почвы чрезвычайно динамический в пространстве, и времени, и определяет только начальную стадию ветровой эрозии, в качестве диагностического показателя берут величину связности почвенных агрегатов. Мы применили метод механической стойкости блоков почвы – разрушение в ротационном сите (У. Чепилл, 1943, 1951; А.Б. Лавровский, 1973) в модификации лаборатории защиты почв против эрозии ИПА им. А.Н. Соколовского (г. Харьков). Результаты показывают, что действительно дерново-подзолистые почвы имеют среди других типов наименьшие показатели связности (2,8 - 3,8 %) и, в результате, самый высокий коэффициент разрушаемости (K_s - 0,96-0,97). Именно поэтому полная насыщенность воздушного потока золовым материалом при дефляции происходит уже в зоне 250 метров (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние различных приемов обработки на параметры ветростойкости почвы

Виды обработки почвы	Комковатость (содержание частиц $d > 1$ мм)	Связность, %	Коэффициент разрушаемости, K_s	Удельная активность, Ки/кг	
				$d > 1$ мм	$d < 1$ мм
Вспашка	9,0	3,7	0,96	1,2-1,3	1,7
Дискование	7,0	3,4	0,97		
Чизельная обработка	21,0	5,0	0,95		
Плоскорезное рыхление	7,3	3,6	0,96		

При изучении миграции радиоизотопов в системе "почва - растение" было установлено, что главными радионуклидами-загрязнителями, которые определяли суммарную активность как почвенных, так и растительных проб, были цезий-137 (65 %), калий - 40 (30 %), и цезий-134 (5 %). По способности накапливать радионуклиды исследуемые сельскохозяйственные культуры можно разместить в следующий ряд по нарастающей: картофель – озимая рожь – овес – люпин. Было экспериментально доказано, что разными видами обработки почвы можно существенно регулировать поступление радиоизотопов в выращиваемые культуры. Так, самое высокое содержание искусственных (цезий-137, 134) и естественных (калий-40) радионуклидов было отмечено в варианте, где использовалось дискование. Это можно объяснить тем, что такая обработка имеет самое сильное механическое давление на верхнем слое почвы (происходит разрушение структуры как естественного экрана гамма-

излучения), который в свою очередь увеличивает миграционную активность радионуклидов в 10-сантиметровом слое. Наиболее экологически чистая продукция была получена на фоне чизельной обработки. Соответственно, коэффициенты перехода (K_p) в результате этого агроприема были самые низкие. Плоскорезное рыхление и вспашка почвы имели более низкую эффективность в снижении загрязнения продукции радионуклидами и занимают промежуточное место (таблица 3).

Формирование погодных условий засушливого типа во время вегетации (1992, 1994, 1995 годы) сопровождалось увеличением концентрации радионуклидов в растениях, как в вегетативных так и в репродуктивных их частях. Однако, накопление радионуклидов различными органами растений подчиняется общим закономерностям: самые высокие коэффициенты аккумуляции отмечены в листьях и стеблях, ниже – в семенах и в подземных органах.

Таблица 3 – Коэффициенты перехода радионуклидов в сельскохозяйственные культуры под влиянием различных способов обработки почвы

Культуры и накопленные радионуклиды	Коэффициенты перехода, $\frac{\text{Бк / кг}}{\text{кБк / м}^2}$			
	Вспашка	Дискование	Чизельная обработка	Плоскорезное рыхление
Люпин (цезий-137)	5,7	8,3	3,9	5,3
Овес (цезий-137)	1,4	1,6	1,0	1,4
Озимая рожь (калий-40)	11,8	16,7	10,2	16,5
Картофель (калий_40)	4,5	4,6	4,0	4,3

Заключение

Результаты исследований и анализ полученных данных позволяет делать заключение, что в условиях Полесья Волынской области на дерново-подзолистых почвах со средней плотностью загрязнения цезием-137 $1,5 \text{ Ки/км}^2$ с целью уменьшения интенсивности дефляционных процессов и миграционной способности радионуклидов в системе "почва – растение" основную обработку целесообразно проводить чизельными орудиями. Дисковая обработка, как менее эффективная в радиологическом отношении, а также в плане защиты почвы от дефляции, в контролируемой зоне по возможности должна быть исключена или уменьшена до необходимого минимума.

Список литературы

1. Алексахин, Р.М. Сельскохозяйственная радиозэкология / Соавт.: А.В.Васильев и др. – М.: Экология, 1992. – 400 с.
2. Долгілевич, М.Й. Моделі систем захисних лісових насаджень в поліській зоні радіоактивного забруднення / М.Й. Долгілевич, Г.І. Васенков // Проблеми радіоекології / За ред. Б.С. Прістера. – К.: УкрНТІ, 1994. – С.14-16.
3. Качанова, О.В. Імовірна оцінка вітростійкості ґрунту для проектування екологічно-збалансованих агроландшафтів / О.В. Качанова // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до ІХ з'їзду УТГА (30 червня - 4 липня 2014 року, м. Миколаїв). Книга 3. – Харків, 2014. – С. 34-37.
4. Коляда, В.П. До питання виникнення дефляції ґрунтів у різних ґрунтово-кліматичних зонах України / В. К.Коляда // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до ІХ з'їзду УТГА (30 червня – 4 липня 2014 року, м. Миколаїв). Книга 3. – Харків, 2014. – С. 37 -39.