

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631.438:539.16.04

РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗВРАТА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ ЗЕМЕЛЬ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ, ВЫВЕДЕННЫХ ПО РАДИАЦИОННОМУ ФАКТОРУ ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Т. Ф. ПЕРСИКОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: persikova52@rambler.ru

А. Г. ПОДОЛЯК

КУП «Гомельская областная проектно-изыскательская станция химизации сельского хозяйства»,
г. Гомель, Республика Беларусь, 246029, e-mail: alexpodolyak@tut.by

(Поступила в редакцию 05.03.2023)

В статье на основе многолетних экспериментальных исследований предложены схемы севооборотов для возделывания сельскохозяйственных культур на торфяных почвах при их возврате в сельскохозяйственный оборот из категории земель, выведенных по радиационному фактору, в первые годы после катастрофы на Чернобыльской АЭС.

При возврате в сельскохозяйственный оборот таких земель требуется в обязательном порядке проведение комплекса агрохимических и агротехнических защитных мер (известкование, внесение фосфорных и калийных удобрений, подбор культур с низкими параметрами накопления радионуклидов, особенно ^{90}Sr).

Минимальные коэффициенты перехода радионуклидов (Kn) в урожай сельскохозяйственных культур севооборотов наблюдаются при внесении минеральных удобрений в дозах $\text{N}_{60-90}\text{P}_{60-90}\text{K}_{120-180}$ на фоне 7,5 т/га доломитовой муки.

Зерновые и технические культуры рекомендуется возделывать в севооборотах плодосменного типа, а кормовые культуры – в специализированных кормовых севооборотах вблизи животноводческих комплексов и ферм.

При компактной земельной территории, отсутствии удаленных массивов и однородности почвенного покрова все необходимые зерновые, кормовые и другие культуры рекомендуется возделывать в севооборотах плодосменного типа. В таких случаях, как правило, вводят универсальные зерно-травяные севообороты с соотношением культур в соответствии со специализацией. Также необходимо в такие севообороты включать технические культуры (озимый и яровой рапс, подсолнечник на семена). На более отдаленных массивах, где отсутствуют животноводческие фермы, или имеется небольшое поголовье скота, можно рекомендовать севообороты, насыщенные зерновыми культурами. Многолетние и однолетние травы, а также другие кормовые культуры, должны занимать в этих севооборотах небольшой удельный вес и включаться как предшественники зерновых.

Ключевые слова: радионуклиды ^{137}Cs и ^{90}Sr , торфяные почвы, севообороты, радиационно-опасные земли.

Based on many years of experimental research, the article proposes crop rotation schemes for cultivating crops on peat soils when they are returned to agricultural circulation from the category of lands bred excluded from use according to the radiation factor in the first years after the Chernobyl disaster.

When returning such lands to agricultural circulation, it is mandatory to carry out a complex of agrochemical and agrotechnical protective measures (liming, application of phosphorus and potash fertilizers, selection of crops with low radionuclide accumulation parameters, especially ^{90}Sr).

The minimum conversion factors of radionuclides into crop rotation crops are observed when mineral fertilizers are applied in doses of $\text{N}_{60-90}\text{P}_{60-90}\text{K}_{120-180}$ against the background of 7.5 t/ha of dolomite flour.

Grain and industrial crops are recommended to be cultivated in crop rotations of fruit-type rotation, and fodder crops – in specialized fodder crop rotations near livestock complexes and farms.

With a compact land area, the absence of remote massifs and the uniformity of the soil cover, all the necessary grain, fodder and other crops are recommended to be cultivated in crop rotations of the fruit type. In such cases, as a rule, universal grain-grass crop rotations are introduced with the ratio of crops in accordance with specialization. It is also necessary to include industrial crops (winter and spring rapeseed, sunflower seeds) in such crop rotations. In more remote areas, where there are no livestock farms, or there is a small number of livestock, crop rotations saturated with grain crops can be recommended. Perennial and annual grasses, as well as other fodder crops, should occupy a small proportion in these crop rotations and be included as cereal predecessors.

Key words: ^{137}Cs and ^{90}Sr radionuclides, peat soils, crop rotations, radiation hazardous lands.

Введение

После катастрофы на Чернобыльской АЭС обширные площади сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь подверглись радиоактивному загрязнению, особенно в Гомельской и Могилевской областях. За период 1986–1991 гг. из состава сельскохозяйственных были выведены земли, с

плотностью загрязнения ^{137}Cs более 40 Ки/км² и ^{90}Sr более 3 Ки/км², которые вошли в состав зон отчуждения и отселения, а также земли с более низкой плотностью загрязнения, на которых было невозможно производство продукции с допустимыми уровнями содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr [1,2]. Их площадь составила 216,3 тыс. га в Гомельской и 47,0 тыс. га в Могилевской областях. В постчернобыльский период происходит естественный распад радионуклидов (убыль за счет радиоактивного распада ^{90}Sr составляет 2,35 % в год, ^{137}Cs – 2,27 %) [3, 4].

Благодаря естественному распаду радионуклидов снижается загрязнение всех сельскохозяйственных земель, в том числе и выведенных из оборота. На этом основании за постчернобыльский период в республике около 20,5 тыс. га уже возвращено в хозяйственный оборот из которых порядка 2,5 тыс. га на торфяных почвах (табл.1) [1–5].

Таблица 1. Возврат земель в Республике Беларусь из категории радиационно-опасных земель в сельскохозяйственный оборот

Область	Периоды, годы		
	1993–1998	2006–2022	Всего, га
Брестская	–	99,0	99,0
Гомельская	12848,1	1770,4	14618,5
Могилевская	1744,7	1046,5	2791,2
Итого по Республике	14592,8	5815,9	20408,7

Улучшение радиологической ситуации происходит и в настоящее время. В этой связи перед работниками агропромышленного производства встали вопросы о правильном использовании в сельскохозяйственном производстве земель, ранее выведенных из хозяйственного оборота, и которые, в первую очередь, характеризуются высоким почвенным плодородием.

В Беларуси радиационно-опасные земли подразделяются на земли отчуждения и земли ограниченного хозяйственного использования. К землям отчуждения относятся земли с плотностью загрязнения почв радионуклидами ^{137}Cs от 1480 кБк/м² (40 Ки/км²), либо ^{90}Sr или $^{238,239,240}\text{Pu}$, соответственно, 111 и 3,7 кБк/м² (3 и 0,1 Ки/км²) и более, а также земли с меньшей плотностью загрязнения почв радионуклидами, на которых невозможно производство сельскохозяйственной продукции, содержание радионуклидов в которой не превышает республиканские допустимые уровни (РДУ-99). К землям ограниченного хозяйственного использования относятся земли с плотностью загрязнения почв радионуклидами ^{137}Cs менее 1480 кБк/м² (40 Ки/км²), либо ^{90}Sr или $^{238,239,240}\text{Pu}$ менее, соответственно, 111 или 3,7 кБк/м² (3 или 0,1 Ки/км²), на которых ограничено производство сельскохозяйственной продукции, содержание радионуклидов в которой не превышает республиканские допустимые уровни (РДУ) [6].

Для решения вопросов о хозяйственном использовании ранее выведенных из оборота земель требуется их предварительное радиологическое и агрохимическое обследование, так как, в соответствии с действующим в Республике Беларусь законодательством (Закон Республики Беларусь от 26 мая 2012 г. «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС»), земли с плотностью загрязнения ^{137}Cs выше 40 Ки/км² или ^{90}Sr выше 3,0 Ки/км² относятся к категории радиационно-опасных и их нельзя использовать в сельскохозяйственном производстве [7, 8].

Процедура ввода земель в хозяйственный оборот осуществляется в соответствии с «Положением о порядке отнесения земель к категории радиационно-опасных и перевода их в разряд земель отчуждения либо ограниченного хозяйственного пользования, исключения земель из категории радиационно-опасных и перевода их в хозяйственное пользование в соответствии с основным целевым назначением, исключения земель из разряда земель отчуждения и перевода их в разряд земель ограниченного хозяйственного пользования» (утв. Постановлением Совета Министров от 22 марта 2010 г. № 405) на основании результатов их радиологического и агрохимического обследования, которое проводится в соответствии с методическими указаниями «Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь» [9].

Использовать в сельскохозяйственном производстве выведенные ранее по радиационному фактору земли возможно только после положительного решения о переводе их из категории радиационно-опасных в разряд земель ограниченного хозяйственного пользования [10].

Общеизвестно, что поступление ^{137}Cs в растения из торфяных почв выше, чем из минеральных. В ряде случаев использование торфяных земель ограничено даже в тех случаях, когда уровни загрязнения почв радионуклидами сравнительно невелики (^{137}Cs > 2–5 ки/км² и ^{90}Sr > 0,30–1,0 ки/км²). Проблема укрепления кормовой базы, наращивания объемов производства и заготовки высококачественных кормов, сбалансированных по протеину, сахарам, минеральным компонентам, соответствующих допустимым уровням содержания радионуклидов, на загрязненных радионуклидами торфяных почвах остается актуальной.

Главным резервом увеличения производства кормов и улучшения их качества является совершенствование структуры посевов кормовых культур, в том числе многолетних трав, оптимизация

технологий их возделывания. В большинстве случаев торфяные почвы в сельскохозяйственных организациях используются под сенокосы, что является результатом государственных мероприятий по рациональному использованию и обеспечению контроля за использованием мелиорированных земель, в том числе за размещением на них сельскохозяйственных культур. Однако, в тех организациях, где торфяные почвы составляют 50 % и более сельскохозяйственных земель, данные почвы могут отводиться под пашню, зерно-травяные севообороты. Сохранение и использование таких почв имеет важное социальное значение, так как в таких организациях они определяют уровень сельскохозяйственного производства [10–12].

Цель исследования – оценить особенности перехода радионуклидов из торфяной почвы в сельскохозяйственные культуры при возврате в сельскохозяйственный оборот земель из категории радиационно-опасных и разработать пути снижения их поступления в сельскохозяйственную продукцию.

Основная часть

Для решения поставленной цели нами проведено изучение параметров перехода радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr) в сельскохозяйственные культуры в зависимости от биологических особенностей и системы применения удобрений на экспериментальном участке ранее выведенных по радиационному фактору земель в Брагинском район Гомельской области вблизи бывшего населенного пункта (б.н.п.) Рафалов (42 км от ЧАЭС). Почва участка – на торфяной маломощной почве (0,8–1,0 м), подстилаемой песком связным со следующими агрохимическими показателями: с высокой плотностью загрязнения радионуклидами: ^{137}Cs – 993 кБк/м² (26,8 Ки/км²), ^{90}Sr – 91,2 кБк/м² (2,5 Ки/км²). Средние показатели агрохимических характеристик почвы имели показатели: рНКСl – 5,5; P₂O₅ – 143 мг/кг; K₂O – 217 мг/кг; CaO – 1008 мг/кг; MgO – 96 мг/кг почвы; гумус – 3,1 %, сумма поглощенных оснований – 7,9 ммоль/100 г почвы.

Почвенные пробы отбирались поделаночно перед закладкой опыта и после проведения каждого укоса трав и уборки зерновых культур. В пробах определяли основные агрохимические показатели по общепринятым методикам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО; определение зольности и содержания органического вещества в торфяно-болотной почве по ГОСТу 27784-88; рН (КСl) – потенциометрическим методом; подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову; кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30[8].

Содержание ^{137}Cs в почве и растениях определялось на гамма-спектрометре «Canberra-Packard», ^{90}Sr – радиохимическим методом в модификации ЦИНАО с радиометрическим окончанием на альфа-бета счетчике «Canberra-2400», Бк/кг.

Исследования проводились в двух севооборотах (зернотравяном и плодосменном) с различными сельскохозяйственными культурами согласно схеме чередования культур по годам на двух фонах применения известковых удобрений (рекомендуемая доза доломитовой муки 5 т/га (доза 1) и повышенная 7,5 т/га (доза 2), а также двух фонах калийных (рекомендуемая доза калийных удобрений K₁₂₀ и повышенная K₁₈₀). Схема чередования культур в севооборотах по годам представлена в табл. 2.

Установлено, что применение защитных мероприятий на торфяных маломощных почвах при их вводе в оборот (совместное внесение известковых и минеральных удобрений) способствует снижению поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в возделываемые сельскохозяйственные культуры плодосменного севооборота.

Таблица 2. Схема чередования культур в севооборотах полевого эксперимента

Год	Плодосменный севооборот	Зернотравяной севооборот	
		Озимая тритикале (зеленая масса, зерно)	Озимая тритикале (зеленая масса) + с подсевом многолетней бобово-злаковой травосмеси
2011	Озимая тритикале (зеленая масса, зерно)		
2012	Озимый рапс (зеленая масса, семена)	Многолетние бобово-злаковые травы (зеленая масса, сено) 2 укоса в год	
2013	Озимый ячмень (зеленая масса, семена)	Многолетние бобово-злаковые травы (зеленая масса, сено) 2 укоса в год	
2014	Яровая пшеница (зерно) + с подсевом многолетней бобово-злаковой травосмеси	Многолетние бобово-злаковые травы (зеленая масса, сено) 2 укоса в год	
2015	Многолетние бобово-злаковые травы (зеленая масса, сено) 2 укоса	Многолетние бобово-злаковые травы (зеленая масса, сено) 2 укоса в год	
2016	Многолетние бобово-злаковые травы (зеленая масса, сено) 2 укоса	Многолетние бобово-злаковые травы (зеленая масса, сено) 2 укоса в год	

Минимальные коэффициенты перехода радионуклидов (Кп) в урожай сельскохозяйственных культур севооборота наблюдаются при внесении минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₁₈₀ на фоне 7,5 т/га доломитовой муки (доза 2). По сравнению с контрольным вариантом происходит снижение параметров перехода радионуклидов: для зеленой массы озимых тритикале и рапса ^{137}Cs – до 4 раз, ^{90}Sr – до 2,5 раз; для зерна (озимое тритикале, озимый ячмень, яровая пшеница), семян озимого рапса ^{137}Cs – до 3 раз.

В результате многолетних исследований пополнена база параметров перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr из торфяных почв в зерновые культуры и многолетние бобово-злаковые травы, которые представлены в

«Рекомендациях по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 годы» [3] для группы почв с аналогичными агрохимическими показателями. Параметры перехода ^{137}Cs в семена озимого рапса до 10 раз меньше, чем таковые для ярового рапса. Переход ^{90}Sr в семена озимого рапса в два раза выше, чем для ярового рапса (табл. 3 и табл. 4).

Ежегодное внесение калийных удобрений в течение шести лет под возделываемые культуры в системе севооборота на торфяной почве позволило не только снизить переход ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожай возделываемых культур, но и обеспечить поддержание подвижного К и обменного Са в почве на стабильном уровне. В то время как в варианте без внесения удобрений содержание элементов в почве за этот период снизилось на 20–30 %.

При возделывании многолетних трав в зернотравяном севообороте использовалась бобово-злаковая травосмесь, включающая по 6 кг/га тимopheевки луговой, овсяницы луговой, коостреца безостого и по 4 кг/га клевера гибридного и клевера лугового.

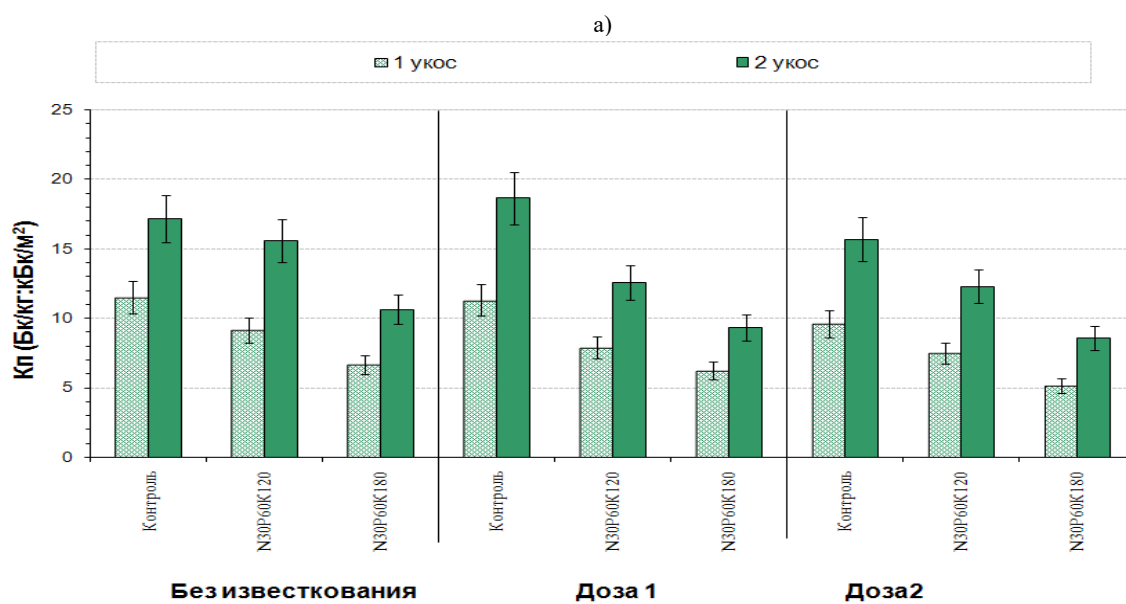
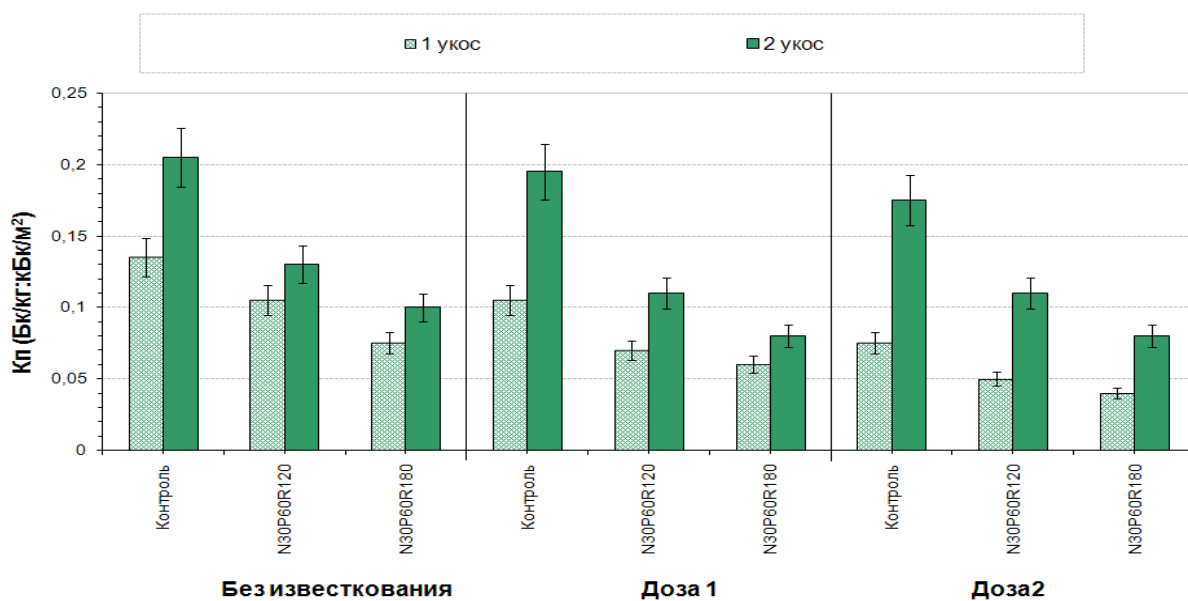
Таблица 3. Средние значения коэффициентов перехода ^{137}Cs (Кп, Бк/кг:кБк/м²) для торфяных почв Республики Беларусь

Тип травостоя	Содержание подвижного калия, мг/кг почвы			
	<200	201–400	401–600	601–1000
Мощность торфяного слоя менее 1 м				
Зерно (влажность 16 %)				
Овес	0,9	0,7	0,6	0,5
Ячмень яровой	0,7	0,6	0,5	0,3
Ячмень озимый	0,5	0,4	0,3	0,2
Пшеница яровая	0,7	0,5	0,4	0,3
Рожь озимая	0,4	0,2	0,1	0,04
Тритикале озимая	0,7	0,5	0,4	0,3
Тритикале яровая	0,5	0,3	0,2	0,1
Сено (влажность 16 %)				
Естественный злаково-разнотравный	10,2	7,3	4,8	2,5
Сеяный многолетний злаковый	7,6	3,9	2,6	1,8
Сеяный многолетний бобово-злаковый	2,7	1,9	1,3	1,0
Зеленая масса (влажность 82 %)				
Естественный злаково-разнотравный	2,2	1,6	1,0	0,5
Сеяный многолетний злаковый	1,6	0,8	0,6	0,4
Сеяный многолетний бобово-злаковый	0,6	0,4	0,3	0,2
Мощность торфяного слоя более 1 м				
Сено (влажность 16 %)				
Естественный злаково-разнотравный	22	19	12	7
Сеяный многолетний злаковый	4,8	1,8	0,6	0,4
Зеленая масса (влажность 82%)				
Естественный злаково-разнотравный	4,6	4,0	2,5	1,5
Сеяный многолетний злаковый	1,0	0,4	0,13	0,08
Сеяный многолетний бобово-злаковый	0,6	0,3	0,2	0,05

Таблица 4. Средние значения коэффициентов перехода ^{90}Sr (Кп, Бк/кг:кБк/м²) для торфяных почв Республики Беларусь

Тип травостоя	Уровень кислотности почвы, pH _(КСР)		
	4,51–5,00	5,01–5,50	5,51–6,00
Мощность торфяного слоя менее 1 м			
Зерно (влажность 16 %)			
Овес	0,8	0,6	0,5
Ячмень яровой	0,7	0,6	0,5
Ячмень озимый	0,6	0,5	0,4
Пшеница яровая	0,5	0,4	0,3
Рожь озимая	0,6	0,5	0,4
Тритикале озимая	1,0	0,6	0,3
Тритикале яровая	0,8	0,5	0,2
Сено (влажность 16 %)			
Естественный злаково-разнотравный	5,2	3,8	2,6
Сеяный многолетний злаковый	3,7	2,4	1,9
Сеяный многолетний бобово-злаковый	6,8	5,5	3,2
Зеленая масса (влажность 82 %)			
Естественный злаково-разнотравный	1,1	0,8	0,6
Сеяный многолетний злаковый	0,8	0,5	0,4
Сеяный многолетний бобово-злаковый	1,5	1,2	0,7
Мощность торфяного слоя более 1 м			
Сено (влажность 16 %)			
Естественный злаково-разнотравный	17	4,4	3,2
Сеяный многолетний злаковый	3,4	3,0	2,6
Сеяный многолетний бобово-злаковый	2,5	2,2	1,7

Величины накопления ^{137}Cs в звене торфяная почва – сено многолетних бобово-злаковых травосмесей были ниже в три и более раз, по сравнению с аналогичными данными для группы почв с содержанием обменного калия в диапазоне 141–200 мг/кг почвы (рис. 1).



б)

Рис. 1. Коэффициенты перехода ($K_{п} = \text{Бк/кг} : \text{Бк/м}^2$) ^{137}Cs (а) ^{90}Sr (б) в сено многолетних бобово-злаковых трав (в среднем за 2012–2016 гг. исследований)

Ежегодное внесение калия, как основного антагониста цезия, за блет возделывания многолетних бобово-злаковых трав в зерно-травяном севообороте позволило обеспечить его поддержание в почве на стабильном высоком уровне (не ниже 250 мг/кг почвы), по сравнению с контролем, где содержание калия за этот период снизилось до 30 %.

В данном севообороте величина параметров поступления ^{90}Sr в сено многолетних бобово-злаковых травосмесей не превысила аналогичные данные, для дерново-подзолистых супесчаных почв с величиной рН 5,1–5,5, за исключением первого года на контрольном варианте (без внесения известковых и калийных удобрений).

Результаты исследований показали, что у многолетних бобово-злаковых трав накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr также зависит от их укоса (параметры перехода в травостой второго укоса до 2,5 раз выше, чем для первого укоса). В связи с интенсивным ростом бобовых трав во второй год жизни параметры перехода

^{90}Sr в варианте без внесения удобрений достигают максимальных значений. Это подтверждает выводы о том, что бобовые травы накапливают ^{90}Sr больше, чем злаковые травы. На третий год жизни травостоя частичное выпадение бобовой компоненты влияет, в свою очередь, и на снижение параметров перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожай многолетних трав.

В условиях Беларуси в зависимости от радиоэкологических, почвенных и ландшафтных условий, специализации хозяйств и уровня концентрации животноводства, необходимого количества и видового состава кормов, а также организационно-хозяйственных условий применяются преимущественно следующие виды севооборотов: зернотравяно-пропашные (плодосменные), зернотравяные, зернопропашные, травяно-зерновые и травяно-пропашные. На легких (песчаных и супесчаных на песках) по гранулометрическому составу почвах и торфяных почвах набор возделываемых культур ограничен, поэтому вводятся севообороты с более короткой ротацией. На связных (глинистых и суглинистых) почвах с большим разнообразием культур формируются севообороты с более продолжительной ротацией и большим числом полей (от 3–4 до 7–8).

Рациональная структура посевных площадей на торфяных почвах определяется с учетом следующих факторов: 1) природных условий, производственной структуры предприятий; 2) полного соответствия принятым основным направлениям в использовании мелиорированных земель; 3) максимального и наиболее полного использования почвенного плодородия и агроклиматических ресурсов в течение вегетационного периода; 4) выращивания культур, дающих наивысшую экономическую эффективность в данных природных условиях, и обеспечения высокого уровня потенциальной продуктивности почв; 5) создания благоприятных условий для повышения плодородия и улучшения баланса органического вещества почв [10–15].

На основании полученных результатов исследований можно рекомендовать следующие схемы севооборотов для возделывания сельскохозяйственных культур на торфяных почвах при их возвращении из категории радиационно-опасных в сельскохозяйственный оборот (табл. 5).

Таблица 5. Перечень типовых севооборотов для заданных почвенно-гидрологических условий торфяных почв

УГВ < 0,5 м			
ОВ от <10 до 50 %			
Многолетние злаковые травы и/или их смеси, способные переносить длительные периоды затопления			
ОВ < 10 %	ОВ 10-30 %	ОВ 30-50%	ОВ > 50 %
0,5 м < УГВ < 1,2 м			
1. Однолетние бобово-злаковые смеси 2. Люцерна (выводное поле до 5 лет) + поукосные после I укоса последнего года жизни 3. Кукуруза на зерно/зеленую массу 4. Озимый ячмень	1. Однолетние бобово-злаковые смеси 2. Озимый рапс 3. Оз. тритикале (оз. ячмень) + подсев клевера 4. Клевер 1 года 5. Клевер 2 года 6. Оз. рожь+пожнивные	1. Оз. рожь (оз. ячмень) + пожнивные 2. Яр. пшеница и/или яр. тритикале + пожнивные 3–7. Люцерна (выводное поле до 5 лет) +поукосные после I укоса последнего года жизни	1. Ячмень + подсев бобово-злаковых смесей 2–5 Бобово-злаковые смеси 6. Однолетние бобово-злаковые смеси 7. Оз. рожь (оз. ячмень) + пожнивные

При компактной земельной территории, отсутствии удаленных массивов и однородности почвенного покрова все необходимые зерновые, кормовые и другие культуры рекомендуется возделывать в севооборотах плодосменного типа. В таких случаях, как правило, вводят универсальные зерно-травяные севообороты с соотношением культур в соответствии со специализацией. Также необходимо в такие севообороты включать технические культуры (озимый и яровой рапс, подсолнечник на семена). На более отдаленных массивах, где отсутствуют животноводческие фермы, или имеется небольшое поголовье скота, можно рекомендовать севообороты, насыщенные зерновыми культурами. Многолетние и однолетние травы, а также другие кормовые культуры, должны занимать в этих севооборотах небольшой удельный вес и включаться как предшественники зерновых

Заключение

1. При возврате в сельскохозяйственный оборот земель на торфяных почвах из категории радиационно-опасных требуется в обязательном порядке проведение комплекса агрохимических и агротехнических защитных мер (известкование, внесение фосфорных и калийных удобрений, подбор культур с низкими параметрами накопления радионуклидов, особенно ^{90}Sr).

2. Минимальные коэффициенты перехода радионуклидов (Кп) в урожай сельскохозяйственных культур севооборотов наблюдаются при внесении минеральных удобрений в дозах $\text{N}_{60-90}\text{P}_{60-90}\text{K}_{120-180}$ на фоне 7,5 т/га доломитовой муки.

3. Зерновые и технические культуры рекомендуется возделывать в севооборотах плодосменного типа, а кормовые культуры – в специализированных кормовых севооборотах вблизи животноводческих комплексов и ферм.

4. На более отдаленных массивах, где отсутствуют животноводческие фермы, или имеется небольшое поголовье скота, можно рекомендовать севообороты, насыщенные зерновыми культурами. Многолетние и однолетние травы, а также другие кормовые культуры должны занимать в этих севооборотах небольшой удельный вес и включаться как предшественники зерновых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные проблемы радиологии в сельскохозяйственном производстве: монография / под общ. ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань: Мещерский ф-л ГНУ ВНИИГ и М Россельхозакадемия, 2010. – 363 с.
2. Научные основы реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных в результате крупных радиационных аварий: монография//под общ. ред. Н. Н. Цыбулько. – Минск: РНИУП «Институт радиологии», 2011. – 438 с.
3. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы // Н. Н. Цыбулько и [и др.]. РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 144 с.
4. Рекомендации по возделыванию многолетних бобово-злаковых многокомпонентных травосмесей на загрязненных радионуклидами торфяных почвах/ РНИУП «Институт радиологии» – Минск: Ин-т радиологии, 2015. – 33 с.
5. Подоляк, А. Г. Радиологические аспекты производства сельскохозяйственной продукции на территории радиоактивного загрязнения / А. Г. Подоляк, А. Ф. Карпенко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. Вып. 19. – Ч.2. – Горки, 2016. – С. 194–201.
6. Радиологические аспекты применения минеральных удобрений на радиоактивно загрязненных кормовых угодьях / Н. М. Белоус, А. Г. Подоляк, Е. В. Смольский, А. Ф. Карпенко // Агрохимический вестник. – 2016. – № 2. – С. 10–14.
7. Подоляк, А. Г. Параметры поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в многолетние злаковые травы и зоотехнические показатели качества кормов в зависимости от доз внесения удобрений на торфяной почве / А. Г. Подоляк [и др.]. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. Вып. 19. – Ч. 2. – Горки, 2016. – С. 185–193.
8. Подоляк, А. Г. Влияние агрохимических и агротехнических приемов улучшения основных типов лугов Белорусского Полесья на поступление в травостой ^{137}Cs и ^{90}Sr : автореф. дисс. к. с-х. н., 06.01.04; НИРУП «Институт почвоведения и агрохимии» – Минск, 2002. – 19 с.
9. Подоляк, А. Г. Рекомендации по использованию возвращаемых в оборот загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных земель. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2015. – 35 с.
10. Цыбулько, Н. Н. Методология комплексной оценки радиационно-опасных земель при возврате в хозяйственное пользование / Н.Н. Цыбулько, Т.П. Шапшеева // Экологический вестник, 2014, № 4(30) – С. 97–102.
11. Подоляк, А. Г. Научные аспекты сельскохозяйственного производства в постчернобыльских условиях / А. Г. Подоляк, В. В. Валетов, А. Ф. Карпенко. – Мозырь: МГПУ им. И.П. Шамякина, 2017. – 242 с.
12. Подоляк, А. Г. Опыт обеспечения радиационной безопасности территорий Республики Беларусь после катастрофы на Чернобыльской АЭС / А. Г. Подоляк, Т. Ф. Персикова // Агрохимический вестник. 2023. – №1 – С 64–69.
13. Персикова, Т. Ф. Возделывание многолетних бобово-злаковых травосмесей на загрязненных радионуклидами торфяных почвах / Т. Ф. Персикова, А. Г. Подоляк. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – №4. – С. 59–66.
14. Комплекс мероприятий по повышению плодородия и защите от деградации почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 2021–2025 годы / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. Национальная академия Наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 148 с.
15. Подоляк, А. Г. К вопросу возврата в хозяйственное использование земель, выведенных из оборота по радиационному фактору. Плодородие почв – основа продовольственной безопасности государства: Материалы VI съезда общества почвоведов и агрохимиков, Минск 21 июля 2022 г. / А. Г. Подоляк, Т. Ф. Персикова // Институт почвоведения и агрохимии; редкол.: Ю. К. Шашако [и др.]. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2022. – С. 236–240.