

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137 МНОГОЛЕТНИМИ СРЕДНЕСПЕЛЫМИ ЗЛАКОВЫМИ ТРАВАМИ НА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

Е.Б. ЕВСЕЕВ, В.С. ФИЛИПЕНКО

БФ РНИУП «Институт радиологии»,

г. Пинск, Республика Беларусь

Введение. В условиях радиоактивного загрязнения территории организация кормовой базы для сельскохозяйственных животных является наиболее важным звеном в производстве нормативно-чистой продукции животноводства, т.к. позволяет ограничить переход радионуклидов уже на начальных этапах миграционной цепочки «почва – растение (корм) – сельскохозяйственные животные – продукция животноводства – человек» и тем самым снизить дозовые нагрузки на население. На естественных лугах основная масса выпавших радионуклидов сосредоточена в верхнем 0-5 см слое дернины и является потенциально доступной для растений [1]. Поэтому, чтобы уменьшить уровень загрязнения радионуклидами животноводческой продукции, производимой в загрязненных районах, необходимо снизить переход радионуклидов в луговую растительность.

Кроме почвенно-климатических условий и биологических особенностей растений, выделяют группу факторов, снижающих поступление радионуклидов. Это различные агротехнические и агрохимические мероприятия.

Данные мероприятия воздействуют на физико-химические свойства почв, приводят к перераспределению радионуклидов в корнеобитаемом слое почв, тем самым модифицируют естественное поведение радионуклидов в системе «почва – растение» и используются в качестве защитных мероприятий (контрмер), направленных на ограничение поступления радионуклидов в продукцию растениеводства [2, 3].

Проведение коренного улучшения травостоя снижает величины коэффициентов перехода ^{137}Cs из почвы в травостой в 3-4 раза [4]. При внесении под обработку почв извести и минеральных удобрений в различных сочетаниях величины K_d изменяются от 4,3 до 39,1 [5].

Наряду с коренным улучшением широко используется поверхностное улучшение травостоев. В этом случае необходимо использовать агротехнические приемы, которые были бы направлены на минимальное разрушение целостности дернины – это поверхностное фрезерование и прикатывание с посевом трав, подсев трав в дернину фрезерной сеялкой.

Совместное применение агротехнических и агрохимических мероприятий более эффективно, чем отдельно взятых контрмер.

Применение различных обработок почвы с внесением фосфорно-калийных удобрений на торфяниках Полесья позволило снизить удельную активность ^{137}Cs в сене многолетних трав в 1,5-3,9 раза [6].

При изучении различных способов перезалужения в условиях производственного эксперимента наиболее эффективным приемом оказалось внесение полного минерального удобрения в сочетании с доломитовой мукой под дискование, что позволило снизить содержание ^{137}Cs в 15 раз [7].

С целью снижения поступления радионуклидов в растения и поддержания почвенного плодородия рекомендуется вносить органические удобрения. Установлено, что они способствуют закреплению азота минеральных удобрений в почве, снижают потери этого элемента в результате вымывания и денитрификации, а также повышают содержание обменных форм фосфора и калия [8,9, 10].

Содержание ^{137}Cs в товарной части продукции культур можно снизить за счет уровня плодородия почв, без применения удобрений, в 1,8-2,5 раза. Применение фосфорно-калийных удобрений на почвах различного уровня плодородия приводит к снижению накопления ^{137}Cs в растениях в 1,2-1,4 раза, коэффициент накопления данного радионуклида на почвах более плодородных в 2 раза ниже, чем на менее плодородных [11].

Наибольший эффект снижения уровня загрязнения урожая радионуклидами наблюдается при совместном внесении в почву извести и органического вещества. Так, совместное внесение в поч-

ву извести и органических удобрений примерно на 30% увеличивает урожай и в 2-2,5 раза снижает величину коэффициента накопления ^{137}Cs растениями [12].

Применение минеральных удобрений не только изменяет доступность ^{137}Cs растениям, но и приводит к значительным изменениям агрохимических свойств почв [13].

Среди применяемых удобрений наибольшее влияние на снижение поступления ^{137}Cs в растения оказывают калийные удобрения, что обусловлено антагонизмом катионов цезия и калия в почвенном растворе [14].

При внесении калийных удобрений происходит изменение соотношения цезия и калия в почвенном растворе, что увеличивает конкурентное взаимодействие ионов элементов химических аналогов при корневом поглощении растениями. Увеличение в определенных пределах содержания доступного калия в почве позволяет существенно снизить переход ^{137}Cs в растения, что подтверждено экспериментально [12, 14, 15]. Однако внесение калия в почву выше оптимального уровня не приводит к дальнейшему снижению накопления радионуклидов [16].

Исследования, проведенные на пойменных лугах, показали неоднозначное влияние минеральных удобрений на поступление ^{137}Cs в многолетние злаковые травы. Фосфорно-калийные удобрения в дозе $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{180}$ уменьшали накопление ^{137}Cs в 1,3 раза по сравнению с дозой $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ [17]. Кратность снижения поступления ^{137}Cs в травостой в зависимости от дозы фосфорно-калийных удобрений может варьировать от 1,4 до 4,6 [18].

На накопление радионуклидов в растениях оказывают влияние не только дозы применяемых удобрений, но и их сочетания. Применение калийных удобрений в дозе 180 кг д.в./га на фоне азота N_{60} в 1,5 раза снижало содержание ^{137}Cs в растениях. При увеличении дозы азота до 100 кг д.в./га внесение калийных удобрений в дозе 120 кг д.в./га было неэффективным [16].

Оптимальная кислотность почв на фоне применения минеральных удобрений позволяет повысить урожайность культур и сократить поступление радионуклидов в растения на 60-80%

Анализ экспериментальных данных показывает, что изменение кислотности в интервале 4,5-5,7 не оказывает заметного влияния на накопление радионуклидов ^{137}Cs , тогда как накопление растением ^{90}Sr в этих условиях снижается в среднем в 1,7 раза [12].

Известкование кислых почв приводит к нейтрализации почвенного раствора, вытеснению ионов водорода из почвенного поглощающего комплекса и насыщению его кальцием. Внесение извести в дозе, эквивалентной гидролитической кислотности, улучшает физические и химические свойства почвы, повышает ее плодородие, снижает содержание радионуклидов в урожае растений в 1,5 – 3 раза [19, 20, 21, 22].

Наиболее эффективным приемом снижения поступления ^{137}Cs является внесение калийных удобрений и извести. Данное мероприятие позволяет снизить накопление радионуклидов в растениях на разных почвах от 2-3 до 20 раз [20, 4, 23].

По данным Агееца В.Ю. [16], наибольший эффект по снижению перехода радионуклидов в урожай многолетних злаковых трав на торфяно-болотной почве (до 3 раз ^{137}Cs) был получен при внесении извести в дозе, необходимой для нейтрализации полной гидролитической кислотности, и минеральных удобрений с двойной дозой калия.

Применение доломитовой муки в дозе 8 т/га и на фоне минеральных удобрений $\text{N}_{70}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$ на дерново-подзолистой супесчаной почве ($\text{pH}_{(\text{KCl})} - 4,8$) снижает содержание ^{137}Cs в сене тимофеевки луговой от 2 до 4 раз по сравнению с вариантами без известкования [24].

Наиболее существенное значение для повышения урожая имеют удобрения, содержащие азот. Недосток доступного азота в почве приводит к снижению урожая, а повышенные дозы азотных удобрений увеличивают накопление радионуклидов в растениях [17]. Увеличение перехода ^{137}Cs из почвы в растение обусловлено наличием аммонийной формы азота в удобрениях, способной вытеснять ионы радиоцезия из почвенного поглощающего комплекса в почвенный раствор и этим увеличивать доступность его растениям [19].

Ввиду большой подвижности азота и быстрого поглощения его растениями наиболее эффективно для снижения загрязнения кормов с лугопастбищных угодий радионуклидами и нитратами азотные удобрения вносить дробно, под каждый укос или цикл стравливания, или же использовать для внесения медленно действующие формы азотных удобрений. При этом целесообразность применения азотных удобрений необходимо определять в зависимости от содержания в травостое бобовых культур [1].

Экспериментально установлено, что внесение азота в оптимальной дозе не влияет на переход ^{137}Cs в луговую растительность, а применение повышенных доз приводит к увеличению накопления радионуклидов в 1,2-1,7 раза [2].

Полевой опыт по изучению влияния минеральных удобрений на накопление ^{137}Cs в многолетних среднеспелых злаковых травах на загрязненной радионуклидами антропогенно-преобразованной торфяной почве был заложен 20 апреля 2016 года на землях СПК «Новое Полесье» Лунинецкого района Брестской области согласно методике Доспехова [25].

Почва опытного участка – антропогенно-преобразованная торфяная, подстилаемая песком на глубине 50 см (рисунок 1), средняя плотность загрязнения участка ^{137}Cs составляет $143,9 \text{ кБк/м}^2$ ($3,9 \text{ Ки/км}^2$).



Рисунок 1 – Почвенный разрез

По результатам агрохимического обследования, обменная кислотность составила от 5,29 до 5,48 ед., что соответствует по степени кислотности группе слабокислых торфяных почв. На данном участке отмечается повышенное содержание подвижного калия (692-940 мг/кг) и высокое содержание фосфора (785-1050 мг/кг). Содержание обменного магния в среднем составило 553,5 мг/кг, что соответствует оптимальным параметрам. Почва данного участка характеризуется высоким содержанием меди (7,72 мг/кг) и обменного кальция (3296,2 мг/кг). Средняя зольность составила 35,9 %, сумма поглощенных оснований – 66,5 ммоль/100г почвы. Содержание общего азота 1,7% (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвенных образцов опытного участка

Варианты опыта	Определяемый показатель								
	pH _{KCl}	Ca	Mg	Калий	Фосфор	Зольность	Сумма поглощённых оснований	Азот общий	Медь
	ед.	мг/кг		мг/кг		%	ммоль/100г почвы	%	мг/кг
	0,02 ед.	7,5-17 %	7,5-20 %	10-15%	15-20 %	3%	10-15 %	0,10%	6%
1. Контроль	5,36	3349	530,3	722	860	37,78	64,8	1,70	7,63
2. P ₉₀ K ₁₂₀	5,33	3296	538,6	822	990	37,39	66,4	1,80	7,95
3. P ₉₀ K ₁₅₀	5,41	3307	593,2	692	940	35,99	67,2	1,77	7,73
4. P ₉₀ K ₁₈₀	5,38	3462	588,2	815	1010	34,03	66,8	1,80	7,89
5. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₅₀	5,48	3428	625,4	940	1050	34,11	71,2	1,80	7,87
6. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	5,41	3332	577,0	875	945	34,99	67,2	1,80	7,99
7. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₅₀	5,41	3333	575,9	755	860	34,68	68,4	1,79	7,37
8. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₈₀	5,35	3305	546,7	875	825	34,18	66,8	1,78	7,78
9. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	5,35	3225	519,7	812	785	36,72	65,6	1,70	7,15
10. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	5,36	3178	523,8	835	800	35,08	66,0	1,70	7,63
Среднее	5,37	3296	553,45	818,3	902	35,97	66,5	1,74	7,72

Опыт заложен методом рендомезированных повторений в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки (4x5)=20 м², площадь учетной делянки (3x4)=12 м². Посев многолетних среднеспелых злаковых трав беспокровный. Состав травосмеси: тимофеевка луговая, овсяница луговая, кострец безостый.

Минеральные удобрения вносились в соответствии со схемой полевого эксперимента (таблица 2). Использовались следующие виды: карбамид, суперфосфат, хлористый калий. Фосфорные удобрения внесены в полной дозе под первый укос, калийные и азотные – 75 %

Таблица 2 – Схема применения минеральных удобрений в опыте

Варианты опыта	Дозы удобрений под 1-й укос, кг/га д.в.			Дозы удобрений под 2-й укос, кг/га д.в.		
	N	P	K	N	P	K
1. Контроль (без удобрений)	-	-	-	-	-	-
2. P ₉₀ K ₁₂₀	-	90	90	-	-	30
3. P ₉₀ K ₁₅₀	-	90	90	-	-	60
4. P ₉₀ K ₁₈₀	-	90	120	-	-	60
5. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₅₀	60	90	90	40	-	60
6. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	80	90	90	40	-	60
7. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₅₀	80	90	90	60	-	60
8. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₈₀	60	90	120	40	-	60
9. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	80	90	120	40	-	60
10. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	80	90	120	60	-	60

Перед внесением удобрений отобраны образцы почвы на содержание в ней аммонийного и нитратного азота. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание нитратного и аммонийного азота в почвенных образцах опытного участка

Варианты опыта	N-NO ₃ мг/кг (нитратный)	N – NH ₄ мг/кг (аммонийный)
1. Контроль (без удобрений)	24,5	10,1
2. P ₉₀ K ₁₂₀	14,2	20,9
3. P ₉₀ K ₁₅₀	28,8	11,8
4. P ₉₀ K ₁₈₀	14,8	11,9
5. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₅₀	28,2	9,9
6. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	30,2	12,0
7. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₅₀	27,5	11,4
8. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₈₀	14,5	25,0
9. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	19,5	13,7
10. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	16,6	15,1

Результы исследования почв содержания нитратного и аммонийного азота показывают, что содержание аммонийного азота меньше нитратного по всем вариантам, кроме 2-го и 8-го. При данной кислотности почвы опытного участка (5,37 ед.) превышение нитратного азота является более благоприятным условием для нормальной вегетации трав, так как при данной кислотности на этом типе почв происходит более активное поглощение нитратного азота.

Метеоусловия вегетационного периода

Текущий вегетационный период характеризовался превышением фактических температур воздуха на 1-6 °С над средними многолетними значениями за исключением 3 декады апреля и 2 декады мая, где фактическая температура была на 1-3 °С ниже средних многолетних значений.

Прорастание семян и период первых всходов проходил при температуре воздуха ниже оптимальных значений на 2-3 °С. В фазе кушения и выхода в турбку температура соответствовала оптимальным значениям 16 и 17 °С соответственно. В последующий период развития (фаза колошения) температура превышала оптимальные значения на 6 °С.

Сумма осадков, выпавших во 2 декаде мая и июня, была выше средних значений. В остальные периоды наблюдалось недостаточное количество осадков. Самыми засушливыми оказались 3 декада апреля и 1 декада июня. Изменения температуры воздуха и сумма осадков за прошедший вегетационный период представлено на рисунках 2,3 .

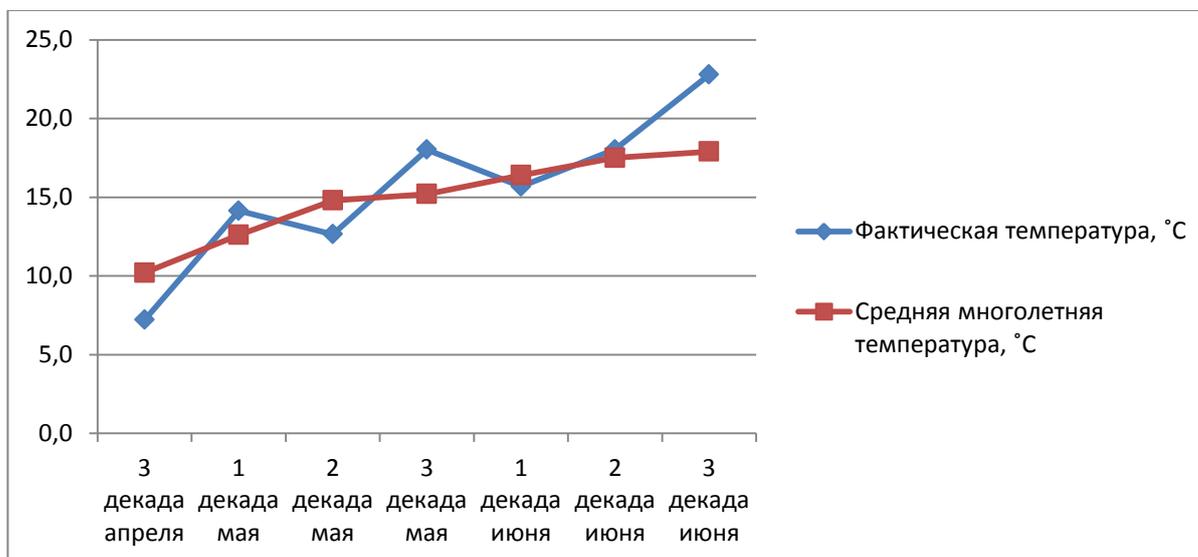


Рисунок 2 – температура воздуха за вегетационный период

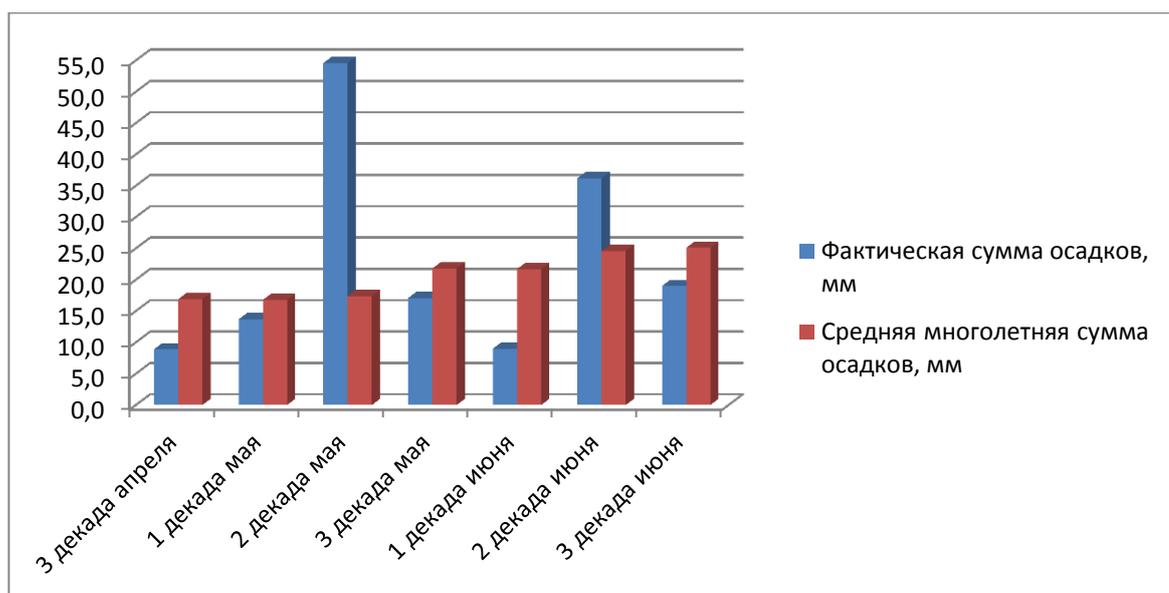


Рисунок 3 – Сумма осадков за вегетационный период

В течение вегетационного периода проводились наблюдения за состоянием трав, прохождением ими фенологических фаз. В конце июня был проведен укос многолетних среднеспелых злаковых трав. Отобраны сопряженные пробы травы и почвы для определения коэффициентов перехода, взяты пробы сена для определения его зоотехнического качества, пробы почвы для определения содержания аммонийного и нитратного азота.

Для борьбы с сорняками в течение вегетационного периода проводилось неоднократное подкашивание трав, поэтому данные по урожайности не совсем точно отражают истинную урожайность трав. Урожайность многолетних трав представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Урожайность многолетних трав, ц/га

Варианты опыта	Повторности				Среднее значение
	1	2	3	4	
1. Контроль (без удобрений)	26,7	25,9	26,5	26,9	26,5
2. P ₉₀ K ₁₂₀	33,4	32,8	32,4	32,9	32,9
3. P ₉₀ K ₁₅₀	32,9	35,1	34,9	34,5	34,4
4. P ₉₀ K ₁₈₀	34,9	35,6	34,5	34,7	34,9
5. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₅₀	37,8	38,1	38,3	38,5	38,2
6. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	38,4	38,6	38,9	39,6	38,9
7. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₅₀	39,7	40,2	39,9	39,8	39,9
8. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₈₀	37,9	38,3	38,5	38,3	38,3
9. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	38,6	38,9	39,4	39,9	39,2
10. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	40,4	40,5	39,7	39,9	40,1

Данные по урожайности многолетних среднеспелых злаковых трав свидетельствуют о наличии тенденции увеличения урожайности сена при увеличении дозы азотных удобрений. Увеличение составило 6,4-13,6 ц/га от контрольного варианта.

Определение активности ¹³⁷Cs в растительных образцах и расчет коэффициента перехода ¹³⁷Cs показали, что на всех вариантах опыта с внесением минеральных удобрений происходит уменьшение содержания ¹³⁷Cs в сене многолетних трав по сравнению с контролем. Данные по коэффициентам перехода ¹³⁷Cs в сено многолетних злаковых трав, представлены в таблицах 5.

Таблица 5 – КП, Бк/кг/ кБк/м²

Варианты опыта	Повторности				Среднее значение
	1	2	3	4	
1. Контроль (без удобрений)	0,51	0,55	0,63	0,71	0,60
2. P ₉₀ K ₁₂₀	0,28	0,62	0,41	0,64	0,48
3. P ₉₀ K ₁₅₀	0,39	0,71	0,37	0,20	0,40
4. P ₉₀ K ₁₈₀	0,35	0,42	0,30	0,27	0,33
5. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₅₀	0,48	0,46	0,30	0,53	0,44
6. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	0,40	0,46	0,35	0,60	0,45
7. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₅₀	0,28	0,50	0,39	0,35	0,37
8. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₈₀	0,63	0,45	0,22	0,29	0,39
9. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	0,54	0,31	0,94	0,36	0,54
10. N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	0,50	0,42	0,52	0,41	0,46

Наименьший переход ¹³⁷Cs наблюдается в варианте P₉₀K₁₈₀ без азота и составил 0,33. В вариантах с внесением азотных удобрений N₁₄₀ P₉₀K₁₅₀, N₁₀₀ P₉₀K₁₈₀ получены наименьшие КП ¹³⁷Cs (0,37; 0,39). Их значения в 1,6 раза меньше контрольного варианта, при этом наблюдается рост урожайности многолетних трав. При внесении азотных удобрений N₁₀₀₋₁₄₀ на фоне P₉₀K₁₈₀ наблюдается увеличение КП от 18-63% по сравнению с вариантом P₉₀K₁₈₀.

Выводы. Полученные по результатам полевого опыта коэффициенты перехода ¹³⁷Cs показали, что на всех вариантах опыта с внесением минеральных удобрений происходит уменьшение содержания ¹³⁷Cs в сене многолетних трав по сравнению с контролем. Наименьший переход ¹³⁷Cs наблюдается в варианте P₉₀K₁₈₀ без азота и составляет 0,33. В вариантах с внесением азотных удобрений N₁₄₀ P₉₀K₁₅₀, N₁₀₀ P₉₀K₁₈₀ получены наименьшие КП ¹³⁷Cs (0,37; 0,39). Их значения в 1,6 раза меньше контрольного варианта, при этом наблюдается рост урожайности многолетних трав.

Литература

1. Сельскохозяйственная радиэкология / Р.М. Алексахин [и др.]; под общ. ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. – М. : Экология, 1992. – 400 с.

2. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на Чернобыльской АЭС) / под общ. ред. В.И. Парфенова, Б.И. Якушева. – Минск : Наука і тэхніка, 1995. – 582 с.
3. Перепелятникова, Л.В. Эффективность мероприятий, направленных на снижение поступления радионуклидов в продукцию растениеводства в районах, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС / Л.В. Перепелятникова, Б.С. Пристер, Н.А. Лоцилов // Радиозэкология и контрмеры : тез. докл. I семинара Сов. отд-ния Междунар. союза радиозэкологов, Киев, 27 апр.–4 мая 1991 г. – Киев, 1991. – С. 81.
4. Клименко, Н.А. Снижение содержания радиоцезия в кормах при мелиорации естественных лугов / Н.А. Клименко, Г.П. Перепелятников, Б.С. Пристер // Третий съезд по радиационным исследованиям : тез. докл., Москва, 14-17 октября 1997 г. / Междунар. ассоц. академ. наук. – Пушино, 1997. – Т. 2. – С. 454.
5. Ильин, М.И. Влияние приемов коренного улучшения торфянистого луга на переход цезия – 137 из почвы в травостой / М.И. Ильин, Г.П. Перепелятников, Б.С. Пристер // Третья Всесоюзная конференция по сельскохозяйственной радиологии: тез. докл. – Обнинск, 1990. – Т. I. – С. 42.
6. Влияние способов обработки почвы и удобрения осушенных торфяников на продуктивность многолетних трав и накопление ими радионуклидов / В.С. Быстрицкий [и др.] // Проблемы сельскохозяйственной радиологии – десять лет спустя после аварии на Чернобыльской АЭС : тез. докл. второй междунар. науч. конф., Житомир, 12-14 июня 1996г. / Гос. агроэколог. акад. Украины. – Житомир, 1996. – С. 56–58.
7. Влияние улучшения сенокосно-пастбищных угодий, расположенных на основных типах почв Белорусского Полесья, и на размеры перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостой / С.Ф. Тимофеев [и др.] // Итоги научных исследований в области радиозэкологии окружающей среды за десятилетний период после аварии на Чернобыльской АЭС : сб. науч. тр. / под ред. С.К. Фирсаковой. – Гомель, 1996. – С. 86-89.
8. Рекомендации по улучшению суходольных и низинных лугов, подвергшихся радиоактивному загрязнению / НИРУП «Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»; сост. И.М. Богдевич [и др.]. – Минск, 2004. – 69 с.
9. Сереброва, И.В. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и ботанический состав травостоев / И.В. Сереброва, В.В. Вахрушева // Бюл. Всерос. Науч.-исслед. Ин-та удобрений и агропочвоведения. – 2001. – № 115. – С. 157 – 158.
10. Шкель, М.П. Эффективность различных видов органических удобрений на дерново-подзолистых почвах / М.П. Шкель. – Минск: Бел НИИНТИ, 1984. – 84 с.
11. Богдевич, И.М. Влияние радиоактивного загрязнения земель Беларуси на производство и качество сельскохозяйственной продукции И.М. Богдевич, В.А. Щербаков // Вес. Акад. аграр. наук Рэсп. Беларусь. – 1997. – № 1. – С. 30-40.
12. Ведение сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения: учеб. пособие / Г.В. Козьмин [и др.]; под общ. ред. Г.В. Козьмина, С.В. Круглова. – Обнинск : ИАТЭ, 1999. – 187 с.
13. Основные итоги и перспективы многолетних исследований по агрохимии и почвенной химии цезия – 137 / Ф.А. Тихомиров [и др.] // Третья Всесоюзная конференция по сельскохозяйственной радиологии : тез. докл. – Обнинск, 1990. – Т. I – С. 10-12.
14. Сельскохозяйственная радиозэкология / Р.М. Алексахин [и др.]; под общ. ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. – М. : Экология, 1992. – 400 с.
15. Оценка состояния $\text{Cs} - 137$ в почвах и анализ факторов влияющих на биологическую доступность радионуклида / Р.М. Алексахин [и др.] // Роль творческого наследия академика ВАСХНИЛ В.М. Ключковского в решении современных проблем сельскохозяйственной радиологии: материалы науч.-практ. конф., г. Москва, 5-6 дек. 2000 г. / ЦНИИ агрохим. обслуживания сел. хоз-ва. – М., 2001. – С. 196–201.
16. Агеец, В.Ю. Система радиозэкологических контрмер в агрофере Беларуси / В.Ю. Агеец ; РНИУП «Ин-т радиологии». – Минск, 2001. – 250 с.
17. Эффективность минеральных удобрений на радиоактивно-загрязненных территориях / Т.Л. Жигарева [и др.] // Химия в сел. хоз-ве. – 1996. – № 1. – С. 35-37.
18. Котик, В.А. Закономерности миграции цезия – 137 в луговых экосистемах после аварии на Чернобыльской АЭС: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.01 / В.А. Котик; Всерос. науч.-исслед. ин-т с.-х. радиологии и агроэкологии. – Обнинск, 1996. – 24 с.
19. Пшиходский, Г.М. Технологические основы мелиорации ландшафтов, загрязненных радиоактивными веществами / Г.М. Пшиходский. – Горки: Курсы по повышению квалификации и переподготовке кадров Могилевского облсельхозпрода, 2000. – 308 с.

20. Юдинцева, Е.В. Агрехимия радиоактивных изотопов стронция и цезия / Е.В. Юдинцева, И.В. Гулякин. – М. : Атомиздат, 1968. – 472 с.
21. Агеец, В.Ю. Система мероприятий, направленных на снижение поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию в условиях Беларуси: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / В.Ю. Агеец. – Обнинск, 2001. – 278 с.
22. Снижение содержания радиоактивных веществ в продукции растениеводства: рекомендации. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 40 с.
23. Изменение доступности радионуклидов растениям при химизации сельского хозяйства / Е.В. Юдинцева [и др.] // Агрехимия. – 1982. – № 5. – С. 82-88.
24. Клебанович, Н.В. Влияние известкования на поступление радиоцезия в растениеводческую продукцию / Н.В. Клебанович // Третий съезд по радиационным исследованиям : тез. Докл., Москва, 14-17 окт. 1997 г. / Междунар. Ассое. Академ. Наук. – Пушино, 1997. – Т. 2. – С. 453-454.
25. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985, 351 с.

DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZER ON THE ACCUMULATION OF ¹³⁷CS PERENNIAL MIDDLE-GRASSES ON ANTHROPOGENIC-TRANSFORMED PEAT SOILS

E.B. EVSEEV, V.S. FILIPENKO

Summary

Most essential for increasing crop are fertilizers containing nitrogen. Lack of available nitrogen in the soil leads to reduction of yield, and increased doses of nitrogen fertilizer increased accumulation of radionuclides in plants. The increase in ¹³⁷Cs transfer from soil to plant due to the presence of the ammonium forms of nitrogen in fertilizers that can supplant cesium ions from the soil absorbing complex in the soil solution and thus increase the availability of its plants.

Because of the high mobility and rapid absorption of nitrogen by plants most effective in reducing the feed contamination with radionuclides grassland and nitrate nitrogen fertilizers contribute fractionally under each mowing or grazing cycle, or use to make slow-acting forms of nitrogen fertilizers. At the same time the feasibility of nitrogen fertilizer should be determined depending on the content in the herbage legumes.

Статья поступила 14 октября 2016г.