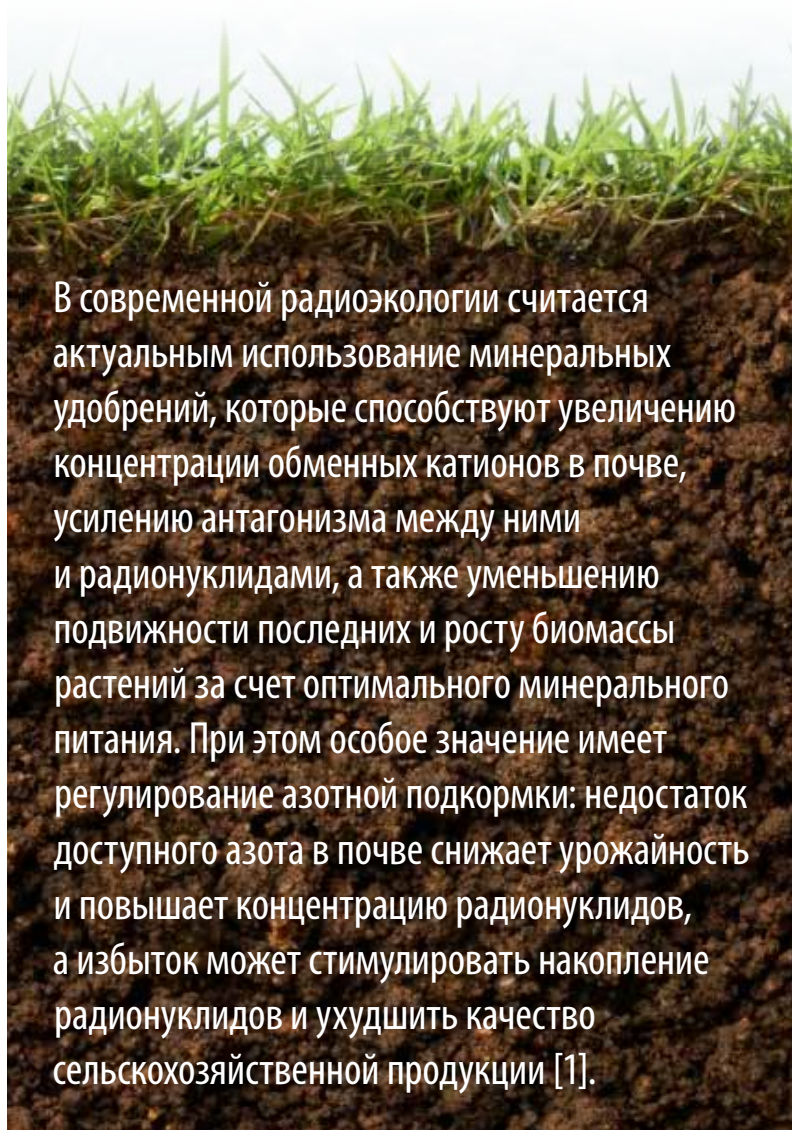


Многолетние бобово-злаковые травосмеси – резерв повышения продуктивности полей

УДК 633.31.37:631.811.1

Резюме. В статье представлены результаты исследований, полученные в полевом многолетнем стационарном эксперименте. Приведены наиболее эффективные дозы и соотношения минеральных удобрений для возделывания многокомпонентных бобово-злаковых травосмесей на торфяных почвах для получения высокой урожайности (более 120 ц/га сена). Показано влияние различных доз минеральных удобрений на величину коэффициентов перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в многокомпонентные травосмеси. Высокие урожаи с наименьшим накоплением радионуклидов получены при возделывании травосмесей с внесением минеральных удобрений $\text{P}_{60}\text{K}_{240}$. Установлено, что подкормка азотсодержащими веществами необходима только в первые годы жизни растений в количестве не более 30 кг/га д.в.

Ключевые слова: торфяные почвы, агрохимические показатели почвы, многокомпонентные бобово-злаковые травосмеси, коэффициенты перехода радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr .



В современной радиоэкологии считается актуальным использование минеральных удобрений, которые способствуют увеличению концентрации обменных катионов в почве, усилению антагонизма между ними и радионуклидами, а также уменьшению подвижности последних и росту биомассы растений за счет оптимального минерального питания. При этом особое значение имеет регулирование азотной подкормки: недостаток доступного азота в почве снижает урожайность и повышает концентрацию радионуклидов, а избыток может стимулировать накопление радионуклидов и ухудшить качество сельскохозяйственной продукции [1].



Александр Подоляк,
директор Гомельской
областной проектно-
исследовательской станции
химизации сельского
хозяйства,
кандидат
сельскохозяйственных наук,
доцент; alexpodolyak@tut.by



Тамара Ласько,
научный сотрудник
лаборатории радиэкологии
торфяных почв
Института радиологии
Национальной академии
наук Беларуси;
t-lasko@yandex.by



Светлана Тагай,
научный сотрудник
лаборатории радиэкологии
торфяных почв
Института радиологии
Национальной академии
наук Беларуси;
office@rir.by

Эффективность удобрений на бобово-злаковом травостое следует оценивать не только по выходу растительной продукции, но и по сохранности бобовой компоненты, которая обеспечит урожайность в последующие годы жизни агрофитоценоза. Удерживают бобовые растения в травостое фосфорно-калийные удобрения. Азотные же усиливают ценотическое давление злаков, и бобовая культура постепенно выпадает из травостоя, однако существует мнение о пользе применения азота на начальных стадиях развития.

Поиск методов повышения эффективности использования всех видов имеющихся ресурсов – одна из главных задач любого производства. В условиях ограниченности резервов важно максимально задействовать малозатратные нематериальные факторы. К числу последних относится возделывание многолетних бобовых трав как резерва повышения продуктивности полей. Злаковые травы менее производительны, чем бобовые, и плохие предшественники для зерновых колосовых, особенно для пшеницы, тритикале и ячменя. Замена в севообороте злаковых травостоев бобово-злаковыми актуальна в связи

с резким уменьшением площади пропашных культур и удорожанием топлива. Кроме того, сельское хозяйство нуждается в травах с высоким адаптивным потенциалом, способных эффективно функционировать на всех почвенных разностях республики. Совершенствование структуры посевов многолетних трав в полевом и луговом кормопроизводстве Беларуси, повышение урожайности культур, использование биологического азота и увеличение производства бобовых культур позволяют на 25–30% сократить расход кормов на единицу животноводческой продукции. Бобово-злаковые травосмеси отличаются длительной эксплуатацией без применения азотных удобрений, а себестоимость кормовой единицы их сена существенно ниже, чем сена злаковых травостоев [2].

При создании и обновлении бобово-злаковых агроценозов большое значение имеет подбор компонентов, которые наиболее полно используют биоклиматические ресурсы, обеспечивают высокую урожайность бобовых культур в травосмесях и в меньшей степени накапливают радионуклиды. Бобовые культуры способны снижать относительно высокий уровень накопления ^{90}Sr при их возделывании на землях, загрязненных в результате чернобыльской катастрофы [3, 4]. В связи с этим для загрязненных регионов важно введение в структуру посевных площадей бобовых культур, в том числе нетрадиционных, таких как галега восточная и лядвенец рогатый.

Галега восточная (*Galega orientalis* Lam.) превосходит традиционные кормовые культуры по комплексу биологических свойств и хозяйственно ценных признаков. Она наиболее энерго-

Состав травосмеси	Норма высева, кг/га
1-й состав	
Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i> L.)	6,0
Овсяница луговая (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	6,0
Кострец безостый (<i>Bromopsis inermis</i> L.)	6,0
Клевер гибридный (<i>Trifolium hybridum</i> L.)	4,0
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	4,0
Всего	26
2-й состав	
Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i> L.)	6,0
Овсяница луговая (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	6,0
Кострец безостый (<i>Bromopsis inermis</i> L.)	6,0
Лядвенец рогатый (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	5,0
Всего	23,0
3-й состав	
Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i> L.)	6,0
Овсяница луговая (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	6,0
Кострец безостый (<i>Bromopsis inermis</i> L.)	6,0
Галега восточная (<i>Galega orientalis</i> L.)	10,0
Всего	28,0

Таблица 1. Составы и нормы высева среднеспелых многолетних бобово-злаковых травосмесей полевого опыта

Вариант опыта (состав удобрений и травосмесей)	Урожайность, ц/га				Прибавка, ц/га
	1-й год пользования, за три укоса	2-й год пользования, за два укоса	3-й год пользования, за два укоса	Среднее за 3 года	
Галега + овсяница + кострец + тимopheевка					
Контроль	98,0	65,4	40,0	67,8	–
P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	132,0	107,8	92,0	110,6	42,8
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	147,9	122,2	107,7	125,9	58,1
N ₃₀ P ₆₀ K ₂₄₀ +м/э	160,1	133,6	118,9	137,5	69,7
НСР _{0,5}	4,8	4,3	4,3	4,5	–
Лядвенец + овсяница + кострец + тимopheевка					
Контроль	88,2	65,8	43,8	65,9	–
P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	125,4	117,6	99,9	114,3	48,4
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	134,1	126,3	116,3	125,6	59,6
N ₃₀ P ₆₀ K ₂₄₀ +м/э	144,9	138,1	125,1	136,0	70,1
НСР _{0,5}	5,4	4,4	4,4	4,9	–
Клевер + овсяница + кострец + тимopheевка					
Контроль	76,9	55,0	41,0	57,6	–
P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	134,1	100,6	85,6	106,8	49,1
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	143,1	115,3	104,5	121,0	63,3
N ₃₀ P ₆₀ K ₂₄₀ +м/э	161,2	124,5	116,4	134,0	76,4
НСР _{0,5}	6,1	4,2	4,2	5,2	–

Таблица 2. Урожайность сена многолетних бобово-злаковых травосмесей на маломощной торфяной почве за 3 года пользования, ц/га

экономична – ее посевы успешно используются в течение 10 и более лет. С нее можно начинать организацию зеленого конвейера: к середине мая она отрастает на высоту 40–50 см (клевер луговой к тому времени достигает 15–17 см). Благодаря холодостойкости последний укос можно проводить в середине октября, при этом питательная ценность корма сохраняется [2].

Цель настоящего исследования – установить оптимальные дозы внесения минеральных удобрений при залужении сенокосов на низинных торфяных почвах, загрязненных ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, для выращивания качественных кормов, соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам.

Полевой эксперимент проводился в СПК «Оборона» Добрушского района Гомельской области в период 2011–2014 гг. на торфяной маломощной почве (0,8–1,0 м), подстилаемой песком связным со следую-

щими агрохимическими показателями: зольность – 17,0%, величина обменной кислотности рН_{KCl} – 5,36, содержание подвижных форм P₂O₅ – 149 мг/кг, подвижных форм K₂O – 315 мг/кг, содержание обменных форм CaO – 1586 мг/кг, обменных форм MgO – 106 мг/кг почвы. Плотность загрязнения почвы радионуклидами: ¹³⁷Cs – 499 кБк/м² (13,5 Ки/км²), ⁹⁰Sr – 16,2 кБк/м² (0,44 Ки/км²).

Изучалось три вида многокомпонентных бобово-злаковых среднеспелых травосмесей (табл. 1). Посев беспокровный, повторность в опыте – трехкратная, площадь каждой делянки – 10 м², размещение делянок рендомизированное. Минеральные удобрения в виде суперфосфата аммонизированного, калия хлористого и аммиачной селитры добавлялись в соответствии со схемой полевого опыта. Фосфорные удобрения вносились в полной дозе под первый укос, калийные и азотные – 75% под первый

укос и 25% под второй, микроудобрения – в виде сульфата меди, молибденовокислого аммония, борной кислоты.

Растительные пробы отбирались поделочно в двух укосах в фазе бутонизации бобовых трав, в них определялось содержание ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. Урожайность не учитывалась в первый после внесения минеральных удобрений год жизни травосмесей. Пробы почвы брали после второго укоса – также поделочно, агрохимические показатели вычислялись по общепринятым методикам. Содержание ¹³⁷Cs в почве и растениях определялось на гамма-спектрометре «Canberra-Packard», ⁹⁰Sr – радиохимическим методом в модификации ЦИНАО с радиометрическим окончанием на альфа-бета счетчике «Canberra-2400», Бк/кг.

В результате исследований установлено, что в первый год пользования (2-й год жизни трав) многолетние бобово-злаковые травосмеси сформировали три укоса при средней урожайности сена (в зависимости от состава смешанного посева) на уровне 144,9–161,2 ц/га (табл. 2). Метеорологические условия вегетационного периода были благоприятные.

Во 2-й и 3-й годы пользования были более засушливые погодные условия, что дало возможность получить только два укоса. Поэтому урожайность травосмесей во 2-й год снизилась на 20%, а в 3-й – на 30% по сравнению с 1-м годом. Прибавка продуктивности от ежегодного внесения минеральных удобрений в дозе N₃₀P₆₀K₂₄₀+M/э в среднем за 3 года составила 69,7–76,4 ц/га и зависела от состава посева. Обеспечение питания бобово-злаковых травосмесей позволило не только достигнуть высокой урожайности

сена, но и поддержать плодородие торфяных почв [5].

На слабо обеспеченной калием торфяной почве внесение $N_{30}P_{60}K_{180}+м/э$ способствует падению коэффициента перехода (Кп) ^{137}Cs в 3,6–4,9 раза в зависимости от ботанического состава травосмеси, использование $N_{30}P_{60}K_{240}+м/э$ снижает поступление ^{137}Cs в сено до 7,5 раза по сравнению с контролем. Повышение доз калийных удобрений от 180 до 240 кг/га д.в. позволяет уменьшить Кп ^{137}Cs для сена в 1,5 раза (табл. 3). Добавление к фосфорно-калийным удобрениям азотных в дозе 30 кг/га д.в. на параметры накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr сеном травосмесей существенного влияния не оказывает.

Анализ показателей перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr за 4 года жизни трав показал, что аккумуляция радионуклидов бобово-злаковыми травосмесями на торфяной почве в первый год пользования была интенсивнее, чем в последующие (рис. 1).

Обеспечение питания бобово-злаковой травосмеси за счет ежегодного внесения минеральных и микроудобрений в дозе $N_{30}P_{60}K_{180}+Cu_{100}+Mo_{50}+B_{50}$ позволило снизить переход ^{137}Cs для травостоя второго укоса во 2-й год пользования в 1,7 раза по сравнению с первым годом и в 3 раза по сравнению с первым годом жизни трав.

Накопление радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожае многолетних бобово-злаковых травосмесей, помимо года пользования, обусловлено также укосом. В зависимости от доз внесенных минеральных удобрений переход ^{137}Cs для травостоя второго укоса в 1,5–2,6 раза выше, чем для урожая первого.

Снижение накопления ^{90}Sr для урожая травосмесей относительно

Вариант опыта (состав удобрений и травосмесей)	Кп ^{137}Cs , Бк/кг:кБк/м ²	Кратность снижения накопления ^{137}Cs	Кп ^{90}Sr , Бк/кг:кБк/м ²	Кратность снижения накопления ^{90}Sr
Галега + овсяница + кострец + тимopheвка				
Без удобрений	11,5±1,6	–	3,5±0,5	–
$P_{60}K_{180}+м/э$	3,7±0,4	3,1	2,8±0,4	1,3
$N_{30}P_{60}K_{180}+м/э$	3,2±0,4	3,6	2,6±0,4	1,4
$N_{30}P_{60}K_{240}+м/э$	2,1±0,3	5,4	2,4±0,3	1,5
Лядвенец + овсяница + кострец + тимopheвка				
Без удобрений	15,3±1,8	–	4,3±0,6	–
$P_{60}K_{180}+м/э$	3,8±0,5	4,0	2,9±0,4	1,5
$N_{30}P_{60}K_{180}+м/э$	3,1±0,5	4,9	3,0±0,4	1,4
$N_{30}P_{60}K_{240}+м/э$	2,0±0,3	7,6	2,7±0,3	1,6
Клевер + овсяница + кострец + тимopheвка				
Без удобрений	14,6±1,4	–	4,2±0,5	–
$P_{60}K_{180}+м/э$	3,7±0,5	3,9	3,4±0,4	1,2
$N_{30}P_{60}K_{180}+м/э$	3,1±0,4	4,7	3,0±0,4	1,4
$N_{30}P_{60}K_{240}+м/э$	2,3±0,3	6,3	2,8±0,3	1,6

Таблица 3. Коэффициенты перехода (Кп) ^{137}Cs и ^{90}Sr для сена различного ботанического состава на маломощной торфяной почве, в среднем за 4 года жизни трав

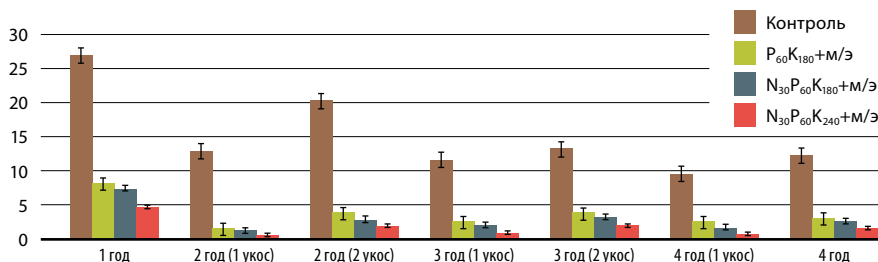


Рис. 1. Переход ^{137}Cs для сена бобово-злаковых травосмесей на основе лядвенца при различных дозах минеральных удобрений за 4 года жизни трав

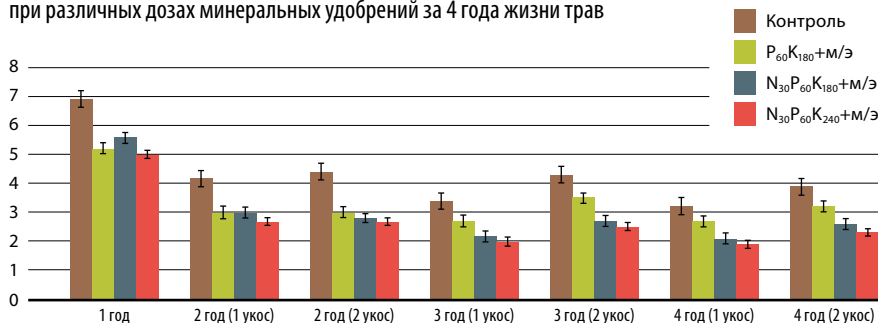


Рис. 2. Переход ^{90}Sr для сена бобово-злаковых травосмесей на основе лядвенца рогатого при различных дозах минеральных удобрений за 4 года жизни трав

года пользования происходило менее интенсивно в 1,3 раза (рис. 2).

Во избежание получения загрязненной радионуклидами продукции животноводства эту закономерность необходимо учитывать при использовании кормов

из данных травосмесей, в частности в производстве молока цельного, молочного сырья, заключительного откорма крупного рогатого скота различных возрастных групп.

Данные эксперимента свидетельствуют о том, что внесение

Вариант опыта (состав удобрений и травосмесей)	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырой протеин	К.ед., кг/кг	Обм. энергия МДж/кг	К	Са	Mg	Р	Обеспеченность КПЕ* 1 га
	%					%				
Галега + овсяница + кострец + тимopheевка										
Без удобрений	2,9	27,0	17,1	0,50	9,9	1,3	0,4	0,15	0,26	57,3
P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	3,4	27,4	17,8	0,53	9,7	1,8	0,7	0,13	0,31	58,3
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	3,4	25,2	17,7	0,53	10,2	1,9	0,8	0,15	0,34	57,4
N ₃₀ P ₆₀ K ₂₄₀ +м/э	3,5	24,3	18,0	0,52	10,6	2,2	0,8	0,22	0,33	58,1
Лядвенец + овсяница + кострец + тимopheевка										
Без удобрений	3,2	25,7	17,1	0,50	10,0	1,3	0,5	0,22	0,28	56,0
P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	3,7	27,1	17,4	0,53	10,1	1,7	0,7	0,19	0,29	58,6
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	3,5	26,7	17,6	0,54	10,3	1,9	0,7	0,17	0,30	58,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₂₄₀ +м/э	3,6	25,9	19,1	0,56	10,2	2,1	0,8	0,18	0,34	60,6
Клевер + овсяница + кострец + тимopheевка										
Без удобрений	3,0	26,2	14,6	0,51	9,8	1,4	0,6	0,18	0,27	57,3
P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	3,4	27,0	17,8	0,56	10,2	1,7	0,7	0,16	0,31	60,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₈₀ +м/э	3,4	26,1	17,2	0,54	10,1	1,7	0,8	0,17	0,32	58,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₂₄₀ +м/э	3,5	26,5	18,4	0,57	10,4	2,0	0,9	0,18	0,35	60,5
НСР _{0,5}	0,3	1,6	1,8	0,03	0,1	0,3	0,1	0,02	0,02	–

*КПЕ – кормопротеиновая единица

Таблица 4. Химический состав и питательная ценность сена многолетних бобово-злаковых травосмесей, в среднем за 2–4 года жизни трав

минеральных удобрений в дозах N₃₀P₆₀K₁₈₀+м/э под бобово-злаковые травосмеси позволяет получить сено с содержанием основных элементов питания в пределах действующих санитарно-гигиенических нормативов (табл. 4).

Согласно обобщенным данным, в травах удобряемых луговых земель содержание сырого протеина в сухом веществе должно составлять не менее 8–14%, сырого жира – 1,5–3,0%, клетчатки – не более 28–30%, а отношение калия к сумме кальция и магния – 2,2–2,4 (условно допустимый уровень – 2,6). В сухом веществе трав оптимальным является следующий состав: P₂O₅ – 0,30–0,50% (не менее 0,20%), K₂O – 1,2–2,5%, Са – 0,4–0,8%, Mg – 0,15–0,25% [5]. При внесении минеральных и микроудобрений в дозе N₃₀P₆₀K₁₈₀+Cu₁₀₀+Mo₅₀+B₅₀ показатели зоотехнического качества сена были наиболее приемлемыми (сырой протеин – до 17,5%, сырая

клетчатка – до 26,5%, жир – до 3,5%), что позволило получить с каждого гектара бобово-злаковых травосмесей не менее 60 кормопротеиновых единиц.

Таким образом, в результате исследований установлено, что поступление ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в сельскохозяйственные корма зависит от многих факторов, в том числе от уровня азотного и калийного питания, метеорологических условий вегетационных периодов, количества и качества проводимых укосов. В соответствии с технологией возделывания многолетних бобово-злаковых травосмесей на загрязненных радионуклидами землях, для получения высокого урожая (до 140 ц/га сена) на торфяных почвах при оптимальном уровне обеспеченности подвижным фосфором и калием эффективно внесение Р – в дозе 60 кг/га д.в., К – 180 кг/га д.в., азотных удобрений – 30 кг/га д.в. Добавление N₃₀P₆₀K₁₈₀ способствует снижению величины коэффициентов перехода ¹³⁷Cs для сена до 5 раз, а повышение доз калийных удобрений от 180 кг/га д.в. до 240 кг/га д.в. позволяет уменьшить Кп ¹³⁷Cs в 1,5 раза. ■

Статья поступила в редакцию 04.08.2017 г.

SUMMARY

The article discusses the research results obtained in a multi-year field stationary experiment. It establishes the highest effective rates and ratios of mineral fertilizers to be applied for cultivating multi-component grass-leguminous mixtures on peat soils to reach the highest land productivity (hay >120 c/ha). It also examines the effects of various rates of fertilizers on the transfer factor values of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in multi-component grass mixtures. The highest yields with the lowest radionuclide uptake were obtained when P₆₀K₂₄₀ mineral fertilizers were applied. Nitrogen fertilizers were found to be enough effective only in the first years of plant life in the application rate of up to 30 kg per hectare.

Keywords: peat soils, soil nutritional properties, multi-component grass-leguminous mixtures, transfer factors of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr radionuclides.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богдевич И. М. На страже плодородия / И. М. Богдевич // Наше сельское хозяйство. 2016. № 5 (133). С. 4–10.
2. Рекомендации по возделыванию лядвенца рогатого и галеги восточной на загрязненных радионуклидами землях / Институт радиологии. – Гомель, 2009.
3. Богдевич И. М. Реабилитация земель Белорусского Полесья, загрязненных радионуклидами после аварии на Чернобыльской АЭС / И. М. Богдевич // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: материалы междунар. науч. конф., Минск, 14–17 сентября 2016 г. Т. 1. – Минск, 2016.
4. Подольяк А. Г. Радиологические аспекты производства сельскохозяйственной продукции на территории радиоактивного загрязнения / А. Г. Подольяк, А. Ф. Карпенко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. Вып. 19. Ч. 2. – Горки, 2016.
5. Ласько Т. В. Возделывание многолетних бобово-злаковых травосмесей на загрязненных радионуклидами почвах / Т. В. Ласько, А. Г. Подольяк // Агрохимический вестник. Серия химических наук. 2016. № 2. С. 15–19.

SEE <http://innosfera.by/2018/10/mixtures>