

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОСТУПЛЕНИЕ ^{137}Cs В МНОГОЛЕТНИЕ ЗЛАКОВЫЕ ТРАВЫ НА ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ

И.И. ПОДОБЕДОВ¹, В.В. ШУМАК²

*¹Брестский филиал РНИУП «Институт радиологии»,
г. Пинск, Республика Беларусь,*

*²Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Среди антропогенных радионуклидов основным источником, формирующим дозы внешнего и внутреннего облучения людей в пострадавших районах Брестской области, является ^{137}Cs .

Значительную долю осушенных земель, загрязненных радионуклидами районов Брестской области (Лунинецкий, Столинский, Пинский) представляют торфяно-болотные почвы, на которых даже при относительно низких плотностях загрязнения ^{137}Cs (74-185 кБк/м²) наблюдается высокая степень загрязнения травяных кормов и молока.

На накопление радионуклидов многолетними травами на торфяно-болотистых почвах (как и на других) значительно влияют агрохимические показатели. Для почв мелиоративных систем к этим факторам необходимо добавить и уровень грунтовых вод. Зависимость степени накопления растениями ^{137}Cs от уровня грунтовых вод и содержания элементов питания в почве дает возможность путем определения оптимального сочетания вышеназванных параметров уменьшить процесс накопления радионуклидов.

В то же время многолетние травы характеризуются наибольшим выносом калия с урожаем. Поэтому совершенствование минерального питания многолетних трав на почвах мелиоративных систем, загрязненных радионуклидами с регулируемым водным режимом, представляет обоснованный интерес.

Исследованиями установлено, что ^{137}Cs в почвах, богатых органическим веществом, даже в отдаленный послеаварийный период находится в подвижном состоянии. Это определяется свойством органического вещества и обуславливает высокую доступность радионуклида для растений [1].

Установлено [2], что накопление радионуклидов многолетними травами на торфяно-болотистых почвах зависит не только от их генетических особенностей, к которым можно отнести мощность торфяного слоя, ботанический состав, зольность. В исследованиях Афанасика Г.И. и др. [3] указываются особенности торфяно-болотистых почв, которые определяют загрязнение растительности ^{137}Cs , причем важнейшая роль отведена влажности корнеобитаемого слоя почвы.

При изучении закономерностей перехода ^{137}Cs из почвы в растения наибольшее внимание уделяется такому агрохимическому показателю, как содержание в ней обменного калия. На основании этого многими исследователями выявлена корреляционная связь K_p ^{137}Cs в растениях с содержанием в почвах калия.

На данный момент данные о коэффициенте перехода ^{137}Cs в растения для торфяно-болотистых почв характеризуются значительной вариабельностью. Для почв с различными агрохимическими и гидрологическими свойствами K_p ^{137}Cs может отличаться в десятки раз [4,5,6]. Также установлено, что на торфяных почвах с мощным торфяным слоем K_p ^{137}Cs в растениях значительно выше [7].

Задачей данных исследований – определить влияние внесения различных доз минеральных удобрений на степень накопления ^{137}Cs многолетними злаковыми травами при различных режимах увлажнения.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились на торфяно-глеевой почве мелиоративных систем осушительного типа СПК «Молотковичи» Пинского района Брестской области.

Общая площадь делянки 20, учетной – 15м², повторность 6-кратная. Замер уровней грунтовых вод производили через каждые десять дней (5 – 15 – 25 числа) в водомерном колодце. Почва опытного участка представляла собой маломощный (40-50 см) торфяник на хорошо разложившемся древесно-осоковом торфе, подстилаемом песком. Агрохимические показатели: рН_{КС1} – 5,4, содержание подвижного фосфора равно 230 мг/кг, подвижного калия – 195 мг/кг почвы, плотность сложения пахотного горизонта составляла слоя 0-5 см – 0,44, 5-20 см – 0,76 г/см³, зольность – 60%, средняя плотность загрязнения по вариантам опыта следующая: контроль – 151 кБк/м², вариант 2 – 162 кБк/м², вариант 3 – 117 кБк/м², вариант 4 – 153 кБк/м².

Система применения удобрения в полевом и лизиметрическом опытах предусматривала внесение различных доз калийных (хлористый калий), фосфорных (двойной суперфосфат) и азотных удобрений (карбамид) с внесением полных доз под первый укос. Схема эксперимента включала четыре варианта:

1. вариант 1 – контроль (без удобрения), вариант 2 – N₄₅P₆₀K₁₈₀, вариант 3 – N₄₅P₅₀K₁₄₀, вариант 4 – N₄₅P₄₀K₁₀₀ – для полевого эксперимента и лизиметрического, где поддерживался постоянный уровень грунтовых вод равный 60 см;

2. вариант 1 – контроль (без удобрения), вариант 2 – N₄₅P₇₀K₂₂₀, вариант 3 – N₄₅P₆₀K₁₈₀, вариант 4 – N₄₅P₄₀K₁₀₀ – для и лизиметрического эксперимента, где поддерживался постоянный уровень грунтовых вод равный 40 см;

Основные агрохимические показатели почв определяли по общепринятым методикам: зольности в торфяно-болотистой почве – по ГОСТ 27784-88; обменную кислотность рН_(КС1) – потенциометрическим методом (ГОСТ 264-83-8S); подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91); кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30 (ГОСТ 26-487-85); степень насыщенности почв основаниями – расчетным методом. Содержание ¹³⁷Cs в почвенных и растительных образцах определяли на гамма-бета-спектрометре МКС-АТ1315 (МВИ МН 1181-99).

Урожайность сена многолетних злаковых трав определяли методом сплошной поделяночной уборки с пересчетом на 16%-ю стандартную влажность.

Отбор проб почвы и образцов многолетних трав производился одновременно и был приурочен к укосам. Произведено три укоса многолетних трав на полевых опытах и два укоса на лизиметрических установках. Агрохимические свойства почвы (K₂O, P₂O₅, рН) определялись перед началом производства полевых и лизиметрических работ.

Для расчета значений параметров перехода ¹³⁷Cs (K_п) были использованы данные удельной активности ¹³⁷Cs (Бк/кг) сопряженных проб почвы и растений.

Полученные экспериментальные данные были подвергнуты статистической обработке методом дисперсионного анализа.

Вегетационный период 2008 года по температурным условиям значительно отличался от среднемноголетних показателей. Так, по данным Пинской метеостанции, за период наблюдения за травостоем сумма среднесуточных температур составила 276,2 С, что на 58 С больше среднемноголетней. За вегетационный период количество выпавших осадков было больше, чем среднемноголетние данные. Исключение составил июнь месяц, в котором выпало почти в три раза меньше нормы. В целом же за вегетационный период выпало на 128 мм осадков больше, чем за такой же период среднемноголетних наблюдений.

Показатели экономической эффективности применения различных видов и доз минеральных удобрений рассчитывали по общепринятым методикам. Основными показателями, характеризующими экономическую эффективность применения защитных мероприятий на мелиоративных системах, были: выход дополнительной продукции с 1 га (прибавка урожая, ц/га); окупаемость применения удобрений дополнительной продукцией; стоимость дополнительной продукции; прибыль от проводимых мероприятий; уровень рентабельности дополнительных затрат.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные, полученные в 2008 году в стационарном полевом опыте на торфяно-глеевой почве мелиоративной системы осушительного типа, как позволили оценить влияние различных доз минеральных удобрений при осуществлении трех укосов на продуктивность многолетних злаковых трав (табл. 1).

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{40}K_{100}$ обеспечило статистически достоверную прибавку урожая разнотравья за первый укос 9,9 ц/га сена. Внесение более высоких доз калийных и фосфорных удобрений (соответственно 140, 180 и 50, 60 кг/га д.в.) на фоне N_{45} обеспечило формирование урожая многолетних трав на уровне 51,3 и 60,0 ц/га сена, что на 16,3 и 25,0 ц/га сена больше по сравнению с вариантом без внесения удобрения.

Таблица 1 – Влияние условий вегетации на урожай многолетних трав

Вариант опыта	Урожай, ц/га сена (W%-16)						
	1-й укос	Прибавка	2-й укос	Прибавка	3-й укос	Прибавка	Сумма
Контроль	35,0±6,6	-	25,5±2,6	-	18,9±3,3	-	79,4
$N_{45}P_{60}K_{180}$	60,0±5,9	25,0	31,2±7,4	5,7	21,5±2,9	2,6	112,6
$N_{45}P_{50}K_{140}$	51,3±3,3	16,3	30,3±4,3	4,8	20,3±2,9	1,5	101,9
$N_{45}P_{40}K_{100}$	44,9±3,7	9,9	30,0±3,2	4,5	21,4±2,5	2,6	96,3
HCP_{05}	8,3	-	Нет различий	-	Нет различий	-	-

Полученные результаты урожая многолетних трав за 2-й и 3-й укосы позволяют констатировать, что дозы минеральных удобрений, внесенные весной, не способствовали получению статистически достоверной прибавки урожая.

На данном опытном участке уровень грунтовых вод был динамичным и зависел от выпавших осадков. УГВ колебался от 30 до 75 см от поверхности почвы.

Применение минеральных удобрений в лизиметрическом опыте при постоянном уровне грунтовых вод (60 см) также обеспечило статистически достоверную прибавку урожая тимофеевки первого укоса во всех вариантах опыта (табл. 2).

Таблица 2 – Урожай многолетних трав на лизиметрах при УГВ 60 см

Вариант опыта	Урожай, ц/га сена (W -16%)				
	1-й укос	Прибавка	2-й укос	Прибавка	Сумма
Контроль	72,0±6,1	-	68,0±5,5	-	140,0
$N_{45}P_{60}K_{180}$	110,1±1,6	38,1	86,8±11,1	18,8	196,8
$N_{45}P_{50}K_{140}$	108,5±9,8	36,5	92,4±3,1	23,7	200,9
$N_{45}P_{40}K_{100}$	94,7±8,7	22,7	76,8±9,9	8,1	171,5
HCP_{05}	13,6	-	15,1	-	-

Наибольшая прибавка наблюдалась в варианте с дозой минеральных удобрений $N_{45}P_{60}K_{180}$. Второй укос в данном опыте показал несколько иную картину. Достоверная прибавка урожая (18,8 и 23,7 ц/га) сена наблюдалась только от двух первых доз минеральных удобрений – $N_{45}P_{60}K_{180}$ и $N_{45}P_{50}K_{140}$.

В проводимых исследованиях, где планировалось определить влияние внесения повышенных доз минеральных удобрений на предполагаемое увеличение накопления ^{137}Cs , вследствие поднятия уровня грунтовых вод, получены следующие данные. Достоверное увеличение урожая сена тимофеевки от первого укоса наблюдалась только в двух вариантах опыта, где были внесены наибольшие дозы минеральных удобрений. Здесь стоит указать на то, что столь низкий урожай тимофеевки в контрольном варианте и более высокий урожай второго укоса объясняется воздействием на первых стадиях развития растений высокого уровня грунтовых вод. Этот фактор оказал отрицательное влияние и в остальных вариантах при относительном сравнении с данными лизиметрического опыта с уровнем грунтовых вод равным 60 см. Можно предположить, что поэтому урожай второго укоса был несколько больше, чем урожай первого.

Данные второго укоса свидетельствуют о том, что урожай в вариантах опыта был несколько выше урожая первого укоса и прибавка урожая от внесения минеральных удобрений статистически достоверна (табл. 3).

Таблица 3 – Урожай многолетних трав на лизиметрах при УГВ 40 см

Вариант опыта	Урожай, ц/га сена (W – 16%)				
	1-й укос	Прибавка	2-й укос	Прибавка	Сумма
Контроль	23,4±11,8	-	33,5±10,1	-	56,9
N ₄₅ P ₇₀ K ₂₂₀	67,5±15,1	44,1	75,1±4,5	41,6	142,6
N ₄₅ P ₆₀ K ₁₈₀	55,2±16,5	31,8	78,3±3,8	44,8	133,5
N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	45,6±3,9	22,2	63,3±2,9	29,8	108,9
НСР ₀₅	26,8	-	11,4	-	-

Для того, чтобы выявить наиболее эффективный уровень минерального питания многолетних злаковых трав, необходима экономическая оценка применения удобрений.

Таблица 4 – Эффективность внесения минеральных удобрений на торфяно-болотистой почве

Вариант опыта	Урожайность, ц/га сена	Прибавка, ц/га	Чистый доход, тыс. руб.	Доля NPK в урожае, %	Рентабельность, %
Контроль	35,0±6,6	-	-	-	-
N ₄₅ P ₆₀ K ₁₈₀	60,0±5,9	25,0	111,2	42	24
N ₄₅ P ₅₀ K ₁₄₀	51,3±3,3	16,3	49,1	32	11
N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	44,9±3,7	9,9	9,7	22	2
НСР ₀₅	8,3	-	-	-	-

Увеличение дозы фосфорных и калийных удобрений способствовало увеличению урожайности сена с 35,0 до 60,0 ц/га. Условно чистый доход от применения минеральных удобрений составил 111,2 тыс. руб. (табл. 4).

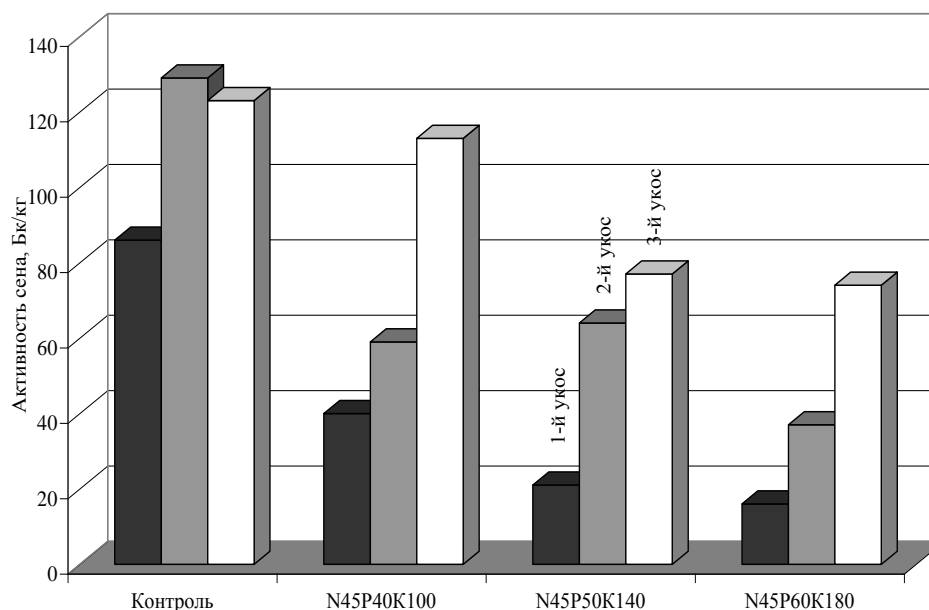


Рисунок 1 – Содержание ¹³⁷Cs в сене многолетних трав по укосам и в зависимости от доз удобрений

При плотности загрязнения торфяно-глеевой почвы по вариантам опыта от 117 до 162 кБк/м² содержание ¹³⁷Cs находилось в пределах РДУ-99 (Республиканские допустимые уровни). Тем не менее, необходимо остановиться на том, что с каждым последующим укосом трав содержание ¹³⁷Cs увеличивается (рис. 1) и наоборот, уменьшается при увеличении дозы минеральных удобрений. В большей степени это наблюдается в вариантах с внесением минеральных удобрений.

ВЫВОДЫ

Таким образом, внесение минеральных удобрений в различных дозах на слабо обеспеченной торфяно-болотистой почве способствовало увеличению выхода сена злаковых многолетних трав в полевом опыте до 25 ц/га. На лизиметрических опытах увеличение урожая многолетних трав достигало 44 ц/га.

Наиболее эффективным приемом уменьшения поступления ^{137}Cs в сено злаковых многолетних трав осушительных мелиоративных систем является внесение повышенных доз калийных удобрений. В вариантах с дозами K_2O от 100 до 180 кг/га д.в. на фоне азотных и фосфорных удобрений содержание ^{137}Cs снизилось в 2-5 раз в первом укосе, 2-3,5 раза во втором укосе и в 1,1-1,8 раза в третьем укосе относительно контрольного варианта.

В лизиметрических опытах с постоянным УГВ = 60 см содержание ^{137}Cs в сене тимopheевки снижалось только при внесении калийных удобрений в количестве 140 и 180 кг/га д.в., кратность снижения составила 1,5 раза в первом укосе и 1,3 раза во втором укосе.

При повышенном уровне грунтовых вод равном 40 см наиболее эффективным приемом снижения содержания ^{137}Cs является внесение минеральных удобрений с дозами K_2O 180 и 220 кг/га д.в.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пристер, Б.С.. Основные факторы, определяющие поведение радионуклидов в системе почва-растение / Б.С. Пристер и [др.] // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: Сб. науч. трудов – Киев: УкрНИИСХР, 1992. – Вып. 2 – С. 108 – 116.
2. Агеец, В.Ю. Влияние минерализации торфа на формы нахождения радионуклидов и их переход в растения / В.Ю. Агеец, И.Д. Шмигельская // Почв. исследования и применение удобрений: межвед. тематич. сборник / БелНИИПА – Минск, 1997. – Вып. 24. – С. 144 – 152.
3. Афанасик, Г.И. Снижение радионуклидной загрязненности растениеводческой продукции на осушенных землях Беларуси / Г.И. Афанасик., Д.С. Пятница, Э.Н. Шкутов // Современ. пробл. сельскохозяйственной мелиорации: докл. междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2001. – С. 187 – 194.
4. Шмигельская, И.Д. Влияние особенностей почвообразования торфяно-болотных почв на накопление цезия-137 и стронция-90 в многолетних травах / И.Д. Шмигельская, Н.Н. Путятин // Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические эффекты малых доз и радиоактивное загрязнение среды (радиоэкологические и медико-биологические последствия катастрофы на ЧАЭС): тез. докл. между. науч. конф., Минск, 16-17 апр. 1998 г. / МЧС РБ., Ин-т радиобиологии НАН Беларуси. – Минск, 1998. – С. 262.
5. Подоляк, А.Г. Переход цезия-137 и стронция-90 в травостой низинных лугов на торфяно-болотных почвах / А.Г. Подоляк, С.Ф. Тимофеев, Т.Ф. Персикова // Агрохимия. – 2004. – № 11. – С. 63 – 70.
6. Разработать предложения по совершенствованию реабилитационных мер и повышению эффективности ведения сельскохозяйственного производства на загрязненных радионуклидами мелиорированных землях Брестской области: отчет о НИР / Брестский филиал РНИУП «Институт радиологии»; рук. А.С. Судас. – Пинск, 2003. – 221 с. – № ГР 20033333.
7. Сузько, О.В. О проблемах радиозащиты торфяных почв / О.В. Сузько, Т.В. Арастович, В.В. Головешкин // Сахаровские чтения 2006 года: экологические проблемы XXI века: материалы 6-й междунар. науч. конф., 18,19 мая 2006 г. г. Минск / под ред. С.П. Кундаса [и др.] – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2006. – С. 121 – 123.

INFLUENCE OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON RECEIPT ^{137}Cs IN LONG-TERM CEREAL GRASSES OF PEATY-MARSH SOILS

I.I. PODOBEDOV, V.V. SHUMAK

Summary

The results of researches received in stationary condition of a field experiment with long-term cereal grasses on peaty-gleevojs to soil, polluted ^{137}Cs are presented. Influence of doses of mineral fertilizers on productivity of long-term grasses and accumulation ^{137}Cs in plants depending on a humidifying mode is defined. It is established that entering K_2O from 100 to 180 kg/hectares. Against nitric and phosphoric fertilizers the maintenance ^{137}Cs has decreased in 2-5 times in the first hay crop, 2-3,5 times in the second hay crop and in 1,1-1,8 times in the third hay crop concerning a control variant.

Поступила в редакцию 4 октября 2009г.