

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(5)

2011 г.

Учредитель

Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»

Журнал включен в Перечень
научных изданий Респуб-
лики Беларусь для опублико-
вания диссертационных иссле-
дований по медицинской и
биологической отраслям науки
(31.12.2009, протокол 25/1)

Журнал зарегистрирован

Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Компьютерная верстка
А.А. Гурин

Подписано в печать 11.04.11.
Формат 60×90/8. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Доп тираж 46 экз.
Усл. печ. л. 22,3. Уч.-изд. л. 20,1.
Зак. 861.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и экологии
человека»
ЛИ № 0230/0131895 от 3.01.2007 г.

Отпечатано в Филиале БОРБИЦ
РНИУП «Институт радиологии».
220112, г. Минск,
ул. Шпилевского, 59, помещение 7Н

ISSN 2074-2088

Главный редактор

В.П. Сытый (д.м.н., профессор)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), Ю.В. Висенберг (к.б.н., отв. секретарь), Н.Г. Власова (к.б.н., доцент), А.В. Величко (к.м.н., доцент), В.М. Дорофеев (к.м.н., доцент), В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), А.В. Коротаяев А.В. (к.м.н.), Н.Б. Кривелевич (к.м.н.), А.Н. Лызилов (д.м.н., профессор), А.В. Макарович (к.м.н.), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), А.В. Рожко (к.м.н., доцент), Г.Н. Романов (к.м.н.), А.М. Скрябин (к.м.н.), А.Е. Силин (к.б.н.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), О.В. Черныш (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н.), А.Н. Цуканов (к.м.н.)

Редакционный совет

С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), Ю.Е. Демидчик (д.м.н., член-корреспондент НАН РБ, Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), Я.Э. Кенигсберг (д.б.н., профессор, Минск), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., Минск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), И.А. Новикова (д.м.н., профессор, Гомель), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), В.П. Ситников (д.м.н., профессор, Гомель), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), В.П. Филонов (д.м.н., профессор), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), А.Ф. Цыб (д.м.н., академик РАМН, Обнинск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Адрес редакции

246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.rcrm.by>
e-mail: mbp@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр радиационной
медицины и экологии человека», 2011

№ 1(5)

2011

Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

Founder

Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

Journal registration
by the Ministry of information
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© *Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology*

ISSN 2074-2088

Обзоры и проблемные статьи

- Котеров А.Н.* Перспективы учета «эффекта свидетеля» при оценке радиационных рисков 7

Медико-биологические проблемы

- Замотаева Г.А., Степура Н.Н.* Влияние различных доз радиоioda на состояние иммунной системы больных дифференцированным раком щитовидной железы 20

- Кашкалда Д.А., Бориско Г.А.* Гендерные особенности изменений про- и антиоксидантных процессов у детей, рожденных в семьях отцов-ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС 27

- Мельницкая Т.Б., Симонов А.В., Бельх Т.В.* Оценка социально-психологических последствий переживания радиационного риска у населения России и Беларуси 32

- Могилевец О.Н., Шейбак В.М., Пырочкин В.М., Могилевец Э.В.* Способ биохимической оценки дисфункции эндотелия 37

- Молева В.И., Кашина-Ярмак В.Л.* Особенности состояния здоровья и иммунологического гомеостаза у детей, родители которых проживали в зонах радиационного загрязнения в детском и подростковом возрасте 42

- Ровбутъ Т.И., Мойсеенок А.Г., Харченко О.Ф.* Характеристика витаминной обеспеченности как критерий оценки качества жизни детей, проживающих в различных экологических условиях 48

- Росина Й., Вранова Я., Квашнак Е., Шута Д., Коштржун Т., Навратил Л., Сабол Й., Гон З., Драбова Д.* Чешская Республика и авария на Чернобыльской АЭС – 25 лет спустя 55

Reviews and problem articles

- Koterov A.N.* Prospects of the bystander effect at radiation risks estimation 7

Medical-biological problems

- Zamotayeva G.A., Stepura N.N.* Effect of various doses of radioactive iodine on immune status of patients with differentiated thyroid cancer 20

- Kashkalda D.A., Borisko G.A.* Gender peculiarities of changes in pro- and antioxidant processes in children born in families of liquidators of Chernobyl nuclear power station accident 27

- Melnitskaja T.B., Simonov A.V., Belyh T.V.* Estimation of social and psychological consequences of radiation risk among populatoin of Russia and Belarus 32

- Mogilevec O.N., Shejbak V.M., Pyrochkin V.M., Mogilevec E.V.* Method of the biochemical estimation of endothelial dysfunction 37

- Moleva V.I., Kashina-Yarmak V.L.* Features of the health state and immunological homeostasis for children, whose parents lived in areas with radiation contamination in child's and juvenile age 42

- Roubuts T.I., Mojseenok A.G., Kharchanka A.F.* The characteristic of vitamin provision, as criterion of the estimation of quality of the life of children living in different ecological conditions 48

- Rosina Y., Vranova Ya., Kvashnak E., Shuta D., Kostrgun T., Navratil L., Sabol Y., Gon Z., Drabova D.* The Czech Republic and the Chernobyl accident – 25 years later 55

Клиническая медицина

Абросимов А.Ю., Кожушная С.М. Морфология рака щитовидной железы после аварии на ЧАЭС: цитогистологические сопоставления 63

Бранован И. Распространенность заболеваний щитовидной железы среди лиц, проживающих в США, облученных в результате аварии на ЧАЭС 70

Гуминский А.М., Демидчик Ю.Е., Кушнеров А.И. Дифференциальная ультразвуковая диагностика опухолевых заболеваний щитовидной железы 75

Ерш И.Р., Лучко В.С., Зайцев В.И., Романчук Э.В. Комбинированная терапия больных артериальной гипертензией в амбулаторных условиях 81

Захарченко Т.Ф., Замотаева Г.А., Тронько Н.Д. Функциональные показатели эффекторов врожденного иммунитета у больных с отдаленными метастазами рака щитовидной железы после радиойодтерапии 88

Игумнов С.А., Орлов А.Л., Евсеенко В.В., Докукина Т.В., Касап В.А., Козмидиади А.О., Курс О.В. Психологическая и нейрофизиологическая диагностика психического состояния антенатально облученных лиц 93

Красавцев Е.Л., Мицура В.М. Роль цитокинов в прогнозировании эффективности лечения больных хроническим гепатитом С 103

Ляликов С.А. Возрастные особенности картины крови у детей в современный период 109

Румянцева Г.М., Левина Т.М., Чинкина О.В. Сравнительная характеристика психических

Clinical medicine

Abrosimov A. Yu., Kozhushnaya S.M. Morphology of thyroid carcinoma after Chernobyl accident: cytological and histological correlations

Branovan I. Prevalence of thyroid diseases among persons living in the USA exposed to radiation as a result of the Chernobyl accident

Huminski A. M., Demidchik J.E., Kushnerov A.I. Differential ultrasonic diagnostics of tumoral diseases of a thyroid gland

Yorsh I. R., Luchko V.S., Zaitsev V.I., Romanchuk E.W. The combined therapy in patients with arterial hypertension in ambulance conditions

Zakharchenko T.F., Zamotayeva G.A., Tronko N.D. Functional indices of innate immunity effectors in patients with distant metastases of thyroid cancer after radioiodine therapy

Igumnov S.A., Orlov A.L., Evseenko V.V., Dokukina T.V., Kasap V.A., Kozmidiadi A.O., Kurs O.V. Psychological and neurophysiological diagnosis of mental antenatally irradiated persons

Krasavtsev E.L., Mitsura V.M. Role of cytokines in forecasting of treatment efficiency in patients with chronic hepatitis C

Lialikov S.A. Age features of the blood picture in children during the modern period

Rumjantseva G. M., Levina T.M., Chinkina O.V. Comparative characteristics of mental disorders with

нарушений при сосудистой патологии головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС и больных, не подвергавшихся облучению

116

Цитко Е.В., Мрочек А.Г.
Ремоделирование левого желудочка у пациентов с диффузным токсическим зобом

124

Обмен опытом

Воробьев А.П., Радчук В.Я., Фролов А.В., Лопатина А.Л., Поляков С.М., Мельникова О.П., Станкевич В.И. Разработка и внедрение дистанционной кардиологической диагностики в Гомельской области

129

Мирончик А.Ф. Экономическая оценка ущерба от радиационной чрезвычайной ситуации

135

Материалы Международной научно-практической конференции «25 ЛЕТ ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства» (г. Гомель, 12-13 апреля 2011 г.)

25 лет после Чернобыльской катастрофы

Аверин В.С., Буздалькин К.Н., Царенок А.А., Тагай С.А., Кухтевич А.Б., Макаровец И.В., Нилова Е.К. Поступление трансуранических элементов в молоко коров

144

Булавик И.М. Радиологическая эффективность калийных удобрений в лесных насаждениях

153

Дударева Н.В., Довнар А.К., Тагай С.А., Кухтевич А.Б., Васковцова В.А., Шумилин В.А. Совершенствование методик радиохимического анализа ^{90}Sr и трансуранических элементов в объектах агробиоценоза

159

vascular brain pathology in liquidators of the Chernobyl accident and in patients not exposed to radiation.

Tsitko E., Mrochek A. Left ventricular remodeling in patients with diffuse toxic goiter

Experience exchange

Vorobiev A.P., Radchuk V.Ja., Frolov A.V., Lopatina A.L., Poliakov S.M., Melnikova O.P., Stankevich V.I. Development and implementation of remote cardiological diagnostics in Gomel region

Mironchik A.F. Economic estimation of a damage from a radiating emergency situation

25 years after Chernobyl accident

Averin V.S., Buzdalkin K.N., Tsarenok A.A., Tagai S.A., Kukhtsevich A.B., Makarovets I.V., Nilova E.K. Transfer of transuranic elements to cow milk

Bulavik I.M. Radiological effectiveness of potassium fertilization in forest stands

Dudareva N.V., Dovnar A.K., Tagai S.A., Kukhtsevich A.B., Vaskovtsova V.A., Shumilin V.A. Development of the techniques for radiochemical analysis of ^{90}Sr and transuranic elements in agrobiocoenosis objects

<i>Мостовенко А.Л., Карпенко А.Ф.</i> Содержание радионуклидов в животноводческой продукции после переспециализации сельскохозяйственного производства	167	Mostovenko A.L., Karpenko A.F. Radionuclide content in animal products after re-specialization of farm production
<i>Подоляк А.Г., Ласько Т.В., Головешкин В.В.</i> Радиологические аспекты использования луговых земель на торфяных почвах в отдаленный период после катастрофы на ЧАЭС	171	<i>Podolyak A.G., Lasko T.V., Goloveshkin V.V.</i> Radiological aspects of long-term meadow land use on peat soils affected in the result of the Chernobyl accident
<i>Соколик Г.А., Овсянникова С.В., Войникова Е.В., Попеня М.В.</i> Современное состояние и подвижность плутония и америция чернобыльского выброса в почвенно-растительном покрове	179	<i>Sokolik G.A., Ovsiannikova S.V., Voinikava K.V., Popenia M.V.</i> Contemporary state and mobility of plutonium and americium of chernobyl fallout in a soil-plant cover

РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛУГОВЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧАЭС

РНИУП «Институт радиологии», г. Гомель, Беларусь

Представлены результаты трехлетних (2008-2010 гг.) исследований, полученные в условиях стационарного полевого опыта с многолетними злаковыми травами на осушенной торфяной маломощной почве, загрязненной ^{137}Cs и ^{90}Sr . Установлено, что применение минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$ совместно с некорневой подкормкой медью в дозе 200 г/га позволяет получить 112 ц/га сена с минимальным накоплением ^{137}Cs и ^{90}Sr (КП 2,1 и 2,0 соответственно). Для получения молока цельного, соответствующего РДУ может быть использовано сено злаковых трав при плотности загрязнения почвы ^{137}Cs до 16,7 Ки/км², ^{90}Sr до 3,5 Ки/км².

Ключевые слова: торфяная почва, цезий, стронций, злаковые травы, удобрения

Введение

По результатам 11 тура агрохимического и радиологического обследования сельскохозяйственных земель в настоящее время в Беларуси используется 64,6 тыс. га сенокосов и пастбищ на торфяных почвах с плотностью загрязнения ^{137}Cs выше 37 кБк/м² (1 Ки/км²). Эти земли преимущественно сосредоточены в Гомельской (56%), Могилевской (14%) и Брестской (14%) областях. Большая часть луговых земель на торфяных почвах в Гомельской области (61%) одновременно загрязнены и ^{90}Sr с плотностью выше 5,55 кБк/м² (0,15 Ки/км²) [1].

Травостой лугов и пастбищ является одним из первичных звеньев пищевой цепи поступления радионуклидов в продукцию – мясо, молоко и далее к человеку. Луговые биогеоценозы сформированные на торфяных почвах, относятся к радиэкологическим структурам, в которых могут существовать риски получения кормов с высоким уровнем загрязнения радионуклидами [2].

Стратегия в использовании торфяных почв в регионе Белорусского Полесья сводится к тому, чтобы в ближайшее время полностью исключить возделывание на

них зерновых и пропашных культур, заменив их высокопродуктивными сенокосами и пастбищами длительного пользования с учетом почвенно-климатических условий и радиационной ситуации. Установлено, что исключение из рационов молочных коров луговое сено и заменить его сеном сеяных трав, то суммарное поступление ^{137}Cs в организм животных снижается от 9 до 12 раз, а содержание в молоке от 3,6 до 5,5 раз [3]. В настоящее время достаточно хорошо отработаны агрохимические приемы, позволяющие получать растениеводческую продукцию с содержанием радионуклидов соответствующим РДУ-99 на минеральных почвах. Сложнее получить нормативно чистую с радиологической точки зрения сельскохозяйственную продукцию на загрязненных радионуклидами торфяных почвах. Это связано с тем, что на торфяных почвах складываются особые специфические условия, которые способствуют высокой биологической доступности радионуклидов, вследствие чего значение коэффициентов перехода (КП) на торфяных почвах, значительно выше, чем на минеральных [4]. По данным исследований повышенная биологическая доступность ра-

дионуклидов на торфяных почвах связана с механизмом ионного обмена, в котором основную роль играют гумусовые кислоты (до 70 % ^{137}Cs обнаруживается в гуматах, около 20 % в гуминовых кислотах), находящиеся в почвенном растворе [5].

Коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr на торфяных почвах варьируют в очень широком диапазоне, причем данных о параметрах перехода ^{90}Sr значительно меньше. Данные о поведении ^{137}Cs в торфяных почвах не находят однозначной интерпретации, что выражается в существенном различии представлений о причинах повышенной биологической доступности этого радионуклида [6].

Для получения нормативно чистых кормов в условиях радиоактивного загрязнения важной задачей является разработка эффективных агрохимических защитных мер с учетом особенностей торфяных почв.

Цель исследования: изучение влияния различных доз и соотношений минеральных удобрений и известкования на накопление радионуклидов многолетними злаковыми травами на торфяной почве.

Материал и методы исследований

Исследования проводились на землях расположенных на территории СПК «Оборона» Добрушского района Гомельской области. Почва опытного участка торфяная маломощная низинного типа, развивающаяся на древесно-осоковых торфах подстилаемых песком с глубины 0,8-1,0 м. Плотность загрязнения почвы в среднем ^{137}Cs – 378 кБк/м² (10,2 Ки/км²), ^{90}Sr – 14,3 кБк/м² (0,39 Ки/км²). Зольность торфа 17,6 %, объемный вес почвы 0,28 г/см³. Агрохимические показатели: рН_{KCl} – 5,38; содержание подвижного калия 300 и фосфора 202 мг/кг почвы; обменного кальция и магния – 13495 и 524 мг/кг почвы соответственно; сумма поглощенных оснований – 93,7 ммоль/100 г почвы; содержание меди – 5,4 мг/кг почвы. Состав травосмеси – овсяница луговая (*Festuca*

pratensis L.) – 6 кг/га, кострец безостый (*Bromopsis inermis* Fourr.) – 14 кг/га, тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.) – 6 кг/га.

В качестве минеральных удобрений были внесены: хлористый калий, суперфосфат аммонизированный, сульфат аммония. Медные микроудобрения (медь сернокислая) вносились в виде внекорневой подкормки в фазу стеблевания в дозе 200 г/га.

В 20 вариантах (в 4-х повторностях) испытаны дозы азота 30, 60, 90 кг/га, дозы фосфора 60 и 90 кг/га, калия 120, 180 и 240 кг/га в различных сочетаниях в двух блоках – с известкованием 3 т/га CaCO₃ и без известкования (схема опыта представлена в таблице 1).

При расчете значений параметров перехода радионуклидов (КП) были использованы данные удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr (Бк/кг) сопряженных проб почв и растений. Определение удельной активности ^{137}Cs (Бк/кг) почвы и растений производилось на гамма-спектрометрическом комплексе «Canberra-Packard» с погрешностью не более 30 %. Радиохимическое выделение ^{90}Sr по МВИ. МН 1932-2003 «Методика радиохимического определения УА ^{90}Sr в почвах и растениях без разделения в системе стронций-кальций» с погрешностью не более 20 %.

Подготовка проб почвы и растительных образцов к анализу производилась по общепринятым методикам. Для почвенных проб были определены зольность торфа и основные агрохимические показатели: рН_{KCl} – потенциметрическим методом; подвижный фосфор и калий – по Кирсанову; обменный кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30; сумма поглощенных оснований – по методу Каппена.

Данные обработаны методом дисперсионного и корреляционного анализа с использованием программного обеспечения Excel 7.0.

Таблица 1 – Влияние системы применения минеральных удобрений на урожайность и накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr многолетней злаковой травосмесью на торфяной почве

Доза удобрений	Среднее за 2008-2010 годы				
	Урожайность, сена ц/га	Активность, Бк/кг		КП, Бк/кг:кБк/м ²	
		^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Контроль (без удобрений)	37,4	8110±2771	48,3±10,5	21,9±4,4	3,4±0,8
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	85,9	1644±496	40,0±6,9	3,7±0,7	2,6±0,5
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$	90,7	1550±572	31,9±10,5	3,4±0,7	2,5±0,3
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$	103,0	1626±637	38,6±10,2	4,5±0,9	2,9±0,5
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$	107,5	2237±690	52,0±15,2	5,1±1,1	3,1±0,4
$\text{N}_{30}\text{P}_{90}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$	92,9	1198±406	36,4±8,6	3,0±0,6	2,4±0,4
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{180}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$	101,0	730±229	28,0±10,2	2,3±0,4	2,2±0,4
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{240}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$	113,1	771±232	28,8±9,7	2,2±0,4	2,1±0,3
$\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$	101,2	1266±389	32,2±7,3	3,5±0,7	2,4±0,3
$\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{180}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$	112,3	839±377	28,1±7,7	2,1±0,4	2,0±0,3
$\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{240}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$	118,5	598±185	25,6±6,5	1,6±0,3	1,8±0,4
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}+\text{CaCO}_3(3\text{т/га})$	86,9	1162±418	36,5±11,8	3,1±0,7	2,4±0,4
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}+\text{CaCO}_3(3\text{т/га})$	94,0	1548±447	35,7±9,4	3,7±1,0	2,8±0,4
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}+\text{CaCO}_3(3\text{т/га})$	98,6	1366±369	40,8±6,3	3,9±0,9	3,0±0,4
$\text{N}_{30}\text{P}_{90}\text{K}_{120}+\text{Cu}+\text{CaCO}_3(3\text{т/га})$	90,5	1018±283	30,8±9,3	2,6±0,5	2,3±0,3
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{180}+\text{Cu}+\text{CaCO}_3(3\text{т/га})$	103,6	830±263	30,2±6,9	2,2±0,3	2,1±0,3
$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{240}+\text{Cu}+\text{CaCO}_3(3\text{т/га})$	104,7	727±250	27,6±10,2	1,8±0,4	2,0±0,3
$\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{120}+\text{Cu}+\text{CaCO}_3(3\text{т/га})$	97,1	928±192	31,6±6,5	2,6±0,4	2,4±0,3
$\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{180}+\text{Cu}+\text{CaCO}_3(3\text{т/га})$	102,9	978±229	32,6±6,9	2,2±0,4	2,1±0,3
$\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{240}+\text{Cu}+\text{CaCO}_3(3\text{т/га})$	113,9	764±194	29,9±6,4	2,1±0,3	2,0±0,3
HCP_{05}	4,7				

Результаты исследования

Результаты исследований за период 2008-2010 гг. показали, что в контрольном варианте без применения удобрений была получена средняя за три года урожайность сена 37,4 ц/га, внесение удобрений в дозах $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$ привело к росту урожая в 2,4 раза по сравнению с контролем (таблица 1). Применение оптимальных доз удобрений $\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{180}+\text{Cu}_{200\text{ г/га}}$ увеличили урожайность до 112,3 ц/га.

Удельная активность ^{137}Cs в сене в вариантах опыта с применением минеральных удобрений различалась до 3,7 раз (от 598 Бк/кг до 2237 Бк/кг – норматив 1300 Бк/кг).

Максимальная удельная активность в сене трав ^{137}Cs наблюдалась в контрольном варианте без применения минеральных удобрений и составляла 8110 Бк/кг (КП ^{137}Cs – 21,9), что в 6,2 раза превышало

норматив, следовательно, полученные корма не могут быть использованы для получения животноводческой продукции. Минимальная удельная активность ^{137}Cs в растениях была на уровне 598 Бк/кг и наблюдалось в варианте с применением минеральных удобрений в следующих дозах; азотные – 60 кг/га, фосфорные – 90 кг/га, калийные – 180 кг/га д.в. совместно с некорневой подкормкой медными удобрениями в дозе 200 г/га.

Снижение накопление ^{137}Cs травостоем многолетних злаковых трав происходило при увеличении дозы калийных удобрений. Это связано с тем, что калий, как неизотопный аналог ^{137}Cs , находится в почве в макроколичествах, в то время как ^{137}Cs – в ультрамикроразбавлениях. Вследствие этого в почвенном растворе происходит сильное разбавление микроколичеств ^{137}Cs

ионами калия, и при поглощении их корневыми системами растений отмечается конкуренция за места сорбции на поверхности корней. Поэтому при поступлении данных элементов из почв или растворов в растения наблюдается антагонизм ионов цезия и калия. По данным исследований установлено, что с повышением доз калийных удобрений от 120 кг/га до 180-240 кг/га на фоне $N_{60}P_{90}$ наблюдается снижение величины перехода ^{137}Cs (КП от 3,5 до 2,1 и 1,6 соответственно).

Результаты корреляционного анализа данных показали, что величина коэффициентов перехода ^{137}Cs для сена многолетних злаковых трав зависит от содержания подвижного K_2O ($r = -0,60$) (рисунок).

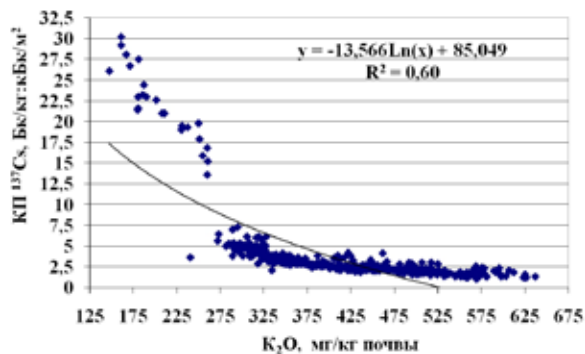


Рисунок – Зависимость перехода ^{137}Cs в сено многолетних злаковых трав от содержания подвижного калия в торфяной маломощной почве

Обязательным приемом, обеспечивающим снижения перехода радионуклидов из торфяных почвы в злаковые травосмеси, является применения научно-обоснованных доз фосфорных удобрений. Фосфорные удобрения способствуют фиксации радионуклидов фосфатами и, таким образом, снижению их поступления в растения. Увеличение доз фосфора с 60 до 90 кг/га д.в. на фоне $N_{30}K_{120}$ снижало КП ^{137}Cs в 1,2.

В комплексе агрохимических приемов важная роль отводится регулированию азотного питания растений. С одной стороны, при недостатке доступного азота в почве снижается урожай, а с другой стороны применение высоких доз одних азотных удобрений повышает уровень накопления радионуклидов. В настоящее время считается целесообразным на луговых землях,

на торфяных почвах, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr , применять азотные удобрения в составе полного минерального удобрения со значительным преобладанием калия. Повышение доз азотных удобрений с 30 кг/га д.в. до 60 и 90 кг/га д.в. на фоне $P_{60}K_{120}$ увеличило поступление ^{137}Cs (КП от 3,4 до 4,5 и 5,1 соответственно).

В зоне радиоактивного загрязнения торфяных почв применение микроудобрений приобретает особую значимость, так как основными формами микроудобрений являются сульфаты, катионы которых могут быть антагонистами радионуклидов стронция и цезия при поступлении их в растения. Применение сульфата меди в дозе 200 г/га снизило поступление радионуклидов в урожай многолетних злаковых трав в 1,1 раз.

Известкование является приемом позволяющим снизить поступления радионуклидов из почвы в растения. При внесении известковых мелиорантов в кислой почве резко увеличивается содержание обменного кальция и магния, что влияет на биологическую доступность радионуклидов. В варианте с применением известкования ($CaCO_3 - 3$ т/га) и минеральных удобрений ($N_{30}P_{60}K_{120}$) эффект снижения перехода ^{137}Cs в травостой достигал 1,1 раз по сравнению с вариантом без известкования (КП от 3,4 до 3,1).

Данные, полученные в полевом опыте на торфяной маломощной почве, позволили также оценить влияние доз и соотношений минеральных удобрений на накопление ^{90}Sr многолетними травами. Средняя удельная активность растений для ^{90}Sr в вариантах опыта с применением минеральных удобрений составляла от 25,6 до 52,0 Бк/кг. Максимальная кратность снижения концентрации радионуклидов на единицу массы в результате применения полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{90}K_{240}+Cu_{200г/га}$ составила для $^{90}Sr - 1,9$ раза в сравнении с контрольным вариантом.

Концентрация ^{90}Sr в сене злаковых трав снижалась при повышении доз ка-

лийных удобрений менее интенсивно по сравнению с концентрацией ^{137}Cs . Дополнительные дозы калия (60 и 120 кг/га д.в.) даже на слабообеспеченных обменным калием торфяных почвах снижают поступление в растения ^{90}Sr от 1,3 до 1,4 раза относительно фона $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{г/га}}$. Повышение дозы фосфора на 30 кг/га д.в. на фоне $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{г/га}}$ существенного влияния на снижение концентрации ^{90}Sr в сене многолетних трав не оказало, КП ^{90}Sr уменьшился с 2,5 до 2,4. Поэтому вносить повышенные дозы фосфорных удобрений под многолетние злаковые травы с целью снижения накопления ^{90}Sr в них не целесообразно.

Дополнительное внесение доз азотных удобрений (30 и 60 кг/га д.в.) на фоне $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{г/га}}$ под злаковые травы повысило поступление ^{90}Sr в сено в 1,2-1,3 раза.

Совместное внесение дополнительных доз азота (30 кг/га д.в.), фосфора (30 кг/га д.в.) и калия (60 и 120 кг/га д.в.) на фоне $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}+\text{Cu}_{200\text{г/га}}$ позволило снизить уровень накопления ^{90}Sr (КП уменьшился с 2,5 до 2,0 и 1,8 соответственно).

Отмечено незначительное снижение содержания ^{90}Sr с применением некорневой подкормки микроэлементом меди, КП ^{90}Sr уменьшился в 1,1 раза.

Проведение поддерживающего известкования в дозе 3 т/га не оказало положи-

тельного влияния на снижение поступления ^{90}Sr в сено многолетних злаковых трав, (КП уменьшился с 2,5 до 2,4).

В целях прогноза уровня загрязнения кормов радионуклидами дополнительно были отобраны пробы многолетних трав в производственных посевах и рассчитаны усредненные коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr дифференцированные в зависимости от содержания в почве подвижного калия и величины обменной кислотности (таблица 2, 3).

Для прогноза содержания радионуклидов в урожае травосмесей рекомендуется использовать установленные в результате исследований коэффициенты перехода, дифференцированные по обеспеченности торфяных почв калием для ^{137}Cs и реакции почвенной среды для ^{90}Sr . Для расчета уровня загрязнения травостоя необходимо величину содержания радионуклида в прогнозируемой растениеводческой продукции, рассчитанной для плотности загрязнения почв 37 кБк/м², умножить на величину плотности загрязнения почвы. По результатам прогноза осуществляется раздельный выпас дойных коров, откормочного молодняка, а также заготовка кормов в зависимости от плотности загрязнения почв и назначения продукции.

Предельно допустимый уровень загрязнения почвы радионуклидом Ки/км² (кБк/м²), при котором урожай будет соот-

Таблица 2 – Коэффициенты перехода (Бк/кг : кБк/м²) ^{137}Cs для урожая злаковых травосмесей в зависимости от обеспеченности торфяных почв подвижным калием

Тип травостоя	Содержание подвижного калия, мг/кг почвы			
	<200	201-400	401-600	601-1000
Сено (влажность 16 %)				
Естественный злаково-разнотравный	10,2	7,3	4,8	2,5
Сеяный злаковый	7,6	3,9	2,6	1,8
Сенаж (влажность 55 %)				
Естественный злаково-разнотравный	5,5	3,9	2,6	1,3
Сеяный злаковый	4,1	2,1	1,4	1,0
Силос (влажность 75 %)				
Естественный злаково-разнотравный	3,0	2,2	1,4	0,7
Сеяный злаковый	2,3	1,7	0,8	0,5
Зеленая масса (влажность 82 %)				
Естественный злаково-разнотравный	2,2	1,6	1,0	0,5
Сеяный злаковый	1,6	0,8	0,6	0,4

Таблица 3 – Коэффициенты перехода (Бк/кг : кБк/м²) ⁹⁰Sr для урожая злаковых травосмесей в зависимости от величины обменной кислотности торфяных почв

Тип травостоя	pH _{KCl}		
	4,5–5,0	5,01–5,50	5,51–6,00
Сено (влажность 16 %)			
Естественный злаково-разнотравный	5,2	3,8	2,6
Сеяный злаковый	3,7	2,4	1,9
Сенаж (влажность 55 %)			
Естественный злаково-разнотравный	2,8	2,0	1,4
Сеяный злаковый	2,0	1,3	1,0
Силос (влажность 75 %)			
Естественный злаково-разнотравный	1,5	1,1	0,8
Сеяный злаковый	1,1	0,7	0,6
Зеленая масса (влажность 82 %)			
Естественный злаково-разнотравный	1,1	0,8	0,6
Сеяный злаковый	0,8	0,5	0,4

Таблица 4 – Ограничения плотности загрязнения торфяных почв ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr при возделывании многолетних трав для производства молока цельного согласно РДУ

Доза удобрений	Плотность загрязнения почвы Ки/км ²			
	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	Сено 1300 Бк/кг	Зеленая масса 165 Бк/кг	Сено 260 Бк/кг	Зеленая масса 37 Бк/кг
Без удобрений	1,6	1,0	2,1	1,4
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ +Cu _{200г/га}	10,3	6,1	2,8	1,9
N ₆₀ P ₉₀ K ₁₈₀ +Cu _{200г/га}	16,7	9,9	3,5	2,3
N ₆₀ P ₉₀ K ₂₄₀ +Cu _{200г/га}	22,0	13,1	3,9	2,6

ветствовать РДУ определяется путем деления допустимой величины загрязнения продукции на величину КП при соответствующем уровне плодородия почв. Предельные уровни загрязнения торфяной почвы для получения кормов из многолетних трав в пределах РДУ представлены в таблице 4

При превышении допустимых уровней содержания радионуклидов в кормах для получения цельного молока, возможно использование их для производства молочной сыворотки. Без ограничений по плотности загрязнения торфяных почв радионуклидами можно возделывать многолетние травы для производства семенного материала.

Таблица 5 – Экономическая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании многолетних злаковых трав на торфяной почве (среднее за 2008 – 2010 гг.) в ценах на 06. 2010 г.

Дозы удобрений	Урожайность сена, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, к. ед.	Стоимость прибавки урожая, тыс. руб	Заграты тыс. руб на 1 га	Прибыль, тыс. руб. на 1 га	Рентабельность, %
Без удобрений	37,4	-	-	-	-	-	-
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ +Cu _{200 г/га}	90,7	53,3	15,5	543,6	411,3	132,3	32
N ₆₀ P ₉₀ K ₁₈₀ +Cu _{200 г/га}	112,3	74,9	14,7	764,1	625,2	138,9	22

Анализ экономической эффективности применения минеральных удобрений показывает, что наиболее высокая рентабельность наблюдается при внесении минимальных доз азота и фосфора, но при этом снижается урожайность и повышается содержание радионуклидов в кормах. При возделывании многолетних злаковых травосмесей с оптимальной дозой минеральных удобрений $N_{60}P_{90}K_{180}+Cu$ прибавка урожая составляет 74,9 ц/га сена, что позволяет получить 138,9 тыс. руб./га, при рентабельности 22% (таблица 5).

Заключение

В результате трехлетних исследований установлено, что применение агрохимических мероприятий (внесение $N_{60}P_{90}K_{180}$ и меди в дозе 200 г/га) на торфяных почвах с низким содержанием фосфора (200 мг/кг почвы) и калия (300 мг/кг почвы) позволяет получить урожайность сена на уровне 112 ц/га и в 2 раза снизить поступления ^{90}Sr и в 10 раз ^{137}Cs в сравнении с вариантом без внесения удобрений.

При производстве кормов из травосмесей на торфяных почвах с оптимальными для культур агрохимическими показателями, для получения молока цельного, соответствующего РДУ может быть использовано сено злаковых трав при плотности загрязнения почвы ^{137}Cs до 16,7 Ки/км², ^{90}Sr до 3,5 Ки/км². При уровнях плодородия почвы ниже оптимальных для возделывания многолетних трав ограничения по плотности загрязнения почвы увеличиваются в 2-3 раза

Библиографический список

1. Агрохимическая и радиологическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Гомельской области / М.И. Любезный [и др.]. – Гомель, 2009. – 438 с.
2. Накопление ^{137}Cs многолетними злаковыми травами на торфяно-болотных почвах разной мощности / Подоляк [и др.]. // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: зб. навук. прац. у 2 т. Т. 1. – Брэст, 2008. – С. 66-68.
3. Анненков, Б.Н. Ведение сельского хозяйства в районах радиоактивного загрязнения (радионуклиды в продуктах питания) / Б.Н. Анненков, В.С. Аверин. – Мн.: ПроPILEI, 2003 – 111 с.
4. Основные факторы, определяющие поведение радионуклидов в системе почва-растение / Б.С. Пристер [и др.] // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: сб. науч. тр. / Украинский науч.-исслед. ин-т с.-х. радиологии; под. ред. Н.А. Лощилова. – Киев, 1992. – Вып. 2. – С. 108-116.
5. Соколик, Г.А. Миграция ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239, 240}Pu$ и ^{241}Am в системе «почва - почвенный раствор - растение». Звено «почва – почвенный раствор» / Г.А. Соколик // Докл. НАН Беларуси. – 1999. – Т. 43. – № 2. – С. 103-109.
6. Влияние минеральных удобрений на урожайность многолетних злаковых трав и накопление радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr на торфяной почве / А.Г. Подоляк, [и др.]. // Почвоведение и агрохимия. – Январь-июнь 2007. – № 1 (38). – С. 252-262.

A.G. Podolyak, T.V. Lasko, V.V. Goloveshkin

RADIOLOGICAL ASPECTS OF LONG-TERM MEADOW LAND USE ON PEAT SOILS AFFECTED IN THE RESULT OF THE CHERNOBYL ACCIDENT

The paper presents the results obtained in three-year field experiment on studying the effects of mineral fertilizers and lime application on radionuclide uptake by perennial grain crops on shallow peat soils. The experimental data analysis has shown that maximum ^{137}Cs and ^{90}Sr specific activities in hay of perennial grain crops were observed on a reference plot, where mineral fertilizers were not applied, and made up 8110 Bq/kg and 48.3 Bq/kg, respectively, whereas minimal values of 598 Bq/kg and 25.6 Bq/kg were reached at a ratio $N_{60}P_{90}K_{240}+Cu_{200g/ha}$, which was in other words 13.6 and 1.9 times lower than the values of a reference plot.

The maximum ^{137}Cs and ^{90}Sr transfer factors were observed on the reference plot, i.e. $TF^{137}\text{Cs} - 21.9$ and $^{90}\text{Sr} - 3.4$. Minimal ^{137}Cs and ^{90}Sr uptake by perennial herbage occurred with increased rates of potassium fertilizers from 120 kg/ha to 180 kg/ha K. Application of recommended $\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{180} + \text{Cu}$ fertilizer rate provided reduction of ^{137}Cs transfer to perennial grasses by 1.8 times, and that of ^{90}Sr by 1.3 times as against the minimal rate of $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$.

Dolomite application at a rate of 3 t/ha in addition to the $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{120} + \text{Cu}_{200\text{g/ha}}$ ratio showed 1.1 time reduction of ^{137}Cs and ^{90}Sr uptake by hay.

Key words: *peat soil, caesium, strontium, perennial grasses, fertilizers*

Поступила 10.03.11