

## Резюме

Изучен характер действия и эффективность зеленых и органических удобрений на продуктивность звена севооборота: картофель-ячмень-озимая рожь. Установлено, что запашка узколистного люпина незначительно увеличивает продуктивность в сравнении с запашкой только его корневых остатков. Более рационально будет использовать зеленую массу на корм скоту. Органические удобрения эффективнее использовать совместно с минеральными.

## Summary

EFFICIENCY OF GREEN AND ORGANIC FERTILIZERS IN A LINK OF CROP ROTATION ON A SOD-PODZOLIC LOAMY SAND POROUS SOIL

A.Golovach

Influence and efficiency of green and organic fertilizers on the productivity of a link crop rotation: potatoes- barley- winter rye has been studied. It is established that ploughing in of blue lupine increased insignificant the productivity compared to the ploughing in only of its root residues. It is more rational to use the green mass for forage. Organic fertilizers is effectively to apply in combination with mineral fertilizers. Mineral fertilizers speed up the return of organic fertilizers.

УДК: 633.2.031:546.36:546.42

## АККУМУЛЯЦИЯ $^{137}\text{Cs}$ И $^{90}\text{Sr}$ В ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТЕНИЙ

А.Г. Подоляк

НИРУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»,  
Гомельский территориальный отдел сельскохозяйственной радиологии  
г. Гомель, Республика Беларусь

Как известно, травяной покров естественных и улучшенных сенокосов и пастбищ представляет собой совокупность нескольких видов растений. Условия питания, различия в характере распределения и мощности корневых систем и другие биологические особенности определяют межвидовые различия в аккумуляции  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  при корневом пути их поступления, которые по данным ряда исследователей, могут достигать 10–30 и более раз [1–4].

Цель исследований – изучить влияние биологических особенностей луговых растений на аккумуляцию  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в условиях радио-

активного загрязнения земель. Исследования выполнены в рамках Государственной программы Республики Беларусь по минимизации и преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС по теме: «Разработать и оптимизировать комплекс мер по эффективному землепользованию и снижению радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции, направленных на уменьшение доз облучения населения».

Исследования проводили на протяжении 1992–2002 гг. в Брагинском и Хойникском районах Гомельской области на естественных сенокосах и пастбищах, выведенных из сельскохозяйственного использования. Почвенная радиологическая и агрохимическая характеристика объектов исследований представлена в табл. 1.

Определение видов растений и их принадлежности к той или иной ботанической группе проводили по методологическим разработкам Л.М. Сапегина [4]. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в образцах определяли на  $\gamma$ -спектрометрических комплексах «Canberra» и «Oxford»,  $^{90}\text{Sr}$  – радиохимическим методом по стандартной методике ЦИНАО с радиометрическим окончанием на  $\alpha$ -,  $\beta$ -счетчике «Canberra-2400». Для количественной оценки поступления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  из почвы в растения рассчитывали коэффициенты пропорциональности ( $K_p = \text{Бк/кг}:\text{кБк/м}^2$ ) на основе данных спектрометрического и радиохимического анализа проб почвы и растений. Данные обрабатывали методом дисперсионного и регрессионного анализа с использованием компьютерных программ (Excel 7.0, Statistic 7.0).

Таблица 1. Почвенная радиологическая и агрохимическая характеристика экспериментальных участков (1992–2002 гг.)

Суходольный луг д. Савичи (Брагинский р-н)	Заболоченный луг д. Дублин (Брагинский р-н)	Пойменный луг д. Тульговчи (Хойникский р-н)
дерново-подзолистая глееватая песчаная	торфяно-болотная низинная типичная	аллювиально-дерновая глееватая песчаная
$^{137}\text{Cs} - 1026 \pm 84 \text{кБк/м}^2$ $^{90}\text{Sr} - 162 \pm 19 \text{кБк/м}^2$	$^{137}\text{Cs} - 250 \pm 36 \text{кБк/м}^2$ $^{90}\text{Sr} - 65 \pm 11 \text{кБк/м}^2$	$^{137}\text{Cs} - 864 \pm 93 \text{кБк/м}^2$ $^{90}\text{Sr} - 72 \pm 12 \text{кБк/м}^2$
гумус – 1,7-2,2 % $\text{pH}_{(\text{KCl})} - 3,5-5,7$ $\text{Hr} - 2,3-8,8 \text{ смоль/кг}$ $\text{S} - 1,8-17,3 \text{ смоль/кг}$ $\text{V} - 16-82\%$ $\text{K}_2\text{O} - 57-216 \text{ мг/кг}$ $\text{P}_2\text{O}_5 - 25-181 \text{ мг/кг}$ $\text{Ca} - 235-1280 \text{ мг/кг}$ $\text{Mg} - 55-630 \text{ мг/кг}$ Иок. – 0,22-0,88	зольность – 16,0-17,5 % $\text{pH}_{(\text{KCl})} - 5,4-5,9$ $\text{Hr} - 20,0-31,6 \text{ смоль/кг}$ $\text{S} - 65-75 \text{ смоль/кг}$ $\text{V} - 66,5-79,8\%$ $\text{K}_2\text{O} - 250-1200 \text{ мг/кг}$ $\text{P}_2\text{O}_5 - 176-670 \text{ мг/кг}$ $\text{Ca} - 9220-12375 \text{ мг/кг}$ $\text{Mg} - 930-1084 \text{ мг/кг}$ Иок. – 0,48-0,98	гумус – 3,4-4,2 % $\text{pH}_{(\text{KCl})} - 5,0-6,3$ $\text{Hr} - 0,96-2,3 \text{ смоль/кг}$ $\text{S} - 4,2-10,5 \text{ смоль/кг}$ $\text{V} - 65,4-90,5\%$ $\text{K}_2\text{O} - 90-301 \text{ мг/кг}$ $\text{P}_2\text{O}_5 - 93-155 \text{ мг/кг}$ $\text{Ca} - 515-1225 \text{ мг/кг}$ $\text{Mg} - 170-330 \text{ мг/кг}$ Иок. – 0,60-1,00

Ботанический анализ естественного травостоя показал, что исследуемые луга имеют различную структуру. Так в травостое суходольного луга преобладали злаковые растения (Poaceae – 50–60%): белоус торчащий (*Nardus stricta* L.), овсяница красная (*Festuca rubra* L.), полевица белая (*Agrostis alba* L.) и разнотравье (около 40–50%): тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), щавель малый (кислый) (*Rumex acetosa* L.); заболоченного – разнотравные ассоциации (50–60%): крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), бодяк полевой (*Cirsium macrocephalum* C.F.M.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), лютик едкий (*Ranunculus acris* L.), осоковые (Cyperaceae до 30–40%) и злаковые (Poaceae 10–20%); пойменного – злаковые виды (Poaceae – 70–80%): лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) и бобовые растения (Fabaceae – 10–15%): клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), клевер белый (ползучий) (*Trifolium repens* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), разнотравье (до 5%) и осоковые (Cyperaceae до 5%).

Максимальным накоплением  $^{137}\text{Cs}$  отличался естественный травостой заболоченных лугов (Кп 40 – 47), а  $^{90}\text{Sr}$  – суходольных лугов (Кп 15–20). За период с 1992 по 2002 гг. коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  в естественный травостой суходольного и пойменного лугов снизились, соответственно на 7 и 5 %; заболоченного луга – увеличились до 20%. Отмечено снижение коэффициентов перехода  $^{90}\text{Sr}$  в травостой суходольного луга на 10–12 % и заболоченного – на 5–6% и увеличение на 30–33% в травостой пойменного луга (Рис.1). Установлено, что накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  луговыми растениями зависят от их биологических особенностей (видовых различий), которые могут отличаться до десятков раз при одинаковой плотности радиоактивного загрязнения луга [5–6].

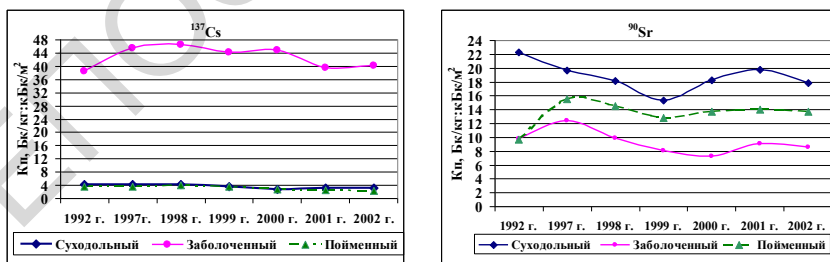


Рис.1. Динамика величины коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в естественный травостой лугов различных типов

Так, видовые различия для травостоя пойменного луга в целом составили: для  $^{137}\text{Cs}$  – 145 раз Кп, 43,5 щавель конский (*Rumex confertus* Willd.); Кп, 0,3 – ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.); для  $^{90}\text{Sr}$  – 60 раз Кп, 97,6 тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.); Кп, 1,6 – ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), а видовые различия для ботанической группы злаковые (Poaceae) составили: по  $^{137}\text{Cs}$  – 25 раз, по  $^{90}\text{Sr}$  – 12 раз (табл. 2).

Таблица 2. Средние значения коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  (Кп, Бк/кг: кБк/ м<sup>2</sup>) в отдельные виды трав пойменного луга (1992–2002 гг.)

Вид	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Злаковые (Poaceae)		
Луговик дернистый (щучка) ( <i>Deschampsia caespitosa</i> L.)	7,5±2,5	20,2±5,8
Белоус торчащий ( <i>Nardus stricta</i> L.)	6,2±3,1	10,4±3,5
Мятлик болотный ( <i>Poa polystris</i> L.)	6,1±2,7	18,0±5,2
Булавоносец седой ( <i>Corynephorus canescens</i> L.)	5,2±2,8	6,1±2,5
Овсяница овечья ( <i>Festuca ovina</i> L.)	4,9±1,8	10,4±2,2
Лисохвост луговой ( <i>Alopecurus pratensis</i> L.)	4,5±1,3	10,3±3,8
Тимофеевка луговая ( <i>Phleum pratense</i> L.)	3,0±1,5	13,2±1,6
Овсяница луговая ( <i>Festuca pratensis</i> Huds.)	2,7±1,2	5,9±1,7
Полевица белая ( <i>Agrostis alba</i> L.)	1,7±0,3	8,5±2,8
Вейник тростниковидный ( <i>Galamagrostis arundinacea</i> L.)	1,5±0,6	4,2±0,6
Двукосточник тростниковый ( <i>Phalaris arundinacea</i> L.)	1,2±0,5	2,0±0,5
Мятлик луговой ( <i>Poa pratensis</i> L.)	0,7±0,4	2,6±0,4
Кострец безостый ( <i>Bromus inermis</i> Leyss)	0,4±0,2	4,0±2,1
Ежа сборная ( <i>Dactylis glomerata</i> L.)	0,3±0,2	1,6±1,0
Бобовые (Fabaceae)		
Клевер луговой ( <i>Trifolium pratense</i> L.)	0,51±0,2	20,4±4,2
Мышиный горошек ( <i>Vicia cracca</i> L.)	1,0±0,5	31,8±5,5
Лядвенец рогатый ( <i>Lotus corniculatus</i> L.)	2,0±0,5	79,8±8,3
Клевер белый (ползучий) ( <i>Trifolium repens</i> L.)	0,7±0,3	22,4±3,2
Клевер гибридный ( <i>Trifolium hybridum</i> L.)	0,6±0,3	21,1±3,5
Осоковые (Cyperaceae)		
Осока лисья ( <i>Carex vulpina</i> L.)	40,5±12,2	23,3±5,2
Осока острая ( <i>Carex acuta</i> L.)	38,4±9,5	21,8±3,5
Аир обыкновенный ( <i>Aer calamus</i> L.)	37,8±10,4	18,1±5,6
Разнотравье (Rumexaceae; Lythraceae и др.)		
Щавель конский ( <i>Rumex confertus</i> Willd.)	43,5±10,8	61,8±1,5
Щавель малый (кислый) ( <i>Rumex acetosa</i> L.)	38,2±9,8	54,4±5,3
Черда трехраздельная ( <i>Bidens tripartita</i> L.)	27,7±4,8	20,2±4,3
Лапчатка гусиная ( <i>Potentilla anserina</i> L.)	26,8±5,9	13,5±5,1
Подмаренник настоящий ( <i>Galium verum</i> L.)	25,9±4,5	48,9±4,3
Горец почечуйный ( <i>Polygonum percicaria</i> L.)	17,6±6,3	13,4±3,2
Тысячелистник обыкновенный ( <i>Achillea millefolium</i> L.)	9,7±2,9	97,6±10,5

На основании многолетних исследований установлено, что основным фактором, влияющими на переход  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в травостой луговых фитоценозов, является тип луговой экосистемы: тип почвы, режим увлажнения; ботанический состав травостоя, биологические особенности луговых растений.

Максимальным накоплением  $^{137}\text{Cs}$  отличается естественный травостой заболоченных лугов на торфяно-болотных почвах (Кп, 40–47), а  $^{90}\text{Sr}$  – суходольных лугов на дерново-подзолистых песчаных почвах (Кп, 15–20).

Видовые различия в аккумуляции радионуклидов луговыми растениями могут различаться до нескольких десятков раз при одинаковой плотности радиоактивного загрязнения, поэтому для прогноза качества кормов, получаемых с естественных сенокосов и пастбищ, необходимо проводить не только их радиологическое обследование и паспортизацию, но и учитывать структуру луговых фитоценозов.

#### Литература:

1. Гребенщикова Н.В., Подоляк А.Г., Палекшанова Г.И. и др. Динамика биологической подвижности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в луговых экосистемах Белорусского Полесья // Итоги научных исследований в области радиозологии окружающей среды за десятилетний период после аварии на Чернобыльской АЭС: Сб. научн. тр. / Под ред. С.К. Фирсаковой – Гомель, 1996. – С. 34–39.
2. Sapegin L., Daineko N., Timofeev S., Podolyak A. Prognoses of plant communities changes on the territories, not used in agriculture after the accident at the Chernobyl NPP / International Conference One decade after Chernobyl. Austria, 1996. – P. 306–307.
3. Алексахин Р.М., Фесенко С.В., Санжарова Н.И. Основные итоги работ в области сельскохозяйственной радиологии по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986–2001 гг. (к 15-й годовщине аварии) // Радиационная биология. Радиозология. – 2001. – Т. 41. – Вып. 3. – С. 313–325.
4. Сапегин Л.М. Луга юго-востока БССР. – Мн.: Университетское, 1985. – 100с.
5. Подоляк А.Г., Тимофеев С.Ф., Гребенщикова Н.В., Персикова Т.Ф. Динамика перехода  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в травостой пойменных лугов в зависимости от биологических особенностей растений // Природные ресурсы. – 2001. – № 4. – С. 103–108.
6. Подоляк А.Г., Одинцова Л.Е., Ивашкова И.И. Влияние биологических особенностей луговых трав на накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в кормах // Агрэкология: Сб. научн. трудов «Экологические основы растениеводства» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». – Вып.3. – Горки, 2005. – С.69–75.

#### Резюме

На основании многолетних исследований установлено: максимальным накоплением  $^{137}\text{Cs}$  отличается естественный травостой заболоченных лугов на торфяно-болотных (Кп, 40–47), а  $^{90}\text{Sr}$  – суходольных лугов на дерново-подзолистых песчаных почвах (Кп, 15–20). Видовые различия для травостоя пойменного луга в целом составляют: для  $^{137}\text{Cs}$  –145 раз (Кп, 43,5 щавель конский (*Rumex confertus* Willd.);

Кп, 0,3 – ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.); для  $^{90}\text{Sr}$  – 60 раз (Кп, 97,6 тысячелестник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.); Кп, 1,6 – ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), а видовые различия для ботанической группы злаковые (Poaceae) составляют: по  $^{137}\text{Cs}$  – 25 раз, по  $^{90}\text{Sr}$  – 12 раз.

### Summary

ACCUMULATION  $^{137}\text{Cs}$  AND  $^{90}\text{Sr}$  IN MEADOW PLANTS DEPENDING ON THEIR BIOLOGICAL FEATURES

A.G. Podolyak

On the basis of long-term researches it is established, the maximal accumulation  $^{137}\text{Cs}$  natural herbage of marshed meadows on peaty soil (TF, 40–47), and  $^{90}\text{Sr}$  – waterless meadows on sandy-podsolic soil (TF, 15–20).

Specific distinctions for a herbage of an flood meadow as a whole have made: for  $^{137}\text{Cs}$ –145 times (TF, 43,5 – *Rumex confertus* Willd.; TF, 0,3 – *Dactylis glomerata* L.; for  $^{90}\text{Sr}$  – 60 times (TF, 97,6 – (*Achillea millefolium* L. and TF, 1,6 – *Dactylis glomerata* L.). For botanical group cereals (Poaceae) make specific distinctions: on  $^{137}\text{Cs}$ –25 times, on  $^{90}\text{Sr}$  – 12 times.

УДК 633:546.36+42

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ $^{90}\text{Sr}$ ПОЛЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Г.В. Седукова, С.Ф. Тимофеев

РНИУП «Институт радиологии»  
г. Гомель, Республика Беларусь

Основной задачей сельскохозяйственного производства на землях, загрязненных радиоактивными веществами, является получение продукции, соответствующей допустимым уровням. Решение ее возможно лишь при использовании научно обоснованных мероприятий, направленных на минимизацию содержания радионуклидов в продукции растениеводства. Земли, плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  которых не превышает  $1480 \text{ kBк/м}^2$  ( $40 \text{ Ки/км}^2$ ) и  $111 \text{ kBк/м}^2$  ( $3 \text{ Ки/км}^2$ ) соответственно могут находиться в сельскохозяйственном обороте. Однако получение нормативно чистой растениеводческой продукции на таких территориях крайне затруднено. Поэтому изучение влияния агрохимических приемов на величину перехода радионуклидов в системе почва-растение имеет первостепенное значение. В связи с этим целью наших исследований было изучить влияние минеральных и различных видов органических удобрений в сочетании с известкованием почвы на величину перехода  $^{90}\text{Sr}$  в полевые культуры.