

УДК 574:539.1.04:633.31;633.2.031

**ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДА РАДИОНУКЛИДОВ В МНОГОЛЕТЕННИЕ  
БОБОВЫЕ ТРАВЫ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Щур А.В.<sup>1</sup>, Валько О.В.<sup>2</sup>, Валько В.П.<sup>2</sup>, Синельников В.М.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>-Белорусско-Российский университет, г. Могилёв, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>- Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Keywords: contamination, conversion factors, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, perennial legume grasses.

Summary: considered radionuclide transition from soil into perennial legume grasses in conditions of radioactive contamination of Chernobyl origin. Established coefficients of radionuclides in the green mass of legumes. To assess the safety of their cultivation in conditions of radioactive contamination.

В настоящее время около 70% коллективной дозы облучения населения Беларуси обусловлено радионуклидами, содержащимися в продуктах питания. Поэтому главной задачей сельскохозяйственного производства на загрязненной территории является получение продукции с содержанием радионуклидов в пределах республиканских допустимых уровней и дальнейшее снижение радиоактивной нагрузки.

Одной из важных задач агропромышленного комплекса на данный момент является разработка мероприятий, позволяющих получать нормативно-чистую продукцию растениеводства на загрязненных радионуклидами землях. Это, в свою очередь, снизит переход радиоактивных веществ в продукцию животноводства, а в результате уменьшит дозовую нагрузку на население.

В условиях дефицита кормов и высоких цен на азотные удобрения стратегическим направлением на пахотных землях должно быть увеличение доли зернобобовых культур в структуре посевных площадей. Зернобобовые отличаются высоким содержанием белка в зерне (25-43%), они дают самый дешевый и лучший по качеству белок. Кроме того, под посевы зернобобовых не требуется вносить азотные удобрения, что связано с их способностью усваивать атмосферный азот. Зернобобовые улучшают плодородие почв и являются хорошим предшественником для большинства культур. Главным препятствием на пути увеличения доли зернобобовых в структуре посевных площадей на загрязненных радионуклидами землях является их способность накапливать радионуклиды в больших, по сравнению с другими культурами, количествах [11-15].

В нашей стране происходит процесс экономической реорганизации, поэтому для устойчивого социального развития общества необходимо привнесение экологических факторов в экономические процессы.

На современном этапе созданы высокоурожайные кормовые сорта бобовых трав, обладающие высокой устойчивостью к комплексу неблагоприятных факторов окружающей среды. Культуры способны расти на почвах бедных по основным элементам питания, с неустойчивым водным режимом, где возделывание других культур невозможно или нерентабельно. По данным РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» они отличаются хорошей поедаемостью скотом. Сорта обладают высокой степенью самообеспечения минеральным питанием, держатся в травостое более двух лет. Урожайность зеленой массы может достигать 250–300 ц/га, сена 50–60 ц/га. Бобовые травы являются кальциефильными культурами, что позволяет их выращивать на переизвесткованных почвах. Для оптимизации азотного питания растений, возможно использовать разработанные в Институте микробиологии НАН микробиологические препараты, выработанные на основе гетерогенных и гомогенных штаммов ризосферных азотфиксирующих микроорганизмов.

В настоящее время не определено влияние вновь созданных биологически активных препаратов на урожайность и накопление радионуклидов в растениях. В связи с этим, для увеличения производства растительного белка необходимо изучить особенности возделывания высокоурожайных кормовых сортов многолетних бобовых трав на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению [1-8,17,18].

Целью исследований являлось: определить параметры перехода радионуклидов в зеленую массу бобовых трав для дерново-подзолистых супесчаных почв Республики Беларусь.

Почвы опытных участков расположены на территории землепользования СПК «Зарянский» Славгородского района Могилевской области. Плотность загрязнения

пахотного слоя почвы  $^{137}\text{Cs}$  на опытных делянках составляет около  $555 \text{ кБк/м}^2$  ( $15 \text{ Ку/км}^2$ ),  $^{90}\text{Sr}$  – менее  $5,55 \text{ кБк/м}^2$  ( $0,15 \text{ Ку/км}^2$ ).

Подготовка проб почвы и растительных образцов к анализу производилась по общепринятым методикам. Удельная активность радионуклидов в почвенных и растительных образцах определена на гамма-бета спектрометре МКС-АТ1315 по методике МВИ. МН 1181-2007 [9].

Математическая и статистическая обработка результатов исследования, построение графиков осуществляется на персональном компьютере с помощью пакетов прикладных программ [10].

Объектами исследований являются многолетние бобовые травы (донник белый (сорт Коптевский) и эспарцет (сорт Ковпацкий)) в беспокровном посеве, дерново-подзолистые почвы Могилевской области разной степени увлажнения, загрязненные радионуклидами. Исследования проводились в посевах бобовых трав на супесчаных почвах с различным режимом увлажнения.

В таблице 1 представлены результаты радиологических исследований сопряженных проб почвы и зеленой массы донника белого в разрезе вариантов на экспериментальных участках Могилевской области.

**Таблица 1. Параметры накопления  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе донника белого на дерново-подзолистых супесчаных почвах Могилевской области**

Варианты	Удельная активность зеленой массы, $^{137}\text{Cs} \pm dx^*$ , Бк/кг	КП $\pm dx^*$ , Бк/кг:кБк/м <sup>2</sup>
Автоморфная почва		
Контроль	$331,1 \pm 79,7$	$0,67 \pm 0,21$
P60K60	$153,3 \pm 53,3$	$0,33 \pm 0,12$
P60K120	$91,6 \pm 30,1$	$0,20 \pm 0,11$
Глееватая почва		
Контроль	$81,0 \pm 9,7$	$0,26 \pm 0,12$
P60K60	$38,7 \pm 4,1$	$0,12 \pm 0,08$
P60K120	$23,9 \pm 2,9$	$0,07 \pm 0,002$
НСР <sub>05</sub>	51,9	0,06

Примечание: \* существенно при  $p = 0,05$

Во всех изученных вариантах уровень загрязнения продукции  $^{90}\text{Sr}$  был ниже действующим допустимым уровням.

Выбранные участки имеют невысокую внутреннюю пестроту загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  пахотного горизонта, что подтверждается значениями НСР<sub>05</sub>.

Анализ представленных данных демонстрирует значительное влияние на накопление нуклидов условий выращивания – степени увлажнения почвы, применения удобрений и проведения защитных мер. В целом, изучаемая культура имеет более высокую удельную активность зеленой массы по сравнению с эспарцетом, что демонстрирует необходимость вести радиологический контроль за ее размещением на радиоактивно загрязненных территориях и оценку качества зеленой массы культуры. Культура отзывчива на применение удобрений (разница в КП  $^{137}\text{Cs}$  между контролем и внесением P60K120 на автоморфной почве составляет 3,35 раза, между контролем и внесением P60K120 на глееватой почве составляет 3,71 раза).

Наблюдается влияние степени увлажнения почвы на переход радионуклидов в зеленую массу донника белого (разница между контролями на автоморфной и

глеевой почвах составила 2,58 раза).

В таблице 2 представлены результаты радиологических исследований сопряженных проб почвы и зеленой массы эспарцета в разрезе вариантов и повторений на экспериментальных участках Могилевской области.

**Таблица 2. Параметры накопления  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе эспарцета на дерново-подзолистых супесчаных почвах Могилевской области**

Варианты	Удельная активность зеленой массы, $^{137}\text{Cs} \pm dx^*$ , Бк/кг	КП $\pm dx^*$ , Бк/кг:кБк/м <sup>2</sup>
Автоморфная почва		
Контроль	34,2 $\pm$ 9,08	0,07 $\pm$ 0,041
P60K60	17,0 $\pm$ 5,07	0,04 $\pm$ 0,021
P60K120	8,1 $\pm$ 4,41	0,04 $\pm$ 0,023
Глееватая почва		
Контроль	22,8 $\pm$ 7,84	0,06 $\pm$ 0,029
P60K60	13,8 $\pm$ 4,09	0,03 $\pm$ 0,019
P60K120	6,6 $\pm$ 2,02	0,01 $\pm$ 0,004
НСР <sub>05</sub>	4,1	0,011

Примечание: \* существенно при  $p = 0,05$

Во всех изученных вариантах уровень загрязнения продукции  $^{90}\text{Sr}$  был ниже действующих допустимых уровней.

Представленные данные демонстрируют значительное влияние на переход  $^{137}\text{Cs}$  в зеленую массу эспарцета условий выращивания, в том числе и применения удобрений и проведение защитных мер – повышенные дозы калия приводят к уменьшению в 1,8-6 раз накопления  $^{137}\text{Cs}$  в продукцию по сравнению с контролем. На изученных почвах наиболее эффективно внесение P80K180.

Резюмируя, следует отметить значительное влияние на переход в культуру  $^{137}\text{Cs}$  водно-го режима почв – на автоморфных почвах переход радионуклидов из почвы в растение выше (в контроле в 1,3 раза) и режима минерального питания изучаемых культур. Наибольший радиэкологический эффект от применения защитных мероприятий при возделывании донника белого достигался при внесении дозы удобрений P60K120. Минимальное накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в зеленой массе эспарцета отмечалось при внесении доз минеральных удобрений P80K180 и N30P80K180.

### Литература

1. Щур, А.В. Накопление  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе донника белого (*Melilotus albus* Med.) и эспарцета (*Onobrychis* Mill.), возделываемых на радиоактивно загрязненных территориях Республики Беларусь / А.В. Щур, Е.Н. Вульвач, Т.М. Маджуга / Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки // Материалы VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 75-летию профессора А.Т. Фарниева. Часть 1. – Владикавказ, Изд. «Горский госагроуниверситет», 2012. – С. 219-222.

2. Щур, А.В. Агроэкологические особенности возделывания донника белого (*Melilotus albus* Med.) и эспарцета (*Onobrychis* Mill.) на радиоактивно загрязненных территориях Республики Беларусь / А.В. Щур, Е.Н. Вульвач, Т.М. Маджуга / Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве // Материалы

международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию профессора С.Х. Дзанагова. – Владикавказ, Изд. «Горский госагроуниверситет», 2012. – С. 317-319.

3. Щур, А.В. Альтернатива клеверу для загрязненных почв / А.В. Щур, Т.Н. Агеева, В.В. Головешкин, А.М. Самусев / Белорусское сельское хозяйство, - 2012, № 7 (123) С. 38-41.

4. Щур, А.В. Агрэкологические особенности многолетних бобовых трав в условиях радиоактивного загрязнения территории Могилевской области при применении микробиологических препаратов / А.В. Щур, О.В. Валько, З.М. Алещенкова, В.П. Валько, Л.Е. Картыжова // Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран: сборник науч. статей II Межд. науч.-практ. конф.. 27-29 марта 2012 г., МГУ им. А.А. Кулешова, г. Могилев: в 2 ч. / под ред. И.Н. Шаруха, [и др.]. – Могилев: УО «МГУ имени А.А. Кулешова», 2012. – Ч.2. – С. 313-316

5. Валько, В.П.. Биотехнологическое земледелие – основа эффективного сельскохозяйственного производства / В.П. Валько, А.В. Щур // Исследования, результаты (научный журнал). – Казахский национальный аграрный университет: Алматы. - №2 (058). – 2013. – С. 84-89.

6. Щур, А.В. Агрэкологические особенности применения биологически активных препаратов условиях радиоактивно загрязненных территорий Республики Беларусь / А.В. Щур, В.П. Валько, О.В. Валько // Исследования, результаты (научный журнал). – Казахский национальный аграрный университет: Алматы. - №1. – 2014. – С. 205-212.

7. Щур, А.В. Радиоэкологические риски и направления их снижения в агропромышленном комплексе Могилевской области Республики Беларусь / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Т.Н. Агеева, Т.П. Шапшеева, Г.Н. Фадькин // АгроЭкоИнфо. – 2015, №5. [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/ STATYI/ 2015/ 5/ st\\_19.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/5/st_19.doc).

8. Валько, В.П. Особенности биотехнологического земледелия / В.П. Валько, А.В. Щур // Минск: БГАТУ, 2011. – 192 с.

9. МВИ. МН 1181-2007 «Методика выполнения измерений объемной и удельной активности  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{40}\text{K}$  на гамма-бета-спектрометре типа МКС-АТ1315, объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{40}\text{K}$  на гамма-спектрометре типа ЕЛ 1309 (МКГ-1309) в пищевых продуктах питания, питьевой воде, почве, сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды».

10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

11. Кузнецов Н.П. Лесные и лесопарковые системы Рязанской области [Текст]/ Н.П. Кузнецов, Д.В. Виноградов, Г.Н. Фадькин, С.В. Сальников // Рязань: РГАТУ, 2014. – 308с.

12. Хабарова, Т.В. Практикум по экологии [Текст]/Т.В. Хабарова, Д.В. Виноградов, В.И. Левин, Г.Н. Фадькин // Рязань: ИПД «Первопечатникъ», 2016. – 184с.

13. Щур А.В., Валько В.П., Виноградов Д.В. Экологическая структура сообщества почвенных беспозвоночных животных леса в условиях радиоактивного загрязнения территорий Республики Беларусь // АгроЭкоИнфо. – 2016, №3. [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/3/st\\_323.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/3/st_323.doc).

14. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П., Валько О.В., Фадькин Г.Н., Гогмачадзе Г.Д. Радиоэкологическая эффективность биологически активных препаратов в условиях Беларуси // АгроЭкоИнфо. – 2015, №5. [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/СТАТУИ/2015/5/st\\_20.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/СТАТУИ/2015/5/st_20.doc).

15. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П., Фадькин Г.Н., Гогмачадзе Г.Д. Радиоэкологические особенности миграции Cs-137 в растительность лесных экосистем Могилевской области Беларуси, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС // АгроЭкоИнфо. – 2015, №4. [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/СТАТУИ/2015/4/st\\_17.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/СТАТУИ/2015/4/st_17.doc).

16. Щур А.В., Валько В.П., Виноградов Д.В. Некоторые направления фиторемедиации техногенно поврежденных территорий в Республике Беларусь // Вестник РГАТУ. – 2015, №2 (26). – С. 14-20.

17. Щур, А.В. Экология [Текст] / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Н.Н. Казаченок, А.Ю. Скриган, П.Н. Балабко, Т.Н. Агеева // Рязань: ИПД «Первопечатникъ», 2016. – 187с.

18. Щур, А.В. Отраслевая экология [Текст]/ А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Н.Н. Казаченок, В.П. Валько, О.В. Валько // Рязань: ИПД «Первопечатникъ», 2016. – 154с.