

дартная в присутствии гормона БАП с концентрацией 0,5 мг/л, и MS с добавлением Na в присутствии гормона БАП с концентрацией 1,0 мг/л.

Так же наличие корнеобразования на этапе регенерации дает возможность исключить один из этапов клонального микроразмножения, что позволяет ускорить процесс получения оздоровленного посадочного материала и снизить его стоимость.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Батукаев, А. А. Использование регуляторов роста в системе производства оздоровленного посадочного материала винограда / А. А. Батукаев, А. А. Зармаев, М. С. Батукаев // Труды БГУ. – 2013. – Ч 2. – С. 43–47.

2. Батура, Т. Р. Асептическое введение винограда в культуру *in vitro* / Т. Р. Батура, И. О. Беда, Н. В. Водчиц // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: материалы XIVМеждународ. науч.–практ. конф., 3 апреля 2020 г. / ПолесГУ, редкол.: Шебеко К. К. (гл. ред.) [и др.]. – Пинск, 2020. – С. 4–6.

3. Ватукаев, М. С. Особенности производства оздоровленного посадочного материала винограда / М. С. Ватукаев, А. К. Раджабов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 9. – С. 23–25.

4. Введение в культуру *in vitro* и микроклональноеразмножение перспективных сортов, клоновых подвоев и дикорастущих форм яблони / Ромаданова Н. В. [и др.] // Исследования, результаты КНАУ. – 2017. – № 3. – С. 142–148.

5. Особенности адаптации меристемных растений земляники садовой *fragaria × ananassa duch.* в условиях светодиодного освещения / Д. С. Мороз [и др.] // Вестник БарГУ. – 2019. – С. 73–82.

УДК 631.84:631.445.24:633.171

## **ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПЕРЕХОД <sup>137</sup>Cs И <sup>90</sup>Sr ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ В ЗЕРНО ПРОСА**

**Батыршаев Э. М.** – к. с.-х. н., доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
кафедра агрохимии

В отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС необходимо разрабатывать научно-обоснованные защитные мероприятия, позволяющие получать стабильные урожаи различных сельскохозяйственных культур и оптимизировать затраты на проведение контрмер за счет изучения закономерностей поведения радионуклидов в системе «почва – растение».

Важной задачей ведения сельскохозяйственного производства на загрязненной территории является получение продукции с содержанием радионуклидов в пределах республиканских допустимых уровней и дальнейшее обоснованное снижение радиоактивной нагрузки [4].

Климатические изменения обусловили расширение посевной площади проса в структуре посевов Беларуси. Это связано с тем, что в республике, особенно в южных районах, практически через год наблюдается засуха различной интенсивности, а данная культура одна из самых засухоустойчивых и способна сформировать высокий урожай зерна, когда другие культуры в условиях недостатка влаги резко снижают свою урожайность [1, 2].

Результаты исследований показывают, что просо – перспективная культура для возделывания на продовольственные и кормовые цели на землях с высокой плотностью загрязнения радионуклидами:  $^{137}\text{Cs}$  – 1110–1480 кБк/м<sup>2</sup> (30–40 Ки/км<sup>2</sup>);  $^{90}\text{Sr}$  – 18–37 кБк/м<sup>2</sup> (0,5–1,0 Ки/км<sup>2</sup>) [3, 5].

Важная роль в комплексе радиоэкологических контрмер отводится регулированию азотного питания растений. В литературе имеются разные мнения относительно влияния азотных удобрений на поступление радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию.

В задачи исследований входило изучение влияния форм и доз азотных удобрений на накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  зерном проса при его возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения.

Научные исследования проводились в 2009–2010 годах в полевых опытах на территории КСУП «Дубовый Лог» Добрушского района Гомельской области на дерново-подзолистой среднекультуренной супесчаной, подстилаемой моренным суглинком с глубины до 1 м, почве.

Агрохимические показатели почвы пахотного горизонта до закладки опытов показывают, что почва опытного участка характеризовалась слабокислой реакцией почвенной среды (рН<sub>КС1</sub> 5,67), средним содержанием гумуса (1,9 %), повышенной обеспеченностью подвижными соединениями фосфора (248 мг/кг), низким содержанием подвижного калия (124 мг/кг). Обеспеченность почвы обменным кальцием была средней (985 мг/кг), обменным магнием – повышенной (247 мг/кг).

Плотность загрязнения почвы:  $^{137}\text{Cs}$  – 614 кБк/м<sup>2</sup> (16,6 Ки/км<sup>2</sup>) и  $^{90}\text{Sr}$  – 10,8 кБк/м<sup>2</sup> (0,29 Ки/км<sup>2</sup>).

Посев проведен в оптимальные сроки сева для южной части республики сплошным рядовым способом. Норма высева 4,0 млн. всхожих семян на гектар. В опыте изучался сорт проса Быстрое. Агротехника возделывания проса в опыте была общепринятой для условий Гомельской области. Общая площадь делянки – 30 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная.

В опыте использовались следующие формы минеральных удобрений: карбамид (46 % N), карбамид с гуматсодержащими добавками (46 % N), КАС (30 % N), аммонизированный суперфосфат (8 % N и 30 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O). Внесение минеральных удобрений осуществлялось вручную под предпосевную культивацию.

Основные агрохимические показатели почвы определены по общепринятым методикам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); обменная кислотность рН<sub>KCl</sub> – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91); обменные кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30 (ГОСТ 26487-85).

Для определения параметров накопления <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr (коэффициентов пропорциональности Кп) для зерна проса в 2009–2010 годах проведен отбор почвенных и растительных образцов в опытных посевах.

Содержание <sup>137</sup>Cs в различных образцах определено на γ-β-спектрометрическом комплексе МКС-АТ-1315 по методике МВИ.МН 1181-2007 с погрешностью не более 20 %. Удельная активность золы растений по <sup>90</sup>Sr определена на β-спектрометрическом комплексе «Прогресс БГ» с погрешностью не более 50 %, почвы – радиохимическим методом по методике ЦИНАО с радиометрическим окончанием на β-спектрометрическом комплексе «Прогресс БГ» с погрешностью не более 30 %.

Для количественной оценки поступления радионуклидов из почвы в растения рассчитаны коэффициенты пропорциональности, или перехода (Кп) :  $Kп = (\text{Бк/кг}) : (\text{кБк/м}^2)$ , с учетом плотности загрязнения каждой делянки.

В варианте без применения удобрений отмечены самые высокие по опыту значения удельной активности ( $A_{уд}$  <sup>137</sup>Cs = 37,7 Бк/кг,  $A_{уд}$  <sup>90</sup>Sr = 10,4 Бк/кг) зерна проса и Кп <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr 0,06 и 0,97 соответственно (табл. 1).

В среднем за годы исследований применение минеральных удобрений на дерново-подзолистой среднеокультуренной супесчаной почве в дозах N<sub>60-120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> позволило снизить поступление <sup>137</sup>Cs в зерно проса на 17–50 %, <sup>90</sup>Sr – на 21–46 %.

Внесение повышенных доз азота (N<sub>120</sub>) по сравнению с дозой N<sub>90</sub> независимо от форм, применяемых в опыте азотных удобрений, способствовало накоплению <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr зерном проса.

На дерново-подзолистой супесчаной почве со средним содержанием гумуса внесение N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> при использовании карбамида, карбамидом с гуматсодержащими добавками или КАС-30 по сравнению с доза-

ми  $N_{60}, 120$  снижает поступление  $^{137}\text{Cs}$  ( $K_p = 0,03-0,04$ ) и  $^{90}\text{Sr}$  ( $K_p = 0,52-0,62$ ).

Таблица 1. Влияние азотных удобрений на накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  зерном проса, среднее за 2009–2010 годы

Вариант опыта		$A_{\text{вл.}}$ , Бк/кг		$K_p, 10^{-3} \text{ м}^2 \text{ кг}^{-1}$	
дозы азота	форма удобрения	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
1. Без удобрений	–	37,7±10,1	10,4±3,3	0,06	0,97
2. $N_{60}P_{60}K_{120}$	карбамид	26,7±8,6	7,4±2,7	0,04	0,69
3. $N_{90}P_{60}K_{120}$		21,4±8,3	6,6±2,9	0,04	0,61
4. $N_{120}P_{60}K_{120}$		26,6±7,0	7,9±4,1	0,05	0,73
5. $N_{60}P_{60}K_{120}$	карбамид с гуматсодержащими добавками	21,2±8,9	5,9±2,1	0,04	0,54
6. $N_{90}P_{60}K_{120}$		16,7±7,4	5,7±3,0	0,03	0,52
7. $N_{120}P_{60}K_{120}$	КАС-30	18,8±6,3	6,9±3,1	0,03	0,64
8. $N_{60}P_{60}K_{120}$		25,4±12,0	7,8±3,1	0,05	0,72
9. $N_{90}P_{60}K_{120}$		24,4±11,7	6,7±3,3	0,04	0,62
10. $N_{120}P_{60}K_{120}$		30,9±11,7	8,4±3,0	0,05	0,77

Вариант  $N_{90}P_{60}K_{120}$  с использованием карбамида с гуматсодержащими добавками отличался минимальными  $K_p$   $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для зерна проса – 0,03 и 0,52 соответственно.

Таким образом, при возделывании проса на дерново-подзолистой супесчаной почве применение сбалансированных доз минеральных удобрений позволяет вдвое снизить накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . На загрязненных радионуклидами землях рекомендуется использовать карбамид с гуматсодержащими добавками вместо стандартного карбамида, что позволяет на 15–20 % снизить поступление радионуклидов в зерно проса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анохина, Т. А. О целесообразности использования проса в качестве страховой культуры / Т. А. Анохина, В. Н. Кравцова // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 1. – С. 6.
2. Батыршаев, Э. М. Урожайность и накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в зерне различных сортов проса на дерново-подзолистой супесчаной почве / Э. М. Батыршаев, И. М. Богдевич // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 1 (46). – С. 168–173.
3. Жданович, В. П. Перспективная культура для территорий, загрязнённых радионуклидами / В. П. Жданович [и др.]. // Агроэкология. Проблемы сельскохозяйственной радиологии и пути их решения: сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2004. – Вып. 1. – С. 56–60.
4. Рекомендации по возделыванию проса на продовольственные цели на дерново-подзолистых супесчаных почвах в условиях радиоактивного загрязнения / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии, 2011. – 32 с.
5. Чернуха, Г. А. Влияние извести и минеральных удобрений на накопление цезия-137 просом / Г. А. Чернуха, В. Ф. Малюков // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2003. – Ч. 2. – С. 338–341.