

irreplaceable amino acids in millet grain in comparison with standart fertilizers mixed. The maximum tax of crude protein and irreplaceable amino acids was in years with optimum moisture degree in variants with new forms of fertilizers.

The new forms fertilizers application does not reduced biological value («amino acid scor») of millet grain there is above than norms recommended by FAO/WHO.

Поступила 25 апреля 2011 г.

УДК 631.438:633.17:631.445.2

УРОЖАЙНОСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ ^{137}CS И ^{90}SR В ЗЕРНЕ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ПРОСА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Э.М. Батыршаев, И.М. Богдевич

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в Республике Беларусь просу обыкновенному (*Panicum miliaceum* L.) уделяется большое внимание как важной продовольственной и кормовой культуре.

Ежегодная потребность республики в зерне проса составляет 100-120 тыс. т (в том числе 40-45 тыс. т крупы) [1].

Валовой сбор зерна зависит от культур и сортов, адаптированных к конкретным погодно-климатическим условиям. В последние годы в структуре посевных площадей отмечается увеличение площадей проса. Это связано с тем, что в республике, особенно в южных районах, практически через год наблюдается засуха различной интенсивности, а данная культура относится к числу засухоустойчивых [2, 3]. Наряду с засухоустойчивостью, достоинствами этой культуры являются такие качества как мелкосемянность, скороспелость, широкая амплитуда сроков сева, длительность хранения семян, в силу чего оно является прекрасной страховой культурой в случае гибели посевов озимых или ранних яровых культур [4].

Просо – ценная крупяная культура. Крупа проса по содержанию белка (12-14%) занимает одно из первых мест среди других крупяных культур, а по содержанию жира (3,5%) уступает только овсяной крупе. Пшено богато зольными элементами, особенно фосфором и магнием, микроэлементами, важнейшими витаминами: тиамином (B_1), рибофлавином (B_2), никотиновой и фолиевой кислотами. Отличается хорошими вкусовыми качествами, быстрой развариваемостью. По калорийности крупа проса приравнивается к рисовой и гречневой крупам (325 ккал в 100 г крупы). Привар крупы составляет 12–13%, что вдвое больше, чем у риса [5-7].

Зерно широко используется в свиноводстве и птицеводстве, при этом у кур повышается яйценоскость и прочность скорлупы. Просяная солома по кормовой

ценности приравнивается к луговому селу среднего качества: 1 кг эквивалентен 0,41 к.ед. [8, 9].

Зерно проса используют в винокурном и крахмальном производствах, а также, как добавку к солоду при приготовлении пива [5].

Одним из приемов, способствующим снижению концентрации радионуклидов в сельскохозяйственных растениях, является подбор культур и сортов, которые в однородных условиях в силу своих биологических особенностей способны в меньших количествах накапливать радионуклиды [10-13].

Исследования видовых и сортовых особенностей сельскохозяйственных культур показали, что накопление ^{137}Cs основными сельскохозяйственными культурами различается до 100 и более раз, а накопление ^{90}Sr – до 30 раз при равной плотности загрязнения почв. Сортовые различия зерновых культур, картофеля и овощных культур по накоплению радионуклидов не превышают 1,5-3 раза [11].

Несмотря на то, что межсортовые различия в накоплении радионуклидов значительно меньше, чем межвидовые, их также необходимо учитывать при подборе культур для возделывания на загрязненной ^{137}Cs и ^{90}Sr почве. Возделывание сортов сельскохозяйственных культур с минимальной способностью накапливать радионуклиды позволяет без дополнительных затрат сокращать потоки радионуклидов по пищевым цепям [14]. Просо в этом плане остается малоизученной культурой.

Поэтому актуальным является установление уровня накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr зерном различных сортов проса. Данные 2008-2010 гг. исследований Гомельского территориального отдела сельскохозяйственной радиологии РУП «Институт почвоведения и агрохимии» указывают на перспективность производства проса на продовольственные цели на загрязненных радионуклидами дерново-подзолистых супесчаных почвах Гомельской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr зерном различных сортов проса проводили в 2008-2010 гг. в полевых опытах на территории КСУП «Дубовый Лог» Добрушского района Гомельской области.

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая моренным суглинком с глубины до 1 м. Агрохимические показатели почвы пахотного горизонта до закладки опытов показывают, что почва опытного участка характеризовалась слабокислой реакцией почвенной среды (5,67), недостаточным 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}Cs – 590-640 кБк/м² (15,9-17,3 Ки/км²) и ^{90}Sr – 10,8 кБк/м² (0,29 Ки/км²).

Посев проведен в оптимальные сроки сева для южной части республики сплошным рядовым способом. Норма высева – 4,0 млн. всхожих семян на гектар.

В опыте использовались следующие виды минеральных удобрений: карбамид (46% N), аммонизированный суперфосфат (8% N и 30% P₂O₅) и хлористый калий

(60% K_2O). Внесение минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{120}$) осуществлялось вручную под предпосевную культивацию.

По состоянию на 2011 г. в «Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород» Республики Беларусь включено 9 среднеспелых сортов проса: Быстрое (стандарт), Надежное, Галинка, Белорусское, Славянское, Мирское, Свiцязянскае, Днепроvское и Гомельское.

Исследуемые сорта: Быстрое, Славянское, Галинка, Надежное, Днепроvское и Гомельское были высеяны на фоне минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{120}$ в трехкратной повторности. Общая площадь делянки составила 8 м².

Обработка посевов проса гербицидом «Линтур» проводилась в начале фазы кушения культуры в дозе 120 г/га ранцевым опрыскивателем.

Основные агрохимические показатели почвы определены по общепринятым методикам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); обменная кислотность pH_{KCl} – 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 ^{137}Cs и ^{90}Sr (коэффициентов пропорциональности K_p) для зерна проса в 2008-2010 гг. проведен отбор почвенных и растительных образцов в опытных посевах.

Содержание ^{137}Cs в 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 ^{90}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 (K_p): $K_p = (Bк/кг):(кБк/м^2)$, с учетом плотности загрязнения каждой делянки.

Полученные данные обработаны дисперсионным и корреляционно-регрессионными методами анализа по Б.А. Доспехову [15] с использованием ПЭВМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность зерна проса Быстрое и Галинка в среднем за годы исследований составила 32,6 ц/га (табл. 1).

По данному показателю сорт Славянское уступал стандарту на 2,6 ц/га. При возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве сортов Надежное, Днепроvское и Гомельское в среднем за годы исследований было получено на 4,4-5,2 ц/га зерна больше по сравнению с сортом проса Быстрое. В среднем по годам и изучаемым сортам урожайность зерна проса при возделывании его на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Гомельской области составила 34,5 ц/га.

Если сравнивать урожайность зерна сортов проса по годам исследований, то более высокое ее значение (46,5 ц/га) было отмечено в 2008 г. у сорта Надежное. В 2009 г., в условиях недостатка влаги в период «всходы – кушение», высо-

кая урожайность зерна 41,7 и 43,1 ц/га была получена при возделывании сортов Днепровское и Гомельское. Недостаточное увлажнение в межфазовый период «кущение – выметывание» в 2010 г. привело к щуплости зерна и снижению его урожайности. Наиболее высокие значения урожайности 35,5 и 37,5 ц/га отмечены у сортов Гомельское и Днепровское соответственно.

Таблица 1

**Влияние сортовых особенностей
на урожайность зерна проса**

№ п/п	Сорта проса	Урожайность, ц/га				± к стандарту, ц/га
		2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее	
1	Быстрое (ст.)	30,0	36,0	31,7	32,6	-
2	Славянское	30,1	27,1	32,7	30,0	-2,6
3	Галинка	34,0	32,8	30,9	32,6	0,0
4	Надёжное	46,5	30,5	34,1	37,0	4,4
5	Днепровское	32,0	41,7	37,5	37,1	4,5
6	Гомельское	34,7	43,1	35,5	37,8	5,2
	Среднее	34,6	35,2	33,7	34,5	
	НСР _{0,05}	3,5	5,4	3,2	2,3	

Для ограничения поступления радионуклидов в организм человека в республике разработаны «Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия–137 и стронция–90 в сельскохозяйственном сырье и кормах», далее РДУ. Согласно РДУ, для переработки на пищевые цели допускается зерно с удельной активностью ($A_{уд}$) по ^{137}Cs не более 90 Бк/кг, по ^{90}Sr – не более 11 Бк/кг.

При возделывании изучаемых сортов проса на дерново-подзолистой супесчаной почве, характеризующейся слабокислой реакцией почвенной среды, недостаточным содержанием гумуса, повышенной обеспеченностью подвижными соединениями фосфора и низким содержанием подвижного калия, удельная активность зерна по ^{137}Cs и ^{90}Sr не превышала РДУ, и составила в среднем за 2008-2010 гг. 20,2-33,7 и 5, –7,6 Бк/кг соответственно (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние сортовых особенностей на накопление
 ^{137}Cs и ^{90}Sr зерном проса (среднее за 2008-2010 гг.)**

№ п/п	Сорта проса	^{137}Cs		^{90}Sr	
		$A_{уд}$, Бк/кг	Кп, $10^{-3}\text{м}^2\text{кг}^{-1}$	$A_{уд}$, Бк/кг	Кп, $10^{-3}\text{м}^2\text{кг}^{-1}$
1	Быстрое (ст.)	25,8 ± 7,7	0,04 ± 0,01	6,8 ± 1,8	0,50 ± 0,10
2	Славянское	33,7 ± 14,8	0,05 ± 0,02	6,0 ± 3,2	0,42 ± 0,14
3	Галинка	25,9 ± 3,5	0,04 ± 0,01	7,2 ± 3,3	0,50 ± 0,07
4	Надёжное	22,6 ± 10,6	0,04 ± 0,02	7,6 ± 2,1	0,56 ± 0,16
5	Днепровское	21,6 ± 4,5	0,03 ± 0,01	5,7 ± 4,0	0,37 ± 0,12
6	Гомельское	20,2 ± 7,7	0,03 ± 0,01	6,3 ± 0,8	0,48 ± 0,11

Для зерна проса характерны относительно невысокие параметры перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr . Данный факт можно объяснить биологическими особенностями изучаемой культуры, связанными, в том числе, с мощной корневой системой, глубоко проникающей в почву и обуславливающей снижение поступления радионуклидов, особенно во второй половине вегетации.

По переходу ^{137}Cs из дерново-подзолистой супесчаной почвы в зерно исследуемые сорта различались в 1,3-1,7 раза. Наименьшие коэффициенты перехода ^{137}Cs (Кп 0,03) отмечены у сортов Днепровское и Гомельское, наибольший (Кп 0,05) – у сорта Славянское.

Коэффициенты перехода ^{90}Sr (зерно проса) различались в 1,5 раза между сортом Днепровское с минимальным (Кп 0,37) накоплением радионуклида и сортом Надежное с максимальным его накоплением (Кп 0,56).

Для получения продовольственного зерна проса с $A_{\text{уд}} = 11$ Бк/кг по ^{90}Sr , при указанном выше уровне почвенного плодородия и агротехники возделывания, плотность загрязнения ^{90}Sr дерново-подзолистой супесчаной почвы должна быть не более 30 кБк/м² (0,81 Ки/км²) для белорусского сорта Днепровское и не более 20 кБк/м² (0,54 Ки/км²) для сорта Надежное.

ВЫВОДЫ

1. Биологические особенности проса обусловили относительно невысокие параметры перехода в зерно ^{137}Cs и ^{90}Sr из среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой моренным суглинком, почвы.

2. Исследуемые сорта проса различались в 1,3-1,7 раза по переходу ^{137}Cs из дерново-подзолистой супесчаной почвы в зерно. Наименьшие коэффициенты перехода ^{137}Cs (Кп 0,03) отмечены у сортов Днепровское и Гомельское, наибольший (Кп 0,05) – у сорта Славянское. Зерно различных сортов проса можно использовать для продовольственных целей без ограничений.

3. Коэффициенты перехода ^{90}Sr различались до 1,5 раз между сортом проса Днепровское, с минимальным (Кп 0,37) накоплением радионуклида в зерне, и сортом Надежное, с максимальным его накоплением (Кп 0,56). При возделывании проса на продовольственные цели, плотность загрязнения ^{90}Sr дерново-подзолистой супесчаной почвы должна быть менее 30 кБк/м² (0,81 Ки/км²) для белорусского сорта Днепровское и менее 20 кБк/м² (0,54 Ки/км²) для сорта Надежное.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильина, З.М. Рынки сельскохозяйственного сырья и продовольствия / З.М. Ильина, И.В. Мирочичкая. – Минск: БГЭУ, 2001. – 226 с.
2. Анохина, Т.А. О целесообразности использования проса в качестве страховой культуры / Т.А. Анохина // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – №1. – С. 6.
3. Кормовые растения России / Г.А. Романенко [и др.]. – М., 1999. – С. 123-128.
4. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-е изд., доп.

и перераб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.

5. Киреенко, Н.В. Просо – культура больших возможностей: аналит. обзор / Н.В. Киреенко, Л.Ф. Курч, А.В. Ураков // Белорусский научный институт внедрения новых форм хозяйствования в АПК. – Минск, 2002. – 52 с.

6. Мурри, И.К. Биохимия проса / И.К. Мурри // Биохимия культурных растений. – Л.: Сельхозгиз, 1958. – Т. 1. – С. 512-588.

7. Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 124-136.

8. Культурная флора СССР / Под рук. П.М. Жуковского – М: Колос, 1975. – Т.3. – 364 с.

9. Фирсов, И.П. Технология растениеводства / И.П. Фирсов, А.М. Соловьев, М.Ф. Трифонова. – М.: Колос, 2004. – С. 268.

10. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск, 2008. – С. 42-43.

11. Агеец, В. Ю. Система радиэкологических контрмер в агро сфере Беларуси / В. Ю. Агеец, Гомель. – Институт радиологии, 2001. – 250 с.

12. Веденеева, Т.В. Накопление радионуклидов основной и побочной продукцией бобовых культур в зависимости от видовых и сортовых особенностей / Т.В. Веденеева [и др.]. // Сельскохозяйственная деятельность в условиях радиоактивного загрязнения: материалы Междунар. науч.-прак. конф., г. Горки, 29 июня – 2 июля 1998 г. – Горки, 1998. – С. 27-30.

13. Таврыкина, О.М. Влияние условий минерального питания и сортовой специфичности зерновых культур на урожайность, накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr и качество зерна на дерново-подзолистой супесчаной почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О.М. Таврыкина; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 22 с.

14. Путятин, Ю.В. Минимизация поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениеводческую продукцию / Ю.В. Путятин. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2008. – 268 с.

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

THE YIELD AND ACCUMULATION ^{137}CS AND ^{90}SR BY GRAIN OF SEVERAL MILLET VARIETIES ON LUVISOL LOAMY SAND SOIL

E.M. Batyrshayeu, I.M. Bogdevitch

Summary

The results of field experiments on yield and accumulation ^{137}Cs and ^{90}Sr by grain of several varieties of millet grown on luvisol loamy sand soil are discussed in the article.

Поступила 4 марта 2011 г.