

УДК 635.41: 577.34

СПЕЦИФИКА НАКОПЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ (^{137}Cs и ^{90}Sr) В ПРОДУКЦИИ ШПИНАТА ОГОРОДНОГО (*Spinacia oleracea* L.)

Солдатенко А.В. – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник

Пивоваров В.Ф. – доктор с.-х. наук, академик РАН, директор

Добруцкая Е.Г. доктор с.-х. наук, гл. научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур» (ФГБНУ ВНИИССОК)

143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

E-mail: alex-soldat@mail.ru

Знание особенностей накопления ^{90}Sr и ^{137}Cs растениями, а также лимитов их накопления продуктовыми органами играет большую роль при селекционной работе, особенно с овощными культурами, к которым предъявляются более строгие требования экологической безопасности продукции. Наша работа посвящена изучению сортовых ресурсов шпината огородного (*Spinacia oleracea* L.) с целью выращивания экологически безопасной продукции на техногенно-загрязнённых радионуклидами территориях. Материалом исследования послужили 54 сортообразца зарубежной и отечественной селекции. Экспериментальные исследования были проведены в 2012, 2014 годах в Московской и Брянской областях. При анализе результатов эксперимента установлено, что в абсолютных значениях количество радионуклидов ^{90}Sr во всех изученных пунктах превосходит по данному показателю ^{137}Cs . Обнаружено, что степень опасности ^{90}Sr выше, поскольку уровень загрязнения продукции достигает до 76% от ПДК, в то время как по ^{137}Cs до 26,4% от допустимого количества. Особенностью генотип-средовых отношений шпината огородного по ^{90}Sr является то, что дифференциация генотипов по этому элементу в большинстве сред ниже, чем по ^{137}Cs . Установлено, что исследования на выделение перспективных образцов с наименьшим накоплением радионуклидов ^{137}Cs имеют больший полигон для отбора, чем на ^{90}Sr . Гистограммы распределения ^{137}Cs и ^{90}Sr показали, что количество образцов в группах накопления по обоим радионуклидам соизмеримо. Тем не менее, по образцам не отмечено сопоставимой оценки по уровню содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукции. Таким образом, в соответствии с нашими данными оценку шпината огородного на низкое содержание радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr необходимо вести отдельно в специальных экспериментах на различных фонах испытания по каждому элементу.

Ключевые слова: радионуклиды, шпинат огородный, ^{137}Cs , ^{90}Sr .

Важным фактором, определяющим доступность для растений радиоактивных изотопов, являются их физико-химические свойства [1, 2], поэтому поведение ^{90}Sr и ^{137}Cs в системе «почва-растение» имеет ряд отличительных особенностей. Знание особенностей накопления ^{90}Sr и ^{137}Cs , а также лимитов их накопления продуктовыми органами играет большую роль при селекционной работе, особенно с овощными культурами, к которым предъявляются более строгие требования экологической безопасности продукции.

Объект, материал и методы исследований

Объект исследований – шпинат огородный (*Spinacia oleracea* L.). Материалом исследования послужили 54 сортообразца зарубежной и отечественной селекции из коллекции ФГБНУ «Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР), селекции ФГБНУ ВНИИССОК и др.

Экспериментальные исследования были проведены в 2012 году при

одном и в 2014 при двух сроках выращивания (использован метод экологической селекции «ускоренная репродукция», разработанный в отделе экологии ВНИИССОК, позволяющий получать два поколения в год) на опытных полях ВНИИССОК (Московская область, Одинцовский район) и на участке в Брянской области (Трубчевский район, поселок Белая Березка).

Коллекционное изучение (2012 год) проводили в соответствии с ОСТом 46 71 – 78, этап IV. Полевые опыты заложены в открытом грунте. Посев семян

в открытый грунт. Учетная площадь деланки (2014 год) составила 3м², повторность четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное.

Определение содержания радионуклидов цезия-137 (¹³⁷Cs) и стронция-90 (⁹⁰Sr) в продукции овощных культур и почвах выполнили в соответствии с СанПин 2.3.2.1078-01 индекс 1.6.1. Метод испытаний МУК (методические указания) 2.6.1 1194-03. Данные по радионуклидам ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr приведены на сырую массу.

Результаты исследований

При изучении сортового разнообразия и эколого-географической изменчивости шпината огородного по уровню накопления радионуклидов в продукции установлено, что ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr содержатся в продукции в пределах допустимых количеств ¹³⁷Cs – 120 Бк/кг; ⁹⁰Sr – 40 Бк/кг [3]). Уровень содержания ¹³⁷Cs составил в зависимости от генотипа и среды обитания

стие ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. Это послужило поводом для изучения различий специфики накопления ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в растениях шпината огородного.

Различия в закономерности накопления радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr образцами различных овощных культур в зависимости от экологической зоны, связаны с особенностями поступления каждого элемента из почвы в растение. В ряде исследований [4, 5] отмечался тот факт, что поступление ⁹⁰Sr из почв, при одинаковой плотности загрязнения, в сельскохозяйственную продукцию выше, чем ¹³⁷Cs. Эти результаты мы подтвердили – в нашей работе на шпинате огородном.

При анализе средних показателей радионуклидов установлено, что в абсолютных значениях количество радионуклидов ⁹⁰Sr во всех зонах превосходит по данному показателю ¹³⁷Cs (рис. 1).

Особенностью генотип-средовых

между этими значениями составила по ¹³⁷Cs - 269,2 и по ⁹⁰Sr - 146,4%. Это говорит о том, что исследования на выделение перспективных образцов с наименьшим накоплением радионуклидов ¹³⁷Cs имеют больший полигон для отбора, чем на ⁹⁰Sr.

Эффективность скрининга ценных форм близка таковой по ¹³⁷Cs: восемь ценных форм из 19.

Гистограммы распределения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr (рис. 2 и 3) показывают, что количество образцов в группах накопления по обоим радионуклидам сопоставимо. По ¹³⁷Cs только три образца накапливают менее 6,68 Бк/кг: Tаргу, Жирнолистный, Viking. Несколько больший уровень (до 7,07 Бк/кг) у пяти образцов (Nobel, Dorema, Стоик, Matador, k-505); средний уровень накопления – до 8 Бк/кг (Мариска, k-551, k-525, Застольный) и до 10 Бк/кг (Маркиза, Ростовский скороспелый, k-627, Крепыш, Bloomsdale longstanding); высокий уровень накопления (Виктория, k-529), содержание ¹³⁷Cs более 10 Бк/кг (рис. 2).

По уровню содержания ⁹⁰Sr только два образца в группе минимального накопления (до 13,04 Бк/кг): Matador и k-529. Высокий уровень накопления (более 16,6 Бк/кг) у трех сортов - Маркиза, Мариска, Виктория (рис. 3). Сорт Виктория характеризуется высоким уровнем накопления по обоим радионуклидам.

Анализ результатов средних показателей за годы изучения по группам ранжировки с использованием гистограмм показал, что всего в группах по накоплению ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr наблюдается 4 совпадения образцов из 19 - таким образом, на шпинате огородном нами не отмечено адекватной оценки по уровню радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в



Рис. 1. Уровень ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в продукции шпината огородного, 2012, 2014 годы, Хср, Бк/кг

от 1,0 до 31,7 Бк/кг, что не превышает 26,4% от допустимого. Уровень содержания ⁹⁰Sr - от 1,5 до 30,4 Бк/кг, то есть 3,8-76% от допустимого количества. Однако и на таком фоне накопления радионуклидов межсортная дифференциация их выражена и выявлено различие в количе-

отношений шпината огородного по ⁹⁰Sr является то, что дифференциация генотипов по этому элементу во всех средах ниже (кроме пункта Москва в 2012 году), чем по ¹³⁷Cs (табл. 1).

Амплитуда средних показателей

1. Амплитуда ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в продукции шпината огородного, %

радионуклиды	Москва			Брянск	
	2012	2014, 1 срок	2014, 2 срок	2014, 1 срок	2014, 2 срок
¹³⁷ Cs	239,0	283,8	1680,0	1025,0	2113,3
⁹⁰ Sr	298,6	142,3	187,1	194,9	244,8

SPECIFICITY OF ACCUMULATION OF VARIOUS RADIONUCLIDES (^{137}Cs и ^{90}Sr) IN SPINACH (*Spinacia oleracea* L.)

Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Dobrutskaya E.G.

Federal State Budgetary Scientific Research Institution «All-Russian Scientific Research Institute of vegetable breeding and seed production»
143080, Russia, Moscow region, Odintsovo district, p. VNISSOK, Selectionnaya street, 14
E-mail: alex-soldat@mail.ru

Summary

Knowledge of the specificity of accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr by plants and limits of accumulation by plant fruits plays a key role at breeding of vegetable crops, which make demand for ecological safety of the product. The article is concerned with the study of varietal sources of spinach (*Spinacia oleracea* L.) aimed at development of ecological safety product on the territory polluted by radionuclides. The specificity of accumulation of radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr was studied in 54 varieties of spinach at industrial contaminated and polluted lands. Experimental tests were conducted in the Moscow and Bryansk regions in 2012 and 2014. The absolute value of radionuclide ^{90}Sr was higher than absolute value of radionuclide ^{137}Cs in all studied zones. It was found that the hazard rate of ^{90}Sr is higher because the level of pollution of product reaches up to 76% from maximum permissible concentration (MPC), while the level of product pollution by ^{137}Cs is 26,4% from MPC. The spinach genotype differentiation for ^{90}Sr in the most environments is lower than differentiation for ^{137}Cs . The histograms of distribution ^{90}Sr and ^{137}Cs showed that samples amount in the groups of accumulation for both radionuclides are equal. Statistically significant data for radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in spinach were not obtained. The evaluation of spinach for low content of radionuclides should be conducted separately for each radionuclide on various backgrounds.

Keywords: radionuclides, spinach, ^{137}Cs , ^{90}Sr .

Характер распределения генотипов по уровню содержания радионуклидов различается. По содержанию ^{137}Cs (рис. 2) оно соответствует ненормальному типу: представлена в виде двухвершинной кривой. Частоты встречаемости генотипов групп с низким и высоким уровнем накопления почти равны (восемь с низким и семь с высоким уровнем). Кроме того у четырех образцов содержание ^{137}Cs среднее.



Рис. 2. Распределение коллекционных образцов шпината огородного по уровню накопления ^{137}Cs , Бк/кг (по результатам испытания 2012, 2014 годов в двух пунктах).

Распределение образцов по содержанию ^{90}Sr в большей мере приближается к нормальному – оно носит характер одновершинной кривой со сдвигом вправо (рис. 3).

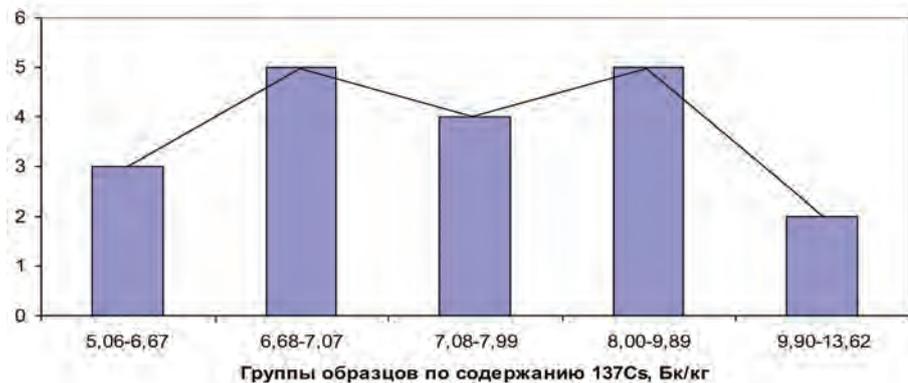


Рис. 3. Распределение коллекционных образцов шпината огородного по уровню накопления ^{90}Sr , Бк/кг (по результатам испытания 2012, 2014 годов в двух пунктах).

продукции. В своих исследованиях мы подтвердили биологическую особенность, ранее установленную для полевых культур – способность накапливать незначительное количество элемента растениями одной культуры не означало такой же возможности по

отношению к другому элементу [6].
Оценку шпината огородного на низкое содержание радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr необходимо вести отдельно в специальных экспериментах на различных фонах испытания по каждому элементу.

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях/ Ю.В. Алексеев. –Л.: ВО «Агропромиздат», 1987. – С.20-56.
2. Титаева Н.А. Ядерная геохимия / Н.А. Титаева. – М.: МГУ, 2000. – 272с.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01.
4. Крышев И.И. Радиоактивность районов АЭС. М., РНЦ «Курчатовский институт», 1991. – 126 с.
5. Агеев В. Ю. Система радиоэкологических контрмер в агрофере Беларуси. Минск, 2001. – С.146-155. – 249 с.
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. Издательство: Мир, 1989. – 440 с.