

Эколого-генетическая оценка накопления радионуклидов сортами томатов

А. В. КРУК

К настоящему времени экспериментально доказано, что различные сорта овощных культур способны накапливать радионуклиды в различных количествах, т.е. по данному признаку установлена сортовая дифференциация [3, 5, 6]. В то же время часть сортов является генетически неустойчивыми как по признакам урожайности, так и по признакам накопления радионуклидов. В зависимости от условий возделывания (почвенные характеристики, климатические условия) значения указанных параметров у таких сортов могут сильно варьироваться. В этом смысле целесообразно провести отбор и внедрить в сельскохозяйственное производство экологически стабильные сортообразцы, сочетающие в себе высокую урожайность и незначительное накопление радионуклидов.

В связи с этим целью данной работы явилось выявление наиболее оптимальных сортов томатов, сочетающих экологическую стабильность по признакам урожайности и накопления радионуклидов.

Материалы и методы исследования. Проводилось изучение урожайности и накопления радионуклидов у пяти сортов томатов, возделываемых в Беларуси: Спринт, Перамога 165, Калинка, Доходный, Ружа. Полевые эксперименты были заложены на опытном участке в зоне отселения (д. Савичи Брагинского района). Опытное поле расположено на дерново-подзолистой супесчаной почве. Обеспеченность почвы питательными веществами – средняя. Плотность загрязнения экспериментального участка ^{137}Cs –10 Ки/км²; ^{90}Sr –1 Ки/км².

В ходе полевых исследований изучались основные морфобиологические признаки данной культуры: вегетационных период, высота растений, количество плодов на одном растении, масса плодов на одном растении, масса товарного плода, общая и товарная урожайность. Изучение особенностей накопления ^{137}Cs проводилось спектрометрическим методом, а ^{90}Sr – радиохимическим. В качестве параметра, характеризующего миграцию радионуклидов в системе почва – растение, использовали коэффициент накопления (Кн).

Для выявления зависимости между накоплением радионуклидов и морфобиологическими признаками томатов использовали методы корреляционного и дисперсионного анализа. Оценку адаптивной способности и экологической стабильности генотипов проводили по методике А. В. Кильчевского и Л. В. Хотылевой [1].

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследований было проведено экологическое сортоиспытание возделываемых сортов томатов. В таблице 1 приведены основные показатели урожайности пяти сортов данной культуры.

Таблица 1

Основные показатели урожайности сортов томатов

Сорт	Общий урожай, ц/га	Товарный урожай, ц/га
Спринт	154,9	121,3
Перамога 165	179,6	147,9
Калинка	194,2	157,3
Доходный	162,4	135,9
Ружа	108,0	91,1
НСР _{0,05} *	13,7	10,5

Примечание. * НСР_{0,05} – наименьшая существенная разность при уровне значимости 0,05

Анализ основных признаков урожайности показывает, что в условиях южной части Республики Беларусь более высокий товарный урожай томатов можно получать, возделывая сорта Перемога 165 и Калинка, в то время, как минимальной урожайностью характеризуется сорт Ружа (таблица 1).

Нами проводился также анализ особенностей накопления радионуклидов томатами. Основные результаты проведенных исследований по изучению накопления радионуклидов в плодах и листьях различных сортов томатов представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Накопление радионуклидов сортами томатов

Сортообразцы	^{137}Cs , Кн		^{90}Sr , Кн	
	Плоды	Листья	Плоды	Листья
Спринт	0,0049	0,0120	0,0232	1,2296
Перемога 165	0,0077	0,0154	0,0423	0,9202
Калинка	0,0105	0,0165	0,0318	0,9159
Доходный	0,0151	0,0140	0,0268	1,1324
Ружа	0,0087	0,0155	0,0232	1,2699
НСР _{0,05}	0,0025	0,0103	0,0094	0,2048

При анализе сортовых особенностей накопления ^{137}Cs в плодах томата установлено, что минимальное содержание характерно для Спринта (Кн 0,0049). Максимальное накопление отмечается у образца Доходный (Кн 0,0151). Остальные из изученных сортов по накоплению данного радионуклида занимают промежуточное положение. Таким образом, по увеличению содержания ^{137}Cs в хозяйственно-ценной части томата исследованные сорта можно расположить в следующий ряд: Спринт < Перемога, Ружа, Калинка < Доходный.

В результате определения особенностей накопления ^{137}Cs в листьях пяти сортов томатов достоверных межсортовых различий по накоплению данного радионуклида вегетативной частью растений не выявлено. Однако наблюдается тенденция к меньшему переходу этого радионуклида в листья Спринта по сравнению с другими образцами. Результаты проведенного анализа показывают, что ^{137}Cs накапливается в листьях томатов в 1,5-2 раза больше, чем в плодах.

В результате проведенных исследований сортовых особенностей накопления ^{90}Sr в плодах томатов было установлено, что максимальным накоплением характеризуется образец Перемога (Кн 0,0423). Наблюдается тенденция к меньшему накоплению ^{90}Sr в плодах Спринта и Ружы по сравнению с другими изученными сортами.

Оценка особенностей накопления радиостронция вегетативными органами сортов томата за период исследований показала, что достоверных изменений содержания этого радионуклида в листьях по годам не выявлено. В результате изучения сортовой специфики накопления ^{90}Sr в листьях томатов было установлено, что по увеличению накопления данного радионуклида исследованные сорта можно расположить в следующий ряд: Калинка, Перемога < Доходный, Спринт, Ружа. Межсортовые различия в аккумуляции ^{90}Sr листьями Доходного, Спринта и Ружы были несущественными.

Сравнительный анализ накопления ^{90}Sr в плодах и листьях томата показал, что в листьях данный радионуклид накапливается в 20-50 раз больше, чем в плодах.

Исследователями установлено, что интенсивность поглощения радионуклидов растениями в значительной степени зависит от их биологических особенностей [2]. Для более детального анализа данного явления нами проводилось изучение корреляционных зависимостей между 11 количественными признаками томатов, в том числе накоплением ^{137}Cs и ^{90}Sr в плодах и листьях. В ходе проведенной работы были выявлены следующие закономерности: определен ряд признаков, постоянно, тесно связанных друг с другом. Высокая положительная связь (коэффициент корреляции, $r = 0,7-1$) установлена между признаками урожайности. Положительная связь на среднем ($r = 0,3-0,7$) и высоком ($r = 0,7-1$) уровне проявляется между признаками "содержание ^{137}Cs в плодах" и "вегетационный период". Накопление ^{137}Cs в плодах томата имеет устойчивую отрицательную связь средней степени с высотой растений

и количеством плодов на одном растении. Следует обратить внимание на наличие положительной связи между признаком "содержание ^{90}Sr в плодах" и признаками "высота растений" и "масса товарного плода". Содержание ^{90}Sr в плодах томата также связано устойчивой прямой связью средней степени с признаками: "масса плодов на одном растении", "общая урожайность" и "товарная урожайность".

Устойчивые прямые связи установлены между содержанием ^{137}Cs в листьях томата и длиной вегетационного периода, содержанием ^{90}Sr в листьях томата и количеством плодов на одном растении. Однако сила этих связей слабая ($r = 0,01-0,3$). Средние и слабые отрицательные связи обнаружены между содержанием ^{137}Cs и ^{90}Sr в плодах томата.

Одной из важнейших задач для минимизации поступления радионуклидов с пищей является выделение генотипов возделываемых культур, обладающих экологической стабильностью по накоплению радионуклидов в изменяющихся условиях окружающей среды. Наиболее полную информацию о норме реакции генотипов можно получить при сортоиспытании в течение ряда лет. Подобная работа по оценке параметров среды и стабильности сортообразцов для некоторых сельскохозяйственных культур ранее уже проводилась [1, 4].

В данной работе были определены основные показатели адаптивной способности и стабильности сортов томатов по признакам накопления радионуклидов (таблица 3).

Таблица 3.

Показатели адаптивной способности и стабильности генотипов томатов по признакам накопления радионуклидов

Сорт	x , Бк/кг	g_i	S_{g_i}	b_i
Содержание ^{137}Cs в плодах				
Спринт	6,44	-7,82	27,88	-2,50
Перемога	11,89	-2,38	14,31	2,29
Калинка	16,22	1,96	23,43	4,14
Доходный	23,33	9,07	0,00	1,14
Ружа	13,44	-0,82	2,53	-0,07
Содержание ^{90}Sr в плодах				
Спринт	3,69	-0,99	22,40	0,50
Перемога	6,72	2,04	35,40	1,25
Калинка	5,04	0,36	48,00	1,30
Доходный	4,26	-0,42	56,47	1,27
Ружа	3,69	-0,99	32,16	0,67

Оценка экологической стабильности сортообразцов проводилась по признакам накопления радионуклидов с расчетом следующих основных параметров: относительная стабильность генотипа (S_{g_i}), коэффициент регрессии генотипа на среду (b_i). Минимальным накоплением ^{137}Cs в плодах характеризуется Спринт, но этот же сорт наиболее нестабилен по данному признаку. Стабильным является сортообразец Доходный, у которого накопление ^{137}Cs максимальное. По содержанию ^{90}Sr в плодах минимальными значениями характеризуются Спринт и Ружа. Указанные сорта обладают максимальной стабильностью по данному признаку.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В условиях южной части Республики Беларусь более высокий урожай томатов можно получать, возделывая сорта Перемога 165 и Калинка.

2. Минимальное накопление ^{137}Cs в плодах характерно для Спринта, а ^{90}Sr – для Спринта и Ружы.

3. У изученной культуры отмечаются зависимости между накоплением радионуклидов и морфобиологическими признаками: накопление радионуклидов в плодах связано прямой связью с вегетационным периодом и основными признаками урожайности.

4. Установлены генотипы, обладающие высокой экологической стабильностью по накоплению радионуклидов: для ^{137}Cs – Доходный, для ^{90}Sr – Спринт и Ружа.

Abstract. The author studied ecological and genetic aspects of accumulation of radionuclides by various sorts of tomatoes and found out the sorts characterized by minimal accumulation of radionuclides and high ecological stability (Dokhodnyi, Sprint, Ruzha).

Литература

1. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылёва, *Генотип и среда в селекции растений*, Минск, Наука и техника, 1989.
2. А. В. Крук, *Изучение взаимосвязей между некоторыми морфобиологическими признаками овощных культур и накоплением радионуклидов*, Мат. междунар. конф. ведущих специалистов, молодых ученых и студентов «Сахаровские чтения 2003 года: экологические проблемы XXI века». Минск, 2003, 233–234.
3. А. В. Крук, *Сортвые особенности накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr овощными культурами*, Юбил. сб. научн. трудов «Биоразнообразие, мониторинг экосистем и рациональное природопользование», Гомель, 1999, 106–110.
4. Ф. Б. Мусаев, В. Ф. Пивоваров, *Параметры среды как фона для отбора в селекции томата на стабилизацию урожайности*, Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке, Матер. междунар. научн.-практ. конф., Москва, 2 (2000), 103–105.
5. *Сельскохозяйственная радиоэкология* / Р. М. Алексахин, А. В. Васильев, В. Г. Дикарев и др.; Под ред. Р. М. Алексахина, Н. А. Корнеева, Москва, Экология, 1992.
6. А. Kilchevsky, L. Khotylyava, A. Kruk, e. a., *Breeding of vegetables wick minimum pollutant accumulation*, Genetiks and breeding for crop quality and resistance: Abstract book. 1998 general congress, September 20–25, 1998, Viterrobo, Italy, P.61.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступило 15.03.05