

УДК 635/52:539.1:631.95

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ САЛАТА ПО УРОВНЮ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ECOLOGICAL RESISTANCE AND ADAPTIVE CAPACITY OF LETTUCE CULTIVARS EVALUATED BY THE LEVEL OF RADIONUCLIDES BUILD-UP

С. М. Сычев, И. В. Сычева, Брянская государственная сельскохозяйственная академия, 243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2а, тел.: (84341) 2-43-30, e-mail: agro@bgsha.com

А. В. Солдатенко, ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, 143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п/о Лесной городок, тел.: (495) 599-24-42, e-mail: mail@vniissok.ru, vniissok@mail.ru

S. M. Sychev, I. V. Sycheva, Bryansk State Agricultural Academy, 243365, Russian Federation, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino, tel.: (84341) 2-43-30, e-mail: agro@bgsha.com

A. W. Soldatenko, All-Russian Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing of Vegetable Cultures, 143080, Russian Federation, Moscow region, Odintsovsky district, Lesnoy gorodok, tel.: (495) 599-24-42, e-mail: mail@vniissok.ru, vniissok@mail.ru

В условиях трех областей (Гомельская, Брянская, Московская) изучена экологическая устойчивость и адаптивность сортов салата по уровню накопления радионуклидов.

Ключевые слова: салат, экологическая устойчивость, адаптивность, сорта, стабильность, продуктивность.

Ecological resistance and adaptive capacity of lettuce cultivars evaluated by the level of radionuclides build-up and grown in Gomel, Bryansk and Moscow region was studied.

Key words: lettuce, ecological resistance, adaptive capacity, cultivars, stability, yield.

Важным свойством сортов при селекции на любую хозяйственно ценный признак является его стабильность. Это свойство, безусловно, зависит от генотипа. В то же время известны общебиологические закономерности: полигенные признаки фенотипически более изменчивы (продуктивность и др.). Относительно стабильности уровня накопления радионуклидов в овощных растениях сведений в научной литературе явно недостаточно. В связи с этим нами проанализированы данные по экологической устойчивости испытанных 6 сортов салата.

Целью наших исследований явилось экологическое обособление элементов селекционной технологии при создании сортов и гибридов салата с экологической и адаптивной способностью по уровню накопления радионуклидов.

Методика постановки полевых опытов была разработана с учетом особенностей полевого опыта в селекции и семеноводстве овощных культур ОСТИ 6 71 78 и изложенной в другой литературе. Обработка экспериментальных данных проводилась по методике Б.И. Доспехова [1].

Нами проанализированы данные, полученные в 3 пунктах (Гомель, Брянск, Москва) в 2003—2005 гг. Использовали параметры $Sq_i, \%$ — экологическая изменчивость и коэффициент регрессии b_i , характеризующий отзывчивость сорта на изменение условий выращивания, в нашем случае по схеме: пункт — год. В ходе исследований получены следующие результаты.

Согласно данному широкого экологического испытания (табл. 1), наиболее устойчив к накоплению радионуклидов сорт Изумрудный, наименее — Селекционный образец. Они различаются между собой по показателю X_{cp} (среднее содержание ^{137}Cs за три года в трех пунктах испытания) более чем в два раза (табл. 1). Остальные образцы занимают промежуточное положение. Из них сорт Новогодний ближе по уровню содержания к наибольшему накопителю радионуклидов — Селекционному образцу.

Три оставшихся образца мало дифференцированы между собой, и по параметру X_{cp} ближе к устойчивому сорту Изумрудный. В дальнейшем при изучении характера наследования признака устойчивости к накоплению радионуклидов у салата в схемы скрещиваний целесообразно включать образцы: сорт Изумрудный (минимальное значение признака), Селекционный образец (максимальное значение признака) и сорт Новогодний (среднее значение признака).

Таблица 1. Стабильность сортов салата по уровню накопления ^{137}Cs (Гомель, Брянск, Москва) 2003—2005 гг.				
Сортообразец	X_{cp} , Бк/кг	Относительная стабильность генотипа, $Sq_i, \%$	Коэффициент регрессии генотипа на среду, b_i	Селекционная ценность генотипа, $СЦГ_i$
Селекционный образец	57,41	110,89	1,95	25,65
Новогодний	36,82	102,97	1,06	17,90
Балет	29,50	103,47	0,97	14,27
Берлинский желтый	28,46	85,04	0,67	16,38
Larand	27,48	84,25	0,69	15,93
Изумрудный	23,36	114,66	0,66	9,99

Оценка стабильности уровня содержания ^{137}Cs в продукции салата проведена по параметру Sq_i (относительная стабильность генотипа). Этот показатель позволяет сравнить результаты опытов, выполненных с различным набором культур, генотипов, сред и изучаемых признаков. По существу относительная стабильность генотипа аналогична коэффициенту вариации при изучении его в ряде сред [2]. При значении Sq_i до 10 % уровень экологической изменчивости признака незначительный, от 10—20% — средний и выше 20 — значительный. Все испытанные нами сорта характеризуются значительной изменчивостью уровня содержания ^{137}Cs .

Наиболее нестабилен по данному показателю сорт Изумрудный (табл. 1). Однако нестабильность у этого сорта объясняется не повышением, а резким снижением уровня содержания ^{137}Cs в высокопродуктивной среде пункта Гомель: до 8,1 (2003 г.) и 20,5 (2004 г.) Бк/кг при средней по опыту 37,7 Бк/кг и максимальном показателе 182,8 и 150 Бк/кг у Селекционного образца (табл. 1). Следовательно, в данном случае нестабильность играет положительную роль, позволяя растениям противостоять стрессору, в данном случае — повышенному содержанию радионуклидов в окружающей среде.

Экологически неустойчивы по способности накапливать ^{137}Cs также Селекционный образец, сорта Балет и Новогодний. Их нестабильность сочетается с высоким и средним уровнем показателя, что, безусловно, снижает их

ценность как для использования при производстве продукции в загрязненных зонах, так и для селекции на стабильно низкое накопление радионуклидов. Наиболее стабилен уровень накопления радионуклидов у сортов Larand и Берлинский желтый. В высокопродуктивной среде 2003 и 2005 гг. пункта Гомель они занимали стабильные ранги по содержанию ¹³⁷Cs: 4 (Ларанд) и 5 (Берлинский желтый), незначительно отличаясь от наиболее устойчивого (ранг 6) сорта Изумрудный.

По экологической пластичности (табл. 2) сорта салата можно разделить на:

- неотзывчивые на изменения условий выращивания ($b_i < 1$) — Larand, Берлинский желтый, Изумрудный;
- слабо отзывчивые ($b_i = 1$) — Новогодний, Балет;
- отзывчивый на изменения условий выращивания ($b_i > 1$) — Селекционный образец (табл. 1).

Таким образом, наиболее отзывчивым на загрязненную среду оказался Селекционный образец, один из 6, т. е. это свойство не является широко распространенным в группе испытанных нами сортов. Из 6 сортов только один имеет содержание ¹³⁷Cs ниже среднего и коэффициент пластичности не выше единицы (Изумрудный), т.е. сочетает устойчивость к накоплению радионуклидов с низкой отзывчивостью на ухудшение условий среды.

Содержание ¹³⁷ Cs	Коэффициент пластичности		
	$b_i > 1$	$b_i = 1$	$b_i < 1$
Ниже среднего	—	—	Изумрудный
На уровне среднего	—	Новогодний, Балет	Larand, Берлинский желтый
Выше среднего	Селекционный образец	—	—

При селекции на устойчивость к накоплению радионуклидов, тяжелых металлов и т. п. проблематично использование такого важного параметра адаптивности, как селекционная ценность генотипа (СЦГ), в обычном понимании его значения. По предложению разработчика данного параметра (Кильчевский, 1993), считается, что наивысшей селекционной ценностью обладают генотипы со стабильным проявлением достаточно высокого уровня проявления признака, с максимальным значением параметра СЦГ. В нашем случае селекция ведется на стабильно низкий уровень содержания радионуклидов в продукции. Можно предположить, что лучшим в этом случае является генотип с минимальным значением параметра СЦГ, т.е. сорт Изумрудный, а худшим — с максимальным значением СЦГ — Селекционный образец (табл. 1). Однако пока в методику определения параметров стабильности и адаптивности авторами не внесены изменения, предлагаем считать оценку по параметру СЦГ условной.

Наибольшей специфической адаптивностью характеризуется Селекционный образец (4053,3), далее в порядке убывания: Новогодний, Балет, Изумрудный, Берлинский желтый, Larand (рис. 1).

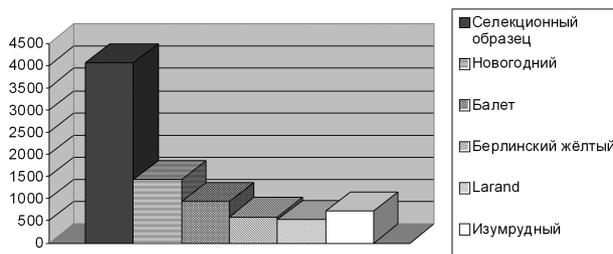


Рис 1. Специальная адаптивная способность салата (САС_i), 2003—2005 гг.

Специфическая адаптивная способность Селекционного образца проявилась в реакции на среду пункта Гомель во все годы исследований (2003—2005 гг.) и в 2005 г. в Москве. Это выразилось в неспособности его противостоять неблагоприятной экологической ситуации (высокому содержанию в среде радионуклидов). Второй по специфической адаптивности — сорт Новогодний. Этот сорт низко- и среднеустойчивый к накоплению ¹³⁷Cs в большинстве сред испытаний. В условиях Гомельской в 2004 г. и Московской областях в 2005 г., он проявил устойчивость, накопив ¹³⁷Cs меньше, чем другие образцы.

Таким образом, по комплексу параметров выделены Селекционный образец и сорт Изумрудный, как наиболее контрастные по своим показателям.

Анализ проявления признака «масса растения» в меняющихся условиях среды пунктов и лет испытания позволил определить разнообразие изучаемого набора сортов по параметрам адаптивности продуктивности.

Наивысшим потенциалом продуктивности характеризуется сорт Балет. В наибольшей степени он реализовался в 2003 г., когда средняя масса растения составила 397 г, высший показатель в опыте (табл. 3). Условия этого года в Московской области отличались высокой влажностью, средняя температура воздуха за вегетацию была выше по сравнению со среднемноголетними значениями.

Ярко выраженная положительная реакция на такие экологические условия выразилась в высоком уровне параметра САС_i (специфическая адаптивная способность) и коэффициента регрессии (b_i), значительно превышающего «1,0» для данного сорта. Такие генотипы относятся к сортам интенсивного типа, так как весьма отзывчивы на улучшение условий выращивания. Однако они не обладают экологической устойчивостью и не представляют ценности для селекции на адаптивность, при которой создаются генотипы, сочетающие высокую потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость. Сорт Балет в такой ситуации может служить лишь источником высокой потенциальной продуктивности (табл. 4).

Источником экологической устойчивости продуктивности может служить другой сорт из испытанного набора — Берлинский желтый. Уровень параметра, характеризующего стабильность генотипа (S_g), у него минимальный в опыте, меньше чем у сорта Балет в семь с лишним раз (табл. 3). Это определило высокий уровень параметров ОАС_i (общая адаптивная способность) и СЦГ_i (селекционная ценность генотипа) данного сорта. Однако сорт нуждается в повышении показателя продуктивности, по которой он занимает пятый ранг из шести.

Сортообразец	2003 год	2004 год	2005 год
Селекционный образец	152,7 ± 22,4	89,9 ± 11,8	91,9 ± 12,6
Новогодний	210,2 ± 32,1	92,4 ± 9,2	95,2 ± 8,6
Балет	237,2 ± 21,3	138,7 ± 28,7	132,9 ± 19,4
Берлинский желтый	396,9 ± 32,2	129,8 ± 14,3	131,8 ± 14,3
Larand	256,8 ± 29,5	86,3 ± 12,1	90,4 ± 13,3
Изумрудный	127,0 ± 20,0	105,6 ± 11,9	117,4 ± 9,5
НСР ₀₅	6,6		

Гораздо большую ценность по показателям адаптивности имеет сорт Новогодний, сочетающий средние уровни продуктивности (X_{cp}) и стабильности (S_g). Подобными свойствами обладает также сорт Larand. Однако потенциал продуктивности его значительно ниже. Сорта, резко различающиеся по уровню накопления радионуклидов, различаются по отдельным параметрам адаптивности.

Таблица 4. Параметры адаптивности салата по продуктивности, 2003–2005 гг.

Сортообразец	Масса растения, X ср, г	Общая адаптивная способность OAC _i	Специфическая адаптивная способность SAC _i	Относительная стабильность генотипа, Sg, %	Коэффициент регрессии генотипа на среду, b _i	Селекционная ценность генотипа, СЦГ _i
Селекционный образец	111,5	-37,6	1274,1	32,0	0,51	70,9
Новогодний	169,6	20,5	3435,7	34,6	0,8	102,9
Балет	219,5	70,4	23604,1	70,0	2,2	44,8
Берлинский желтый	116,7	-32,4	114,9	9,2	0,1	104,5
Larand	144,5	-4,6	9462,7	67,3	1,4	33,9
Изумрудный	132,6	-16,5	4518,3	50,7	1,0	56,2

Наибольший накопитель ¹³⁷Cs (Селекционный образец) низкопродуктивен, у него слабо выражена общая и специфическая адаптивная способность. Сорт не отзывчив на улучшение условий выращивания (b_i < 1). Все эти показатели выше у сорта Изумрудный, устойчивого к

нителеей в товарной части урожая. В наших исследованиях эта гипотеза не подтвердилась. Наибольший накопитель ¹³⁷Cs (Селекционный образец) отличается большей стабильностью продуктивности при низком уровне ее показателя, т.е. стабильно низкопродуктивен. ■

накоплению ¹³⁷Cs. Общим для этих сортов является недостаточная стабильность продуктивности, которая (нестабильность) более выражена у сорта Изумрудный, накапливающего ¹³⁷Cs в меньшем количестве по сравнению с другими сортами.

В целом четкой зависимости между устойчивостью к накоплению радионуклидов и общей приспособленностью генотипа к среде не проявилось. Рядом исследователей предполагалось, что адаптивные сорта со стабильно высокой урожайностью будут отличаться минимальным накоплением загрязня-

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов, М. — 1983. — 284 с.
 2. Кильчевский, А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева — Мн.: Технология. — 1997. — 372 с.