

УДК 635.132:581.19 (470.311)

АДАПТИВНОСТЬ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОРКОВИ СТОЛОВОЙ ГЕНОФОНДА ВНИИССОК И ФОНЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕЁ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Добруцкая Е.Г. – доктор с.-х. наук, профессор, гл. н.с. Лабораторно-аналитического центра

Смирнова А.М. – м.н.с. лаборатории селекции и семеноводства бобовых культур

Молчанова А.В. – кандидат с.-х. наук, с.н.с. Лабораторно-аналитического центра

ФГБНУ «Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур»

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

E-mail: vniissok@mail.ru

При эколого-географическом испытании шести сортов и гибридов моркови столовой (*Daucus carota* L.) из генофонда ВНИИССОК отмечена межсортовая и экологическая изменчивость биохимических показателей качества продукции. Это является основанием для выявления ценных форм при селекции моркови столовой на стабильно высокое качество продукции. Определены источники повышенного потенциала признаков: «содержание суммы каротиноидов» (Московская Зимняя А-515, Нантская 4, Минор), «содержанию суммы сахаров» (Марлинка, Марс F₁), «содержание моносахаров» - Грибовчанин F₁. Выявлены источники стабильности биохимических показателей: Нантская 4 и Минор по «сумме каротиноидов», Марлинка и Московская Зимняя А-515 по «сумме сахаров», Марс F₁ и Грибовчанин F₁ по стабильности «содержания моносахаров». При комплексной оценке среды показана пригодность среды Московской и Брянской областей для использования фонов при отборе на адаптивность признаков: «содержание суммы сахаров», «моносахаров», «суммы каротиноидов», «нитратов». Метод ступенчатых посевов может быть использован наряду с эколого-географическим. Наиболее информативным для определения адаптивности признаков является качество продукции среды, формирующееся при первом (6 мая, 1 мая, 5 мая) и втором (16 мая, 10 мая, 15 мая) сроках посева. Установлено проявление стабильности основных показателей биохимического состава сортов и гибридов моркови столовой. Показана возможность скрининга адаптивных генотипов по признакам качества продукции, на которые влияют различные сроки посева.

Ключевые слова: морковь, адаптивность биохимического состава, сроки посева, фоны для отбора адаптивности высокого качества продукции.

В последние десятилетия конца XX – начала XXI века всё более актуальным становится направление селекции на высокое качество овощной продукции. На государственном уровне принимаются программы, касающиеся здорового питания нации, уделяется внимание диетическим свойствам овощей. В овощеводстве наибольший интерес вызывают публикации, посвященные функциональному питанию [6].

Протекторные свойства овощной продукции связаны, прежде всего, с антиоксидантными свойствами их компо-

нентов: витаминов, флавоноидов, антоцианов, полифенолов, ряда микроэлементов антиоксидантного действия (например, селен, цинк, медь). В связи с этим в научных исследованиях овощеводов интенсивно развиваются такие направления, как расширение ассортимента овощной продукции, позволяющее сделать питание более гармоничным, сбалансированным; выращивание овощной продукции с повышенным содержанием биологически активных веществ, в том числе и антиоксидантов [3].

В селекционном процессе всё чаще возникает вопрос

об адаптивности новых сортов, поскольку реализации высокого потенциала селективируемого признака препятствует недостаточная его стабильность при ухудшении условий среды возделывания [14].

Некоторые вопросы адаптивности и стабильности показателей биохимического состава продукции моркови столовой представлены в научной литературе. С целью скрининга перспективного исходного материала для селекции моркови столовой на стабильно высокое качество продукции в МОВИР совместно с ФГБНУ ВНИИССОК было проанализировано 100 образцов из 18 стран мира. В этом исследовании была дана комплексная оценка генофонда ВИР по проявлению адаптивности и стабильности образцов по шести биохимическим показателям. Установлено, что возможности скрининга по различным биохимическим параметрам были неодинаковы. В связи с этим были отмечены наибольшие возможности для отбора на адаптивность по «содержанию аскорбиновой кислоты» [7].

В целом, обобщение результатов исследований по различным сельскохозяйственным культурам показывает, что селекция на стабильно высокое качество продукции – это одна из важнейших проблем сельскохозяйственной науки. Теоретическим основанием для ведения данного аспекта является генетическое разнообразие по биохимическому составу генотипов, в том числе у моркови столовой. Базы данных необходимо постоянно пополнять новой информацией, в том числе и по сортовой изменчивости. Кроме того, следует воспользоваться специальными методами селекции на адаптивность заданного признака, включающими работу с высокоинформативными селекционными фонами, которые следует выявлять в особых экологических экспериментах [2, 12].

Отдельных опытов, выполненных в данном направлении, явно недостаточно для селекции на стабильно высокое качество продукции. В связи с вышесказанным нами было проведено данное исследование, целью которого явилась оценка стабильности биохимических показателей сортов и гибридов моркови столовой (*Daucus carota* L.) при селекции на адаптивность.

Одной из задач работы явилось усовершенствование методов оценки на адаптивность с помощью использования ступенчатых посевов в Московской области для выявления перспективных форм. Также была проведена комплексная оценка среды Московской области, формирующейся при разных сроках посева как фона для отбора моркови столовой при селекции на стабильно высокое качество биохимического состава продукции моркови столовой.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования были проведены в 2011, 2014, 2015 годах на опытных полях ВНИИССОК (Московская область, Одинцовский район) и на участке в (Брянской области, Жуковский район). В пункте ВНИИ-

ССОК посев проводили в 3 срока с интервалом в 10 суток. Первый срок посева (6, 1, 5 мая), второй - (16, 10, 15 мая), третий - (26, 20, 25 мая).

Материалом исследования послужили шесть сортов и гибридов моркови столовой (*Daucus carota* L.) селекции ВНИИССОК: Нантская 4 (стандарт), Московская Зимняя А-515, Марлинка, Марс F₁, Грибовчанин F₁, Минор.

Учетная площадь делянки составила 7,7 м², повторность четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Норма высева – 0,5 г на 1 м². Схема посева рядовая, с междурядьями – 50 + 90 см, расстояние в ряду между растениями при прореживании 3-4 см.

Биохимические исследования проводили в Лабораторно-аналитическом Центре ФГБНУ ВНИИССОК по следующим показателям: содержание сухого вещества – методом высушивания навески до постоянного веса [4], содержание сахаров (сумма сахаров, моносахара) - цианидным методом [10], каротина – спектрофотометрически, нитратов – ионометрически [9].

Согласно методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой был проведен анализ параметров адаптивности генотипов и среды. Рассчитаны следующие параметры: OACi – общая адаптивная способность; SACi – специфическая адаптивная способность; Sgi – относительная стабильность признака; bi – коэффициент регрессии; СЦГi – селекционная ценность генотипа; Dk – продуктивность среды; Sek – относительная дифференцирующая способность среды; Tk – типичность среды [5].

Результаты исследований

Анализ показателей биохимического состава по данным трехлетнего испытания при посеве во второй срок, являющимся наиболее благоприятным для роста и развития растений, показал проявление сортовой изменчивости всех изученных показателей качества продукции (табл. 1).

Полученные нами значения в основном соответствуют данным других исследователей [1, 8, 12, 13, 15].

Содержание в моркови столовой суммы каротиноидов составило от 12,93 до 16,27%, моносахаров – от 2,54 до 3,13%, суммы сахаров – от 6,61 до 7,46%, сухого вещества – от 12,50 до 14,12% (табл.2). Содержание нитратов в среднем за два года – от 124,0 до 341,5 мг/%.

В результате исследований была выявлена межсортовая и эколого-географическая изменчивость биохимического состава при изменении условий испытаний (годы, сроки, пункты).

Наличие межсортовой и экологической изменчивости у биохимических показателей явилось основанием для определения форм, перспективных для использования в качестве исходного материала при селекции на стабильно высокое качество продукции моркови столовой.

Четкой стабильной корреляции между адаптивностью генотипов по урожайности и содержанием показателей

1. Биохимический состав сортов и гибридов моркови столовой (Москва, 2 срок, среднее за три года)

Показатель	Нантская 4 (стандарт)	Марлинка	Марс F ₁	Грибовчанин F ₁	Московская Зимняя А-515	Минор
Сухое вещество, %	12,67±0,19	12,92 ±0,64	12,63 ±1,12	11,51 ±0,61	14,18 ±1,25	12,34 ±0,43
Ранг	3	2	4	6	1	5
Моносахара, %	3,57 ±0,66	3,84 ±0,71	3,42 ±0,32	3,71 ±0,72	2,77 ±0,54	2,78 ±0,74
Ранг	3	1	4	2	6	5
Сумма сахаров, %	6,37 ±0,70	6,79 ±0,49	7,42 ±0,63	6,40 ±0,51	7,25 ±0,52	6,13 ±0,74
Ранг	5	3	1	4	2	6
Ранг по СЦГ урожайности	3	2	1	4	5	6

2. Параметры адаптивной способности и стабильности элементов биохимического состава генотипов (2011, 2014, 2015 годы, Москва три срока посева, Брянск)

Сорт, гибрид	X̄ (%)	OAc _i	CAc _i	Sg _i , %	В _i	СЦГ
Сумма каротиноидов, мг/% *						
Нантская 4 (стандарт)	15,87	0,95	2,97	10,87	0,43	12,50
Марлинка	14,87	-0,05	20,02	30,10	1,20	6,12
Марс F ₁	14,43	-0,48	24,81	34,51	1,34	4,70
Грибовчанин F ₁	12,93	-1,98	17,61	32,45	1,11	4,73
Московская Зимняя А-515	16,27	1,35	18,50	26,44	1,15	7,86
Минор	15,13	0,22	8,34	19,09	0,78	9,49
Сумма сахаров, %						
Нантская 4 (стандарт)	6,77	-0,20	1,17	15,99	1,21	3,09
Марлинка	7,21	0,24	0,88	13,04	1,02	4,01
Марс F ₁	7,46	0,49	1,19	14,65	0,90	3,74
Грибовчанин F ₁	6,69	-0,28	1,07	15,43	1,05	3,18
Московская Зимняя А-515	7,07	0,10	0,91	13,46	0,73	3,83
Минор	6,61	-0,36	1,06	15,58	1,09	3,10
Моносахара, %						
Нантская 4 (стандарт)	2,88	0,03	1,64	44,52	1,10	1,34
Марлинка	2,98	0,13	1,35	38,99	0,94	1,58
Марс F ₁	2,83	-0,02	1,07	36,61	0,88	1,58
Грибовчанин F ₁	3,13	0,28	1,46	38,57	1,05	1,68
Московская Зимняя А-515	2,54	-0,31	1,27	44,33	0,97	1,19
Минор	2,73	-0,12	1,59	46,15	1,06	1,21
Сухое вещество, %						
Нантская 4 (стандарт)	13,18	0,00	1,57	9,52	0,95	6,95
Марлинка	13,21	0,04	1,26	8,48	0,93	7,65
Марс F ₁	12,99	-0,19	2,27	11,61	1,38	5,50
Грибовчанин F ₁	12,50	-0,68	1,03	8,12	0,36	7,46
Московская Зимняя А-515	14,12	0,94	3,24	12,75	1,39	5,18
Минор	13,07	-0,11	1,69	9,96	0,99	6,61

* данные по «сумме каротиноидов» приведены в таблице по второму сроку посева за 2011, 2014, 2015 годы

биохимического качества продукции в нашем эксперименте не выявлено (табл. 1).

Наивысшей адаптивностью по урожайности характеризуются сорт Марлинка и гибрид Марс F₁, у которого высокие показатели отмечены только по «содержанию суммы сахаров», а по «содержанию сухого вещества и моносахаров» гибрид занимает 4 ранг среди других образцов. У сорта Нантская 4 (стандарт) по «сумме сахаров» ранг 5, в то время как по адаптивности урожайности 3 ранг.

В связи с этим мы уделили основное внимание комплексной оценке адаптивных свойств конкретных показателей качества продукции и выделению форм, соответствующих наибольшим значениям адаптивного потенциала.

По данным за три года испытания при втором сроке посева, среди изученных образцов по высокому потенциалу признака «содержание суммы каротиноидов» были выделены сорта Московская Зимняя А-515, Нантская 4 и Минор. Они отличаются наибольшими значениями X и параметра OACi. Установлено, что по признаку «сумма каротиноидов» проявляется значительная экологическая изменчивость, у большинства образцов (Sgi>20%). Наиболее экологически устойчивы среди испытанных образцов сорта Нантская 4 (стандарт) (Sgi=10,87%) и Минор (Sgi=19,09%). Это следует учитывать при скрининге стабильных генотипов. По «содержанию суммы каротиноидов» образцы Марлинка, Марс F₁, Грибовчанин F₁, Московская Зимняя А-515 относятся к интенсивному типу: их реакция на улучшение условий выращивания проявляется в повышении значения признака «сумма каротиноидов» в продукции. Относительно адаптивного потенциала по показателю «сумма каротиноидов» показано, что сорт Нантская 4 (стандарт) существенно превосходит нами изученные сорта и гибриды. Это связано в основном с относительно высокой экологической устойчивостью данного признака (табл. 2).

По «сумме сахаров» дифференциация между изученными образцами незначительна, соответствует среднему уровню изменчивости (Sgi>10<20%). Незначительное превышение «суммы сахаров» по X и OACi проявилось у сорта Марлинка и гибрида Марс F₁, а по CACi – у сорта Нантская 4 и гибрида Марс F₁. Более других соответствует сортам интенсивного типа по «сумме сахаров» сорт Нантская 4 и несколько менее сорт Минор и гибрид Грибовчанин F₁, у которых коэффициент регрессии bi>1. Сорт Марлинка обладает высокой селекционной ценностью генотипа (СЦГ) по «содержанию суммы сахаров» в связи с превышением по потенциальной продуктивности данного признака (табл. 2). По потенциалу продуктивности (ПП) наивысшие значения X и OACi по «содержанию моносахаров» проявляются у гибрида Грибовчанин F₁. Он же обладает высокой селекционной ценностью генотипа по данному показателю, что связано с наиболее благоприятным соче-

танием в генотипе повышенного содержания моносахаров по сравнению с другими образцами. Относительная стабильность по «содержанию моносахаров» соответствует значительному уровню (>30%). При этом у гибридов Марс F₁ и Грибовчанин F₁ она несколько ниже, чем у сортов.

Наименьшей величиной параметра Sgi характеризуется показатель «содержание сухого вещества», у большинства образцов изменчивость его незначительна (Sgi<10%). В этих условиях скрининг форм, перспективных для использования в селекции на стабильно высокое «содержание сухого вещества», не эффективен. Требуется или расширить полигон для отбора за счет увеличения числа изучаемых генотипов, или использовать более эффективные фоны для отбора. Такие фоны следует выделять в различных условиях среды или создавать искусственно. Наибольшей селекционной ценностью генотипа по «содержанию сухого вещества» обладают гибрид Грибовчанин F₁ и сорт Марлинка.

Наиболее опасными загрязнителями продукции являются остатки азотистых веществ (нитраты, нитриты, нитрозамины), а также тяжелые металлы, пестициды и радионуклиды. В России установлены самые жесткие в мире ПДК на нитраты. Содержание ПДК в моркови столовой составляет 250 мг/кг [16]. При эколого-географическом испытании определено, что уровень их накопления не превышает ПДК. Тем не менее, проявляются и межсортная, и экологическая изменчивость показателя. Максимальным качеством продукции по данному показателю характеризуются гибриды Марс F₁ и Грибовчанин F₁ (кроме пункта Брянск).

В целом, оценка адаптивности признаков, характеризующих качество продукции, показала, что сорта и гибриды моркови столовой генофонда ВНИИССОК различаются между собой по содержанию питательных веществ, в большей степени по «содержанию суммы сахаров», «содержанию моносахаров», «содержанию суммы каротиноидов», в меньшей – по «содержанию сухого вещества» и «нитратов». Из этого следует, что скрининг ценных форм по адаптивности показателей качества продукции возможен. Для проведения его необходимы научные данные о характеристике среды испытания, выявление и использование информативных фонов для оценки и отбора, разработка способов и схем испытания, обеспечивающих репрезентативность оценки генотипов.

При селекции на адаптивность хозяйственно ценных признаков необходима информация о продуктивности среды для выявления потенциала признаков. Была проведена комплексная оценка среды Московской (Одинцовский район) и Брянской (Жуковский район) областей. Поскольку адаптивность подразумевает сочетание в одном генотипе высокого потенциала признака с его экологической устойчивостью, селекционеру необходимо владеть информацией и об экологической устойчивости

3. Параметры среды как фона для селекции на стабильно высокое содержание моносахаров и суммы сахаров

Среда испытания (год, пункт, срок)	Параметры среды			
	Продуктивность (Dk)		Типичность (Tk)	
	моносахара	Сумма сахаров	моносахара	сумма сахаров
2011 год, Москва, 1 срок	1,32	0,84	-0,31	0,57
2011 год, Москва, 2 срок	1,02	0,68	0,90	0,38
2011 год, Москва, 3 срок	1,08	1,38	0,76	0,46
2011 год, Брянск	1,55	0,33	0,24	0,21
2014 год, Москва, 1 срок	-0,95	-1,51	-0,37	0,67
2014 год, Москва, 2 срок	1,18	-0,83	0,88	0,43
2014 год, Москва, 3 срок	-0,37	-0,16	0,00	-0,55
2014 год, Брянск	-0,84	-0,24	0,49	0,76
2015 год, Москва, 1 срок	-1,09	-0,09	0,83	0,76
2015 год, Москва, 2 срок	-0,71	-0,57	0,43	0,86
2015 год, Москва, 3 срок	-1,11	-0,62	0,60	0,39
2015 год, Брянск	-1,08	0,78	0,77	0,85

генотипа. Получить её возможно при проведении экологического испытания на анализирующих фонах с разной степенью дифференцирующей способности среды. На заключительном этапе селекции востребованы фоны с высокой типичностью среды.

В процессе исследований была осуществлена комплексная оценка генотип-средовых отношений по важнейшим биохимическим показателям.

Анализ экспериментальных данных показал, что наиболее продуктивна и, следовательно, более пригодна для определения потенциала проявления признака «содержание моносахаров» среда, формирующаяся в Московской области при первом и втором сроках посева.

В Брянской области фон, благоприятный для накопле-

ния «содержания моносахаров» отмечен один раз за три года испытания (2011 год). Поскольку проявление высокого значения параметра продуктивности среды нестабильно, испытание следует вести при первом и втором сроках посева в обоих пунктах не менее трех лет. По «содержанию суммы сахаров» получены практически аналогичные данные (табл. 3).

Параметр «типичность среды» (Tk) по «содержанию моносахаров» и «сумме сахаров» может быть рассчитан при испытании по такой же схеме: два пункта – два срока – три года.

Взаимодействие генотип – среда, как показал эксперимент по экологическому испытанию, различается в зависимости от всех изучаемых факторов.

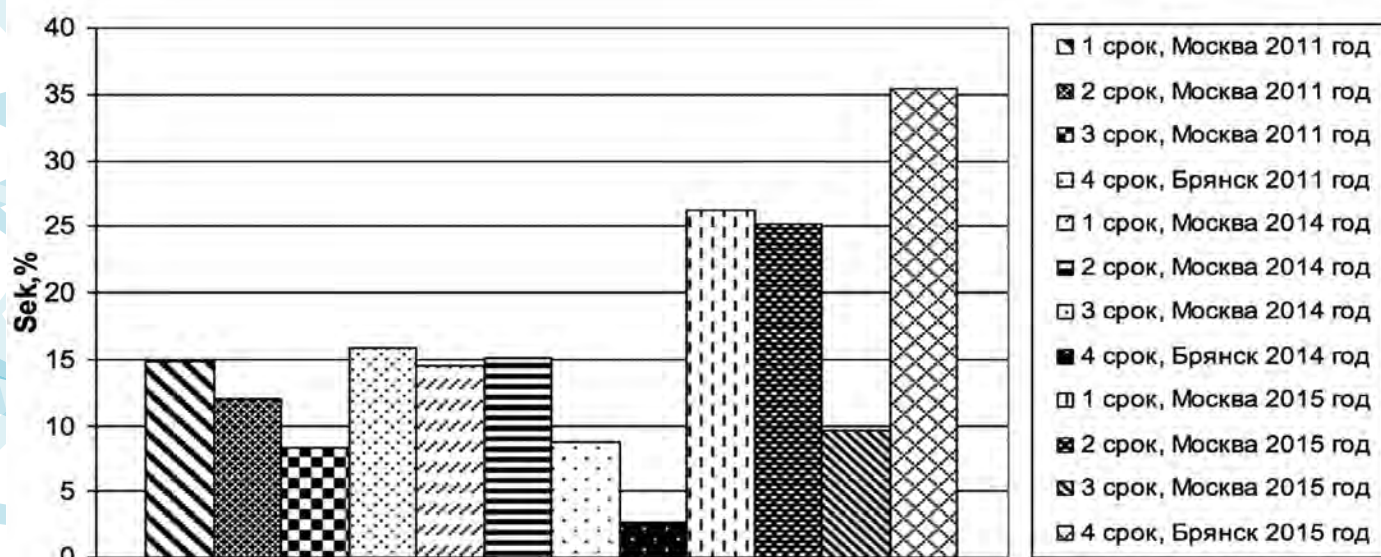


Рис. 1. Относительная стабильность среды как фона для отбора по устойчивости содержания моносахаров.

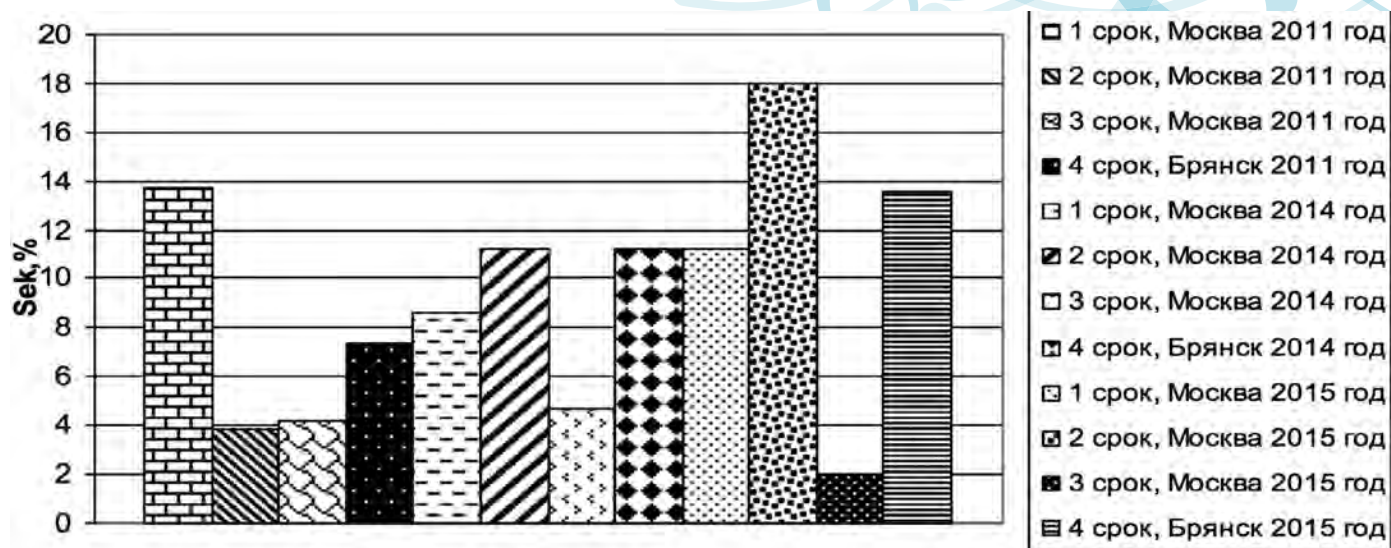


Рис. 2. Относительная стабильность среды как фона для отбора по содержанию суммы сахаров.

Стабилизирующий фон ($Sek < 20\%$), наиболее благоприятный для оценки стабильности генотипов по «содержанию моносахаров», сформировался в восьми изученных средах (рис. 1).

Наименее информативным явился третий срок посева, условия среды при котором обладали низким дифференцирующим действием на проявление уровня «содержания моносахаров» в продукции. Дестабилизирующий эффект среды в отношении «содержания суммы сахаров» проявился в меньшей степени, чем в отношении «содержания моносахаров». Фон соответствовал, в основном, уровню нивелирующего, не проявляющего различий между генотипами. Тем не менее, достаточно информативны были среды: Москва, 2011 год, первый срок посева; 2014 год, второй срок посева; 2015 год, первый и второй срок посева; Брянск, 2014 и 2015 годы. Таким образом, за три года было сформировано шесть информативных сред для скрининга по стабильности «содержания суммы сахаров» (рис. 2). Следует продолжить исследования по поиску ценных форм и разработке способов формирования информативных сред по данному признаку.

По «сумме каротиноидов» среда явилась низкопро-

дуктивной в 2014 году, самом неблагоприятном для роста и развития моркови столовой. Высокотипичной среда была в два года из трех. В один из трех лет испытания сформировался анализирующий фон (табл. 4). В целом, трехлетнее испытание при одном (втором) сроке посева не обеспечило репрезентативной оценки по стабильному «содержанию суммы каротиноидов» в отношении показателя так же, как и в отношении признака «содержание суммы сахаров».

Низкая дифференцирующая способность среды испытания по признаку «содержание сухого вещества» может быть связана как с особенностями среды, так и с отсутствием в оцениваемом наборе сортов и гибридов генотипов с достаточными различиями по признаку «содержание сухого вещества».

Выводы

1. Сорта и гибриды моркови столовой генофонда ВНИИССОК различаются по адаптивности показателей биохимического состава продукции. Это является основанием для скрининга источников ценных форм при селекции на стабильно высокое качество продукции.

4. Параметры среды как фона для отбора по адаптивности «суммы каротиноидов» мг/% (Москва, 2 срок посева за 2011, 2014, 2015 годы)

Год испытания	\bar{X}	Dk	Sek	Tk
2011	16,93	2,02	8,41	0,71
2014	10,62	-4,30	20,49	0,83
2015	17,20	2,28	5,78	0,33

ADAPTABILITY OF BIOCHEMICAL PARAMETERS OF CARROT (*DAUCUS CAROTA* L.) OF VNISSOK'S BREEDING AND ESTIMATION OF BACKGROUND IN MOSCOW REGION

Dobrutskaya E.G., Smirnova A.M., Molchanova A.V.

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: vniissok@mail.ru

Summary

Intervarietal and ecological variability of biochemical parameters of six varieties and hybrids of *Daucus carota* L. of VNISSOK's breeding was studied. These data can be used for breeding of carrot for consistent high quality of product. The sources of high potential of such traits as the "total carotenoid content" (Moscowskaya Zimnyaya A-515, Nantskaya 4, Minor), the "total sugars" (Marlinka, Mars F1), the "content monosaccharides" (Gribovchanin F1) were identified. The sources of stability of biochemical parameters were identified. They are cv. Nantskaya 4 and Minor (for the trait of the "total carotenoids"), cv. Marlinka and Moscowskaya Zimnyaya A-515 (for the trait of the "total sugars"), and hybrid Gribovchanin F1 (for the trait of the "total monosaccharides"). The environment of Moscow and Bryansk regions was used as a background for selection for adaptability of such traits as "total sugar content", "total carotenoids", and "nitrate content". Along with the ecologo-geographic method, the step-type sowing method can be used. The most informative factor for evaluation of traits adaptability is a quality crop production developed at the first sowing time (6th May, 1st May, 5th May) and the second sowing time (16th May, 10th May, 15th May). Demonstration of stability of main biochemical parameters of carrot varieties and hybrids was determined. The possibility of screening of adaptable genotypes for traits of product quality, which depend on sowing time, was shown.

Keywords: carrot, adaptability of biochemical parameters, sowing time, background adaptation.

2. Среди шести изученных сортов и гибридов высокими показателями параметров адаптивности характеризуются по потенциальной продуктивности признака (ПП – максимальное значение параметра ОАСi) по «содержанию суммы каротиноидов» – сорта Московская Зимняя А-515, Нантская 4 (стандарт) и Минор; по «содержанию суммы сахаров» – сорт Марлинка и гибрид Марс F₁; по «содержанию моносахаров» – гибрид Грибовчанин F₁.

Источниками наиболее высокой стабильности (ЭУ – минимальное значение параметра Sgi) по «содержанию суммы каротиноидов» являются сорта Нантская 4 и Минор; по «содержанию суммы сахаров» – сорта Марлинка и Московская Зимняя А-515; по «содержанию моносахаров» – гибриды Марс F₁ и Грибовчанин F₁.

3. При организации экологического испытания необходимо провести комплексную оценку параметров адаптивности показателей биохимического состава: по «содержанию моносахаров» и «суммы сахаров» в течение трех лет в Московской области – при первом и втором сроке посева, в Брянской области – при посеве в один срок.

Литература

1. Борисов В.А. Качество и лежкость овощей. /В.А. Борисов, С.С. Литвинов, А.В. Романова // - М.: ВНИИО, 2003. – 625 с.
2. Видякина Т.Д., Добруцкая Е.Г., Пивоваров В.Ф. /Селекция и семеноводство овощных и бахчевых культур: научные труды. /РАСХН, ВНИИССОК. - М., 2000. - С. 48-52.
3. Голубкина Н.А. Качество овощной продукции. // Овощи России. - 2008. № 1-2. - С. 61-63.
4. Ермаков А.И. Методы биохимических исследований. /А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош, Ю.А. Перуанский, Г.А. Луковникова, М.И. Иконникова. Л. Агропромиздат. 1987. – 430 с.
5. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды // Генетика. - 1985. - Т. 21. - №9. – С. 14-18.
6. Кононков П.Ф., Гинс В.К., Пивоваров В.Ф., Гинс М.С. и др. Овощи как продукт функционального питания. - М., 2008. – 126 с.
7. Корчемная Н.А., Темирбекова С.К., Добруцкая Е.Г. Характеристика образцов моркови столовой из генофонда ВИР по адаптивности и стабильности показателей биохимического состава. // Сельскохозяйственная биология. – 2007. - №3. – С. 57-62.
8. Леунов В.И. О селекции моркови, сортах, агротехнике. // Вестник овощевода. – 2011. - №6 (13). – С. 34-37.
9. Методика выполнения измерений массовой доли (концентрации) нитрат-ионов в продуктах потенциометрическим методом с использованием иономеров серии

«Экотест и ионоселективных электродов «Эком-НОЗ»». М., 2008. - С. 24.

10. Определение сахаров в овощах, ягодах и плодах. Цианидный метод определения сахаров в растениях // Практикум по агрохимии, под ред. Кидина В.В. Москва. Изд-во «Колос». - 2008. – С. 236-240.

11. Сазонова Л.В., Власова Э.А. Корнеплодные растения (морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, редька). – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 296с.

12. Темирбекова С.К., Корчемная Н.А., Добруцкая Е.Г. Характеристика среды Московской области как фона для отбора моркови на стабильно высокое качество продукции. //Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур». /ВНИИССОК. - М., 2006. - Т.2. - С. 283-287.

13. Терешонок В.И., Надежкин С.М., Калинин А.Н. и др. Влияние особенностей выращивания на урожайность и качество корнеплодов моркови столовой.// Овощи России. - 2010. №7. - С. 81-83.

14. Черкасова В.К., Шабета О.Н. Результаты отбора селекционных образцов корнеплодов моркови по биохимическому составу.// Овощи России. - 2014. № 1. - С. 53-56.

15. Herms, D. A. and W. J. Mattson. The dilemma of plants: to grow or defend. //Quarterly Rev. Biol. - 1992. - Vol.67. - P. 283-335.

16. Wistinghausen, E. Die Qualität von Mцhren, Rote Bete und Weizen in Beziehung zu ihren Standortverhцltnissen und Bodenbedingungen. // Lebendige Erde. - 1975. – Vol. 3. – P. 36-40.