

EDN XXGYGY

DOI 10.5281/zenodo.8272074

УДК 633.432; 632.3.01/08

Соколова Л. М.

СОЗДАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТОЛЕРАНТНЫХ ГЕТЕРОЗИСНЫХ ГИБРИДОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

Реферат. Морковь столовая или культурная (*Daucus carota* L. subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang.) ($2n=2x=18$) входит в десятку наиболее производимых овощных культур в мире. Особое внимание при создании гибридов моркови столовой стоит уделить устойчивости к комплексу наиболее вредоносных патогенов из родов *Alternaria* и *Fusarium*. Использование гетерозисной продукции у овощных и бахчевых культур является прогрессивным направлением селекции, дающим возможность значительно повысить урожайность культуры. Морковь среди овощных культур наименее изучена в отношении гетерозиса. Скрещивание в пределах одного сортогруппы не дает значительного гетерозисного эффекта по продуктивности, зато гибриды отличаются выравненностью и высоким качеством корнеплодов. Цель исследований – создать конкурентноспособные гетерозисные гибриды F1 моркови столовой на основе комплекса селекционно-иммунологических методов, которые будут обладать толерантностью к *Fusarium oxysporum*, *Alternaria radicina* и *Alternaria dauci*. Исследования проводят по общепринятым методикам во Всероссийском научно-исследовательском институте овощеводства – филиале ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» с 2007 г. и по настоящее время. В статье показаны результаты исследований с 2011 по 2019 гг. В ходе многолетнего разностороннего исследования устойчивости и влияния фактора агроклиматического года выявлены относительно устойчивые гибридные комбинации: MC 1-1×1268, 22×1268, K45×1268. Данные образцы имеют выход товарных корнеплодов после семи месяцев хранения от 75 % до 95 %. Также выявлена высокая сохраняемость маточников (корнеплодов) – от 85 % до 87 %. После некоторых уточнений данные комбинации планируется передать на испытание для дальнейшего включения в Государственный реестр селекционных достижений.

Ключевые слова: морковь столовая (*Daucus carota* L. subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang.), гетерозис, селекция, *Fusarium*, *Alternaria*, линии, гибриды.

Для цитирования: Соколова Л. М. Создание перспективных толерантных гетерозисных гибридов моркови столовой // Таврический вестник аграрной науки. 2023. № 2(34). С. 127–135. EDN: XXGYGY. DOI 10.5281/zenodo.8272074.

For citation: Sokolova L. M. Creation of promising heterosis hybrids of table carrot // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2023. No. 2(34). P. 127–135. EDN: XXGYGY. DOI 10.5281/zenodo.8272074.

Введение

Морковь столовая или культурная (*Daucus carota* L. subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang.) ($2n=2x=18$) входит в десятку наиболее производимых овощных культур в мире [1]. По данным «АБ-Центр», урожайность моркови в 2022 г. во всех категориях хозяйств составила 149,1 тыс./га, из которых 78,1 тыс. га являются землями фермерских хозяйств и сельскохозяйственных предприятий.

Использование гетерозисной продукции у овощных и бахчевых культур является прогрессивным направлением селекции, дающим возможность значительно повысить урожайность культуры. Гетерозисную продуктивность необходимо

сочетать с комплексом биологических и других качественных хозяйственно ценных признаков (скороспелостью, биохимическим составом, технологическими и вкусовыми показателями, транспортабельностью, лёжкостью, иммунитетом). По качественным показателям гетерозисные гибриды должны или не уступать лучшим районированным сортам аналогичного типа использования, или превышать их [2].

Морковь среди овощных культур наименее изучена в отношении гетерозиса. Скрещивание в пределах одного сортотипа не дает значительного гетерозисного эффекта по продуктивности, зато гибриды отличаются выравненностью и высоким качеством корнеплодов [3].

В гетерозисной селекции моркови используют два типа стерильности: браун и петалоид. Растения с типом стерильности браун при цветении образуют недоразвитые тычинки с коричневыми пыльниками, лишённые фертильной пыльцы, а растения с типом петалоид – цветки почти махровые и тычинок не имеют. Наиболее стабилен петалоидный тип стерильности [4].

Особое внимание при создании гибридов моркови столовой стоит уделить устойчивости к комплексу наиболее вредоносных патогенов из родов *Alternaria* и *Fusarium*, так как болезни, вызванные данными грибными патогенами, являются основными причинами потери урожая, также они могут ухудшить качество продукции и стабильность производства. Хорошо налаженная схема селекции в течение длительного времени позволяет разработать толерантные и/или устойчивые сорта ценных продовольственных культур [5, 6].

Alternaria dauci (J.G. Kühn) Groves et Skolko развивается на листовой поверхности, является одним из самых вредных патогенов – потери урожая могут достигать от 40 до 90 % [7].

Род *Fusarium* включает в себя ряд видов, являющихся причинами различных заболеваний культур, поражает сосудистую систему растений, вызывает болезни увядания [8].

Основным направлением гетерозисной селекции на устойчивость является отбор устойчивых генотипов. Поэтому при отборе исходного материала важно учитывать видовую и внутривидовую структуру популяций возбудителя, генетическую и экологическую дифференциацию.

Таким образом, залогом эффективности гетерозисной селекции является комплексный подход в создании новых сортов и гибридов моркови столовой, которые будут отвечать современным требованиям рынка.

Цель исследований – создать конкурентно способные гетерозисные гибриды F1 моркови столовой на основе комплекса селекционно-иммунологических методов, которые будут обладать толерантностью к *Fusarium oxysporum*, *Alternaria radicina* и *Alternaria dauci*.

Материалы и методы исследований

Исследования проводят в лаборатории корнеплодных культур и лука (Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО)) с 2007 г. и по настоящее время. В статье показаны результаты исследований с 2011 по 2019 гг. Для ведения селекционной работы по устойчивости в 2007 г. были созданы два искусственных инфекционных фона на специально отведенном участке в селекционном центре ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО, на которых проходит ежегодная оценка толерантности исходного, селекционного и гибридного материала. На данных участках при посеве каждый год в почву вносят почвенные патогены *Fusarium oxysporum* и *Alternaria radicina*, размноженные на зерне овса. Также в период первого года вегетации моркови столовой осуществляется опрыскивание по листовому аппарату суспензией спор *Fusarium oxysporum* и *Alternaria dauci*.

Для контроля заражения микозами по сравнению с инфекционными фонами морковь столовая высевается в неконтролируемых условиях на полях селекционного севооборота «естественный фон». Поля селекционного севооборота «естественный фон» расположены в Раменском районе Московской области, в центральной части поймы реки Москва. Почва аллювиально-луговая, среднесуглинистая. На данных участках испытывают селекционный и новый гибридный материал моркови столовой, а также проводят всю морфологическую и биометрическую оценку.

Исследования проводили по следующим методикам: учеты интенсивности проявления болезней [9, 10]; выделение патогенов из растительного материала [11, 10]; искусственное заражение путём опрыскивания листовых пластин [12, 10], оценку устойчивости растений первого года осуществляли на двух искусственных инфекционных фонах *Fusarium* и *Alternaria* [10].

Для гибридизации растений второго года вегетации использовали каркасные сетчатые изоляторы диаметром 0,5 м. Для опыления использовали синих мясных мух (*Calliphora uralensis* Villeneuve) [13].

Результаты и их обсуждение

При создании устойчивых к болезням гибридов F₁ моркови большую роль играет подбор родительских форм. Основные критерии отбора – урожайность, товарность, устойчивость к комплексу болезней.

Для создания новых отечественных гибридов в селекционную работу были вовлечены толерантные линии ♀ «А», ♂ «С» и закрепитель «В» селекции ВНИИО, которые относятся к сорто типу Берликум/Нантская.

Оценку толерантности на двух искусственных инфекционных фонах и в естественных неконтролируемых условиях проводили на протяжении шести вегетационных лет (культура двулетняя). Объективная оценка толерантности (устойчивости) к двум патогенам складывалась в зависимости от фактора агроклиматических показателей года. На рисунках 1–4 показаны агроклиматические показатели годов исследований (средние показатели за период вегетации с мая по сентябрь) и влияние данных показателей на распространённость и толерантность четырех изучаемых родительских форм.

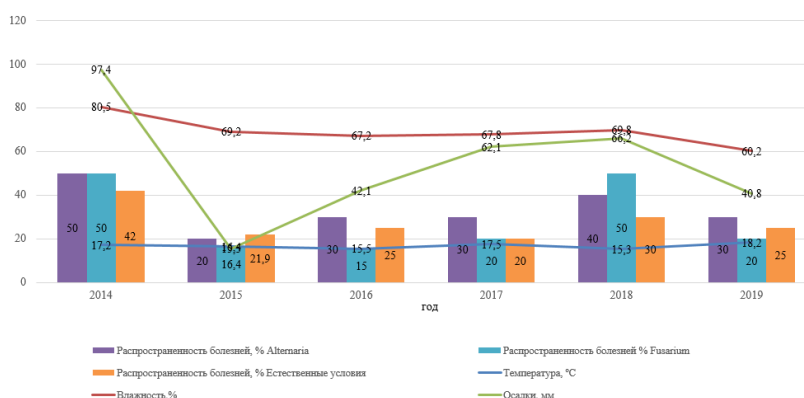


Рисунок 1 – Зависимость распространённости альтернариоза и фузариоза у ♀ линии 22 от агроклиматических показателей года

Так, в исходный 2014 г. у линии ♀22 распространённость болезней на двух искусственных инфекционных фонах *Alternaria* и *Fusarium* составила 50 %. На естественном неконтролируемом фоне распространённость патоконплекса микромицетов составила 42 %, что обусловлено агроклиматическими показателями года – повышенной влажностью воздуха – 80 % и обильными осадками – 97,4 мм.

В 2019 г. данный образец входит в группу слабовосприимчивых. Благодаря последовательному отбору устойчивых генотипов проводимого на линии 22 нам удалось снизить распространенность альтернариоза до 30 %, фузариоза – до 20 % и общего патогенеза на естественном неконтролируемом фоне – до 25 %.



Рисунок 2 – Зависимость распространенности альтернариоза и фузариоза у ♂ линии MS 1-1 от агроклиматических показателей года

Менее устойчива за все года исследований оказалась линия MS 1-1. Так в 2014 г. распространенность альтернариоза составила 70 %, фузариоза – 65 %, а на естественном фоне – 55 %.

В 2019 г. распространенность болезней на искусственных инфекционных фонах составила: альтернариоза – 65 %, фузариоза – 60 %. На естественном неконтролируемом фоне – 40 %. Данный образец характеризуется как средневосприимчивый.

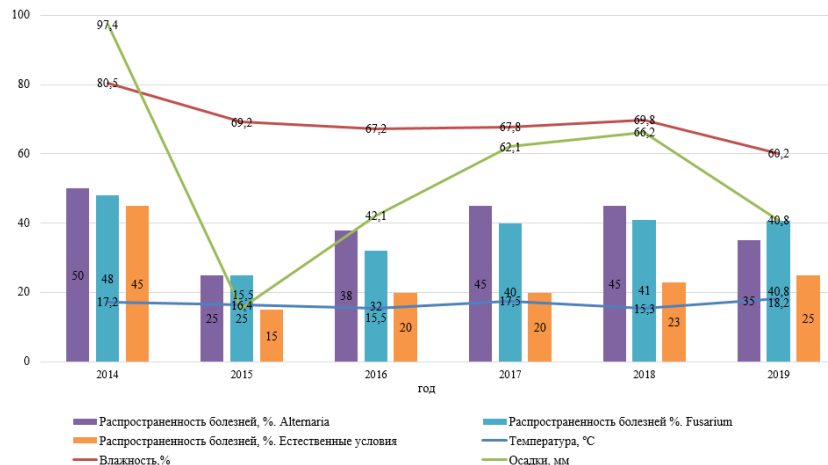


Рисунок 3 – Зависимость распространенности альтернариоза и фузариоза у ♀ линии 1268 от агроклиматических показателей года

У отцовской формы 1268 при проведении последовательного отбора в зависимости от фактора года устойчивость возрастала быстрее, чем у материнских форм. Так, рост устойчивости был заметен уже на проведении третьего отбора в условиях 2016 г. и удержался на протяжении последующих годов оценки.

На рисунке 4 представлена оценка материнской формы линии K45 в зависимости от фактора года. Данная линия в исходный 2014 г. и последующие года исследований характеризовалась как слабовосприимчивая.

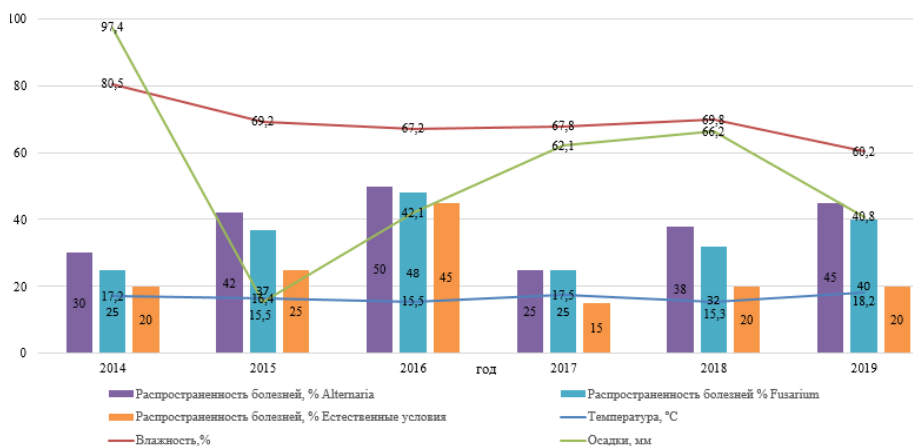


Рисунок 4 – Зависимость распространенности альтернариоза и фузариоза у ♀ линии К45 от агроклиматических показателей года

Так, распространенность альтернариоза в 2014 г. составила 22,1 %, а в 2019 г. данный показатель возрос до 35,4 %, что связано с комфортной температурой (20,1°C) и относительно умеренной влажностью (60 %). По фузариозу показатели были в пределах от 21,2 до 20,1 % соответственно. На естественном фоне распространение комплекса микозов составило 20,2 % в 2014 г. и 17,2 % в 2019 г.

На рисунках 5 и 6 представлены данные по варьированию толерантности гибридных комбинаций в зависимости от года.

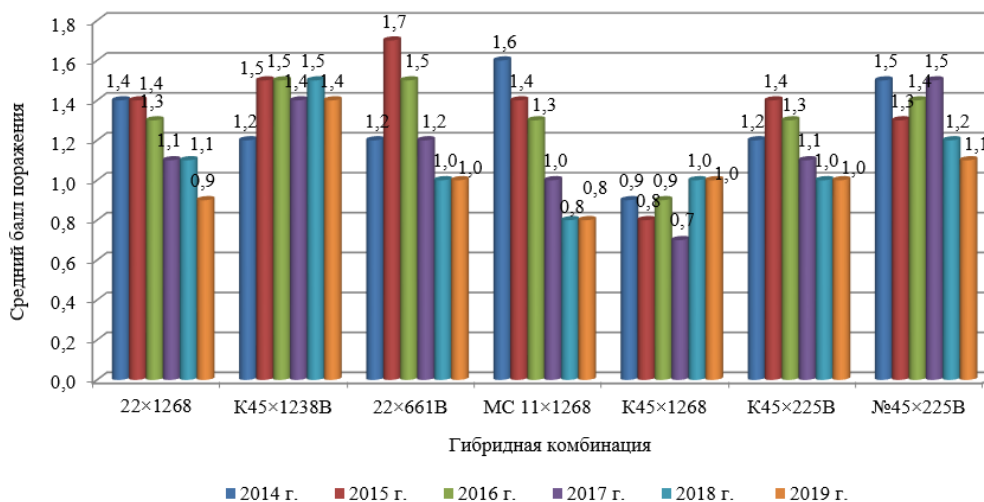


Рисунок 5 – Варьирование устойчивости гибридных комбинаций моркови столовой к *Alternaria dauci* в зависимости от года

Так, комбинация 22×1268 по *Alternaria* в 2017 г. из группы средневосприимчивых перешла в группу слабовосприимчивых с баллом поражения по образцу 1,1. В 2019 г. она имела средней балл по образцу 0,9 и характеризовалась как устойчивая. Такую же тенденцию имела и комбинация MC 1-1×1268. Гибридная комбинация K45×1268 изначально характеризовалась как устойчивая с баллом поражения по образцу от 0,9 в 2014 г. до 0,7 в 2017 г., но агроклиматические факторы годов исследования повлияли на ее толерантность. В 2018 и 2019 гг. данная комбинация входила в группу слабовосприимчивых и имела средний балл поражения по образцу 1,0.

Гибридные комбинации 22×661В, К45×225В и №45×225В характеризовались как слабосприимчивые в 2019 г., но так как изначальные оценки устойчивости были высоки (от 1,2 до 1,7 балла поражения) и комбинации характеризовались как среднесприимчивые, то данные образцы требуют еще проверок на толерантность.

Комбинация К45×1238В по толерантности к *Alternaria* требует дополнительных исследований.

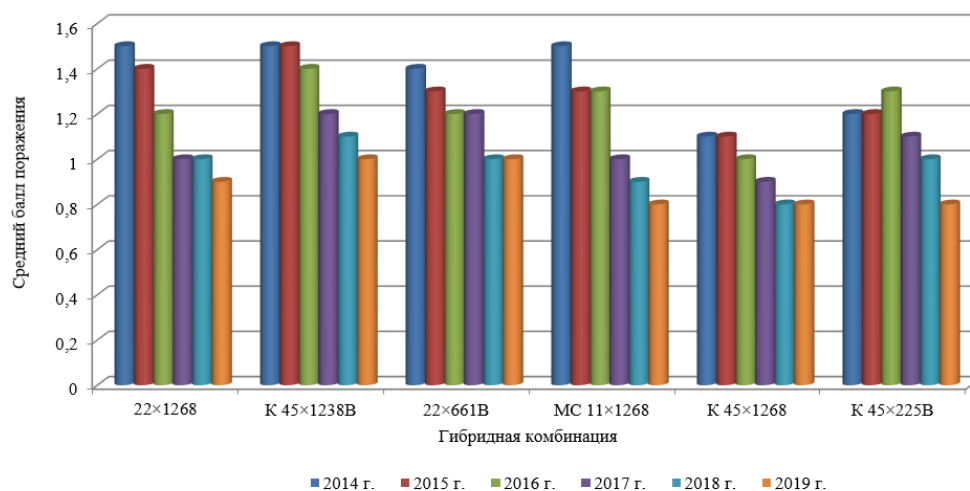


Рисунок 6 – Варьирование устойчивости гибридных комбинаций моркови столовой к *Fusarium oxysporum*

Все исследуемые гибридные комбинации в 2018 и 2019 гг. по *Fusarium* входят в группу устойчивых с балом поражения по образцу от 1 до 0,8. Но мы свой выбор остановили на комбинациях 22×1268; МС 1-1×1268 и К45×1268, потому что они выделились по толерантности на инфекционном фоне *Alternaria*, а оценка по устойчивости ведется одновременно к *Alternaria* и *Fusarium*.

Также отмечено, что рост устойчивости наблюдается в тех гибридных комбинациях, где в роли отцовского компонента выступает линия 1268. На основании этого мы можем предположить, что в данной форме присутствует ген устойчивости. Данное предположение требует привлечения молекулярной диагностики, которая будет проведена в дальнейших исследованиях.

На естественном фоне в селекционном севообороте изучали хозяйственно ценные признаки (таблица 1) новых выделившихся гибридов. В качестве стандарта по комплексу хозяйственно ценных признаков были взяты гибриды иностранной селекции – Маэстро F₁ (Vilmorin) и Найджел F₁ (Bejo).

Данные сортообразцы по сравнению со стандартами обладают высокой товарностью – от 85 до 87 %, урожайностью – от 31,7 до 35,5 т/га, средней массой корнеплодов – 185–202 г.

При расчете НСР выявлено существенное различие между урожайностью и товарностью – 4,66. При сравнении массы и длины корнеплода существенных различий не выявлено – 38,7.

Комбинации 22×1268, МС 1-1×1268 и К45 ×1268 имеют прямостоячую листовую розетку, выровнены по форме и величине головки корнеплодов.

При создании новых гибридов необходимо учитывать товарный выход маточников (корнеплодов) после семи месяцев хранения, так как это необходимо для дальнейшей работы по гибридизации (таблица 2).

Таблица 1 – Хозяйственно ценные признаки гибридных комбинаций образцов на естественном фоне (2014–2019 гг.)

Образец	Урожайность, т/га	Товарность, %	Масса корнеплода, г	Длина корнеплода, см
Маэстро F ₁ (St.)	23,0	79	120	22
Найджел F ₁ (St.)	28,5	80	150	16
K45×225B	33,7	83	175	17
№ 45×225B	42,5	88	185	16
22×1268	31,7	86	187	20
K45×1238B	30,6	83	178	18
22×661B	30,0	80	179	17
МС 1-1 ×1268	35,2	87	185	18
K45×1268	35,1	85	202	18
НСР _{0,05}	4,66		38,7	

Таблица 2 – Товарный выход маточников (корнеплодов) моркови столовой после семи месяцев хранения с трех фонов (среднее за 2014–2019 гг.)

Образец	Выход товарных корнеплодов (маточников) после хранения, по фонам, %		
	<i>Alternaria radicina</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	Естественный фон (производственный посев)
22×661 B	65	60	80
K45×225B	62	75	85
№ 45×225B	65	70	80
МС 1-1×1268	70	65	85
22×1268	75	75	95
K45×1268	75	70	95
K 45×1238B	60	65	80
1238 B	60	60	75
22	75	65	80
K45	80	75	90
МС 1-1	75	70	75
225B	60	50	80
1268	60	65	85
661 B	70	50	75
№ 45	80	75	80
НСР _{0,05}	9,3		

В результате иммунологического изучения семи гибридных комбинаций и восьми родительских форм селекции ВНИИО выявлено, что с естественного фона выход маточников (корнеплодов) после хранения на 30 % больше, чем с искусственных инфекционных фонов. Это связано с тем, что на искусственных инфекционных фонах при посеве семян вносятся почвенные изучаемые патогены *Alternaria radicina* и *Fusarium oxysporum* для более точной селекционно иммунологической оценки корнеплодов.

Изучаемые комбинации имеют выход корнеплодов (маточников) после семи месяцев хранения с искусственных инфекционных фонов: *A. radicina* – от 70 до 75 %, *F. oxysporum* – от 65 до 75 %. Тем не менее, доля пораженных корнеплодов комплексом патогенов с трех фонов при хранении варьировала по годам, но не превышала 15 %.

Выводы

В ходе многолетнего разностороннего исследования устойчивости и влияния фактора агроклиматического года выявлены относительно устойчивые гибридные комбинации: МС 1-1×1268, 22×1268, K45×1268.

Данные образцы имеют выход товарных корнеплодов после семи месяцев хранения от 75 % до 95 %. Также выявлена высокая сохраняемость маточников (корнеплодов) – от 85 % до 87 %. После некоторых уточнений данные комбинации планируется передать на испытание для дальнейшего включения в Государственный реестр селекционных достижений.

Литература

1. Соколова Л. М., Бухаров А. Ф., Иванова М. И. Применение последовательных отборов при селекции моркови столовой на устойчивость к *Fusarium sp.* и *Alternaria sp.* // Аграрная наука. 2020. № 6. С. 78–83. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-339-6-78-83.
2. Гетерозис в овощеводстве // Под ред. Голомыслова Ф. С. Л.: Колос, 1968. 304 с.
3. Федорова М. И., Степанов В. А. Корнеплоды, направление селекции, результаты // Овощи России 2017. № 4. С. 16–22. DOI: 10.18619/2072-9146-2017-4-16-22.
4. Федорова М. И., Степанов В. А. Методы селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений. М.: б/и, 2003. 283 с.
5. Соколова Л. М. Система селекционно-иммунологических методов создания сортов и гибридов моркови столовой с групповой устойчивостью к *Alternaria sp.* и *Fusarium sp.* с комплексом хозяйственно ценных признаков. Дисс. ... д. с.–х. н. М: Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», 2021. 323 с.
6. Назаров П. А., Балеев Д. Н., Иванова М. И., Соколова Л. М., Каракозова М. В. Инфекционные болезни растений: этиология, современное состояние, проблемы и перспективы защиты растений // Acta Naturae (русскоязычная версия). 2020. Т 2. № 3(46). С. 46–59. DOI: 10.32607/actanaturae.11026.
7. Farrar J. J., Pryor B. M., Davis R. M. *Alternaria* diseases of carrot // Plant Dis. 2004. No. 88. P. 776–784. DOI: 10.1094/PDIS.2004.88.8.776.
8. Ахатов А. К., Ганнибал Ф. Б., Мешков Ю. И., Джалилов Ф. С., Чижов В. Н., Игнатов А. Н., Полищук В. П., Шевченко Т. П., Борисов Б. А., Стройков Ю. М., Белошапкина О. О. Болезни и вредители овощных культур и картофеля. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 463 с.
9. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве // Под ред. Белика В. Ф. М.: Агропромиздат, 1992. С. 319.
10. Соколова Л. М. Система комплексного применения селекционно – иммунологических методов для создания сортов и гибридов моркови столовой с групповой устойчивостью к *Alternaria sp.* и *Fusarium sp.* Методические рекомендации. М.: б/и, 2022. 56 с.
11. Abe H. [et al.] Annual report of the society of plant protection of North Japan. 1997. No. 48. P. 106–108.
12. Монахос Г.Ф., Джалилов Ф. С., Монахос С. Г. Оценка устойчивости капустных растений к киле (возбудитель *Plasmidiophora brassicae* Wor.): учебно-методическое пособие. М.: РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. С. 24.
13. Леунов В. И. Столовые корнеплоды в России. М.: ЛитРес, 2011. 272 с.

References

1. Sokolova L. M., Bukharov A. F., Ivanova M. I. Application of sequential selections in the selection of table carrots for resistance to *Fusarium sp.* and *Alternaria sp.* // Agrarian Science. 2020. No. 6. P. 78–83. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-339-6-78-83.
2. Heterosis in vegetable growing // Ed. by Golomysova F.S. Leningrad: Kolos, 1968. 304 p.
3. Fedorova M. I., Stepanov V. A. Root vegetables, breeding trends, results // Vegetable Crops of Russia. 2017. No. 4. P. 16–22. DOI: 10.18619/2072-9146-2017-4-16-22.
4. Fedorova M. I., Stepanov V. A. Methods of breeding and seed production of vegetable root crops. Moscow: no publ., 2003. 283 p.
5. Sokolova L. M. System of selection and immunological methods for creating varieties and hybrids of table carrots with group resistance to *Alternaria sp.* and *Fusarium sp.* with a complex of economically valuable signs. Diss ... Dr. Sc. (Agr.). Moscow: All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – branch of the Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, 2021. 323 p.
6. Nazarov P. A., Baleev D. N., Ivanova M. I., Sokolova L. M., Karakozova M. V. Infectious plant diseases: etiology, current status, problems and prospects of plant protection // Acta Naturae (Russian version). 2020. Vol. 2. No. 3(46). P. 46–59. DOI: 10.32607/actanaturae.11026.
7. Farrar J. J., Pryor B. M., Davis R. M. *Alternaria* diseases of carrot // Plant Dis. 2004. No. 88. P. 776–784. DOI: 10.1094/PDIS.2004.88.8.776.

8. Akhatov A. K., Hannibal F. B., Meshkov Yu. I., Jalilov F. S., Chizhov V. N., Ignatov A. N., Polishchuk V. P., Shevchenko T. P., Borisov B. A., Stroikov Yu. M., Beloshapkina O. O. Diseases and pests of vegetable crops and potatoes. Moscow: Association of Scientific Publications KMK, 2013. 463 p.
9. Methodology of experimental work in vegetable growing and melon growing // Ed. by Belik V. F. Moscow: Agropromizdat, 1992. 319 p.
10. Sokolova L. M. System of complex application of selection and immunological methods for the creation of varieties and hybrids of table carrots with group resistance to *Alternaria sp.* and *Fusarium sp.* Methodological recommendations. Moscow: no publ., 2022. 56 p.
11. Abe H. [et al.] Annual report of the society of plant protection of North Japan. 1997. No. 48. P. 106–108.
12. Monakhos G. F., Jalilov F. S., Monakhos S. G. Assessment of the resistance of cabbage plants to keel (pathogen *Plasmidiophora brassicae* Wor.): manual. Moscow: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy Publ., 2009. P. 24.
13. Leunov V. I. Table root crops in Russia. Moscow: LitRes, 2011. 272 p.

UDC 633.432; 632.3.01/08

Sokolova L. M.

CREATION OF PROMISING HETEROISIS HYBRIDS OF TABLE CARROT

Summary: *Table or cultivated carrots (*D. carota L. subsp. sativus* (Hoffm.) Arcang.) ($2n=2x=18$) are among the ten most produced vegetable crops in the world. When creating hybrids of table carrots, special attention should be paid to the resistance to the complex of the most harmful pathogens of the genera *Alternaria* and *Fusarium*. Heterosis breeding in vegetable and melon crops is a progressive direction – it is possible to significantly increase productivity and improve product quality. Among vegetable crops, carrot is the least studied one in the context of heterosis. Crossing within a variety (intra-varietal) does not give a significant heterotic effect on productivity, but hybrids obtained in this way are characterized by uniformity and high fruit quality. The purpose of the research was to create resistant to *Fusarium oxysporum*, *Alternaria radicina* and *Alternaria dauci* competitive heterotic F1 hybrids of table carrot based on a complex of selection and immunological methods. The research has been carrying out in the All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – branch of the Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production since 2007 to date according to generally accepted methods. The article presents the results of the research from 2011 to 2019. As a result of a long-term comprehensive study of stability and influence of the agro-climatic factor of the year, relatively resistant hybrid combinations were identified: MS 1-1 × 1268, 22 × 1268, K45 × 1268. These samples have good preservation quality: 75%–95% after seven months of storage. The high preservation quality of mother plants (carrots itself) was also revealed – from 85 % to 87 %. After some refinements, these combinations are planned to be registered in the State Register of Breeding Achievements.*

Keywords: *Daucus carota L. subsp. sativus* (Hoffm.) Arcang., heterosis, breeding, *Fusarium*, *Alternaria*, lines, hybrids.

Соколова Любовь Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»; 140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500; e-mail: lsokolova74@mail.ru.

Sokolova Lyubov Mikhailovna, Dr. Sc. (Agr.), leading researcher of the Department of breeding and seed production, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – branch of the Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production; build. 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia; e-mail: lsokolova74@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 10.04.2023.

Дата принятия к печати – 13.06.2023