

УДК 635.132: (632.4+632.488)

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗОЛЯТОВ pp. *ALTERNARIA* И *FUSARIUM*, ВЫДЕЛЕННЫХ С МОРКОВИ СТОЛОВОЙ ИЗ РАЗНЫХ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОН

Соколова Л.М. – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник группы
ы корнеплодных культур центра селекции и семеноводства

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства»
140153, Россия, Московская обл., Раменский р-н, д. Верея, стр. 500
E-mail: Isokolova74@mail.ru

Отбор пораженного материала для исследований проводили на опытных посевах моркови столовой ФГБНУ ВНИИО (Московская обл.), Воронежской ООС (Воронежская обл.), Бирючуктской ООС (Ростовская обл.), Израиля. В качестве объектов исследования использованы растения первого года жизни (корнеплоды). Из литературных источников известно множество различных методов и способов искусственного заражения растений возбудителями грибных заболеваний, которые позволяют контролировать устойчивость генотипов моркови в различные фазы развития растения. Одним из путей, обеспечивающих целенаправленное ведение селекции на устойчивость, является выделение изолятов возбудителей болезней, метод ускоренной оценки на основе определения агрессивности новых штаммов и применение их в селекционной работе. В данной статье представлен метод инокуляции дисков-вырезов корнеплодов. Большое преимущество тестируемого метода – его оперативность, результаты можно получить уже через 2 недели от момента заражения. В результате проведенной работы по выделению грибов с растений моркови столовой в чистую культуру создана коллекция штаммов: *Alternaria radicina* и *Fusarium avenaceum*. Дана характеристика и морфология колоний изолятов pp. *Alternaria* и *Fusarium*, выделенных из моркови столовой из разных эколого-географических зон. Выявлены наиболее агрессивные изоляты из следующих эколого-географических зон: *Alternaria* – Московская и Ростовская области, *Fusarium* – Воронежская и Московская области. Данные изоляты будут использоваться в качестве стандартов агрессивности при испытании вновь выделенных штаммов и в качестве инокулята при проведении иммунологических экспериментов в селекции моркови столовой на устойчивость к фузариозу и альтернариозу.

Ключевые слова: морковь столовая, корнеплод, патоген, изолят, *Alternaria*, *Fusarium*, морфологическая характеристика, патогенность.

Введение

Во многих регионах РФ и странах ближнего зарубежья отмечено усиление вредоносности болезней моркови, вызванных грибами pp. *Fusarium* и *Alternaria*. В зависимости от погодных условий и фитосанитарного состояния посевов распространённость болезней может достигать 70-80%, а урожайность корнеплодов снижается на 35-50% [2, 11].

Около 10 видов р. *Alternaria* являются возбудителями наиболее

вредоносных заболеваний, значительно отличающимися по патогенности, степени специализации, вредоносности, чувствительности к фунгицидам и т.д. Основные проблемы мониторинга альтернариозов в нашей стране связаны с отсутствием современных определителей, слабым использованием микроскопии и молекулярных методов для идентификации патогенов [6].

Alternaria radicina является одним из самых вредоносных возбудителей на моркови столовой в период

хранения [20]. Потери урожая могут достигать 40-99% [24, 18]. Первый анализ генетики устойчивости моркови столовой к данному заболеванию описан Le Clerc V. и др. 2009 [22]. Полевой и тепличный скрининги с использованием шкалы болезни являются рутинной процедурой для выявления устойчивых генотипов [23, 21]. Они широко используются селекционерами. Тем не менее, этот метод требует больших затрат времени, дорогой и может зависеть от неконтролируемых

условий окружающей среды. Кроме того, когда речь идет об оценке развития симптомов, трудно провести различие между классами фенотипа, которые имеют промежуточные уровни устойчивости к *Alternaria* [19].

Род *Fusarium* включает в себя ряд видов, являющихся причинами различных заболеваний на ряде сельскохозяйственно значимых культур, таких как злаковые, овощные и др. Одними из важных в этом плане видов являются *F. oxysporum* (Fo), *F. avenaceum* (Fa) и *F. roae* (Fp). Наиболее распространенными являются грибы вида *F. oxysporum*, вызывающие болезни увядания и поражающие сосудистую систему растений [17]. *F. avenaceum* – широко распространенный вид, который может существовать, в том числе, как сапрофит. *F. roae* относится к секции *Sporotrichiella* Wollenw [5, 10].

В современной селекции большое внимание уделяется проблеме повышения устойчивости сортов и гибридов к возбудителям наиболее вредоносных болезней и их комплексу [3]. Успех селекционного процесса по признаку болезнеустойчивости в большой мере зависит от эффективности методов оценки и отбора исходного материала [7].

Поражение растений вредными организмами происходит на всех этапах их роста и развития, поэтому особое значение имеет своевременное выявление первых признаков заболевания, их правильная диагностика [1].

Из литературных источников известно множество различных методов и способов искусственного заражения растений возбудителями грибных заболеваний, которые позволяют контролировать устойчивость генотипов моркови в различные фазы развития растения [4, 9].

Одним из путей, обеспечивающих целенаправленное ведение



селекции на устойчивость, является выделение местных изолятов возбудителей болезней, метод ускоренной оценки на основе определения агрессивности новых штаммов и применение их в селекционной работе [8].

Экспериментальная часть

В 2014 году в ФГБНУ ВНИИО проведена работа по выделению в чистую культуру грибов рр. *Alternaria radicina* и *Fusarium avenaceum* из разных эколого-географических зон – Ростовской, Воронежской, Московской областей и Израиля.

Опыт по определению агрессивности выделенных изолятов был заложен 18 марта 2015 года в лабораторных условиях. Температуру в боксе поддерживали от 20°C до 22°C. В качестве тестеров взяли 5 образцов моркови столовой: 690 В – средневосприимчивая линия; 805 – восприимчивая линия; 1238 В – средневосприимчивая линия; 536 – восприимчивая линия; Леандр – слабовосприимчивый сорт.

Метод выделения в чистую культуру

Выделение грибов производили из пораженных корнеплодов моркови столовой методом влажной

камеры [15, 14]. Пораженные корнеплоды отмывали от почвенных частиц, затем скальпелем делали вырезку больной ткани и закладывали в целлофановый пакет с мокрой ватой. Через два дня смотрели под микроскопом, что проявилось и делали пересев на питательную среду.

Также можно использовать и **метод раскладки пораженного материала в чашки Петри**. Исследуемый материал предварительно отмывали от почвенных частиц и проводили его поверхностную стерилизацию для освобождения от эпифитной микобиоты. На границе пораженной и здоровой ткани стерильным скальпелем отрезали небольшие кусочки и раскладывали в приготовленные чашки Петри. Через 2-3 суток появившийся грибной налет просматривали под световым микроскопом при увеличении 16x40. Изоляты, необходимые для последующей работы, пересевали на питательные среды для выделения в чистую культуру. Для культивирования грибов использовали агаризованную питательную среду Чапека.

При выделении грибных организмов в чистые культуры наблюдали рост контаминирующих бактерий и мукоровых грибов, для подавления

роста которых использовали питательную среду с добавлением антибиотика. В наших исследованиях мы использовали наиболее доступный антибиотик «Гентамицин», который добавляли в концентрации 1 г/л питательной среды [12].

Метод закладки опыта выделенных штаммов *Alternaria* и *Fusarium* на дисках-вырезках корнеплодов моркови столовой.

Корнеплоды образцов-тестеров

отмывали в дистиллированной воде. Стерилизацию корнеплодов проводили в стеклянной посуде с добавлением в дистиллированную воду 0,1% $KMnO_4$, экспозиция 10 мин, затем промывали в дистиллированной воде. Далее производили нарезку дисков, отступая от кончика 2 см. Толщина диска составляла 0,5 мм. Диски помещали в кювету с заранее увлажненной дистиллированной водой фильтровальной

бумагой. В середину диска помещали кусочек мицелия 2x2 мм. Возраст культуры грибов от 10 до 15 суток [9]. Кюветы помещали в бокс с температурой от 20 до 25°C.


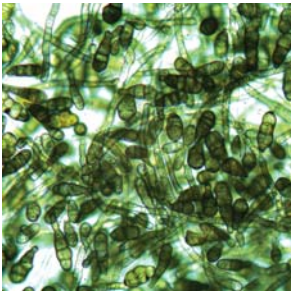
Учеты проводили на 5-е, 10-е, 15-е сутки после закладки.

Шкала учета развития болезни на дисках моркови столовой:



0 баллов – признаков поражения нет;

1 балл – поражение не выходит за

1. Характеристики колоний изолятов р. *Alternaria radicina*, выделенных с моркови столовой из Московской области

Признак	Московская область	
Размер колоний	7-12 мм	
Цвет колоний	Черный с тёмно-серым оттенком и обильным образованием мицелия	
Край колоний	Ровный	
Поверхность колонии	Ровная, слегка пушистая	
Профиль колонии	Плоский	
Структура колонии	Неоднородная	
Пигмент	Черно-серый	
Образование конидий	Обильное	
Форма колонии	Округло-цилиндрические	
Число перегородок у конидии	От 2 до 4	

2. Характеристики колоний изолятов р. *Alternaria radicina*, выделенных с моркови столовой из Ростовской области

Признак	Ростовская область	
Размер колоний	7-10 мм	
Цвет колоний	Темно-серый со средним образованием мицелия	
Край колоний	Неровный	
Поверхность колонии	Ровная, войлочная	
Профиль колонии	Плоский	
Структура колонии	Неоднородная	
Пигмент	Серо-черный	
Образование конидий	Среднее	
Форма колонии	Округлые	
Число перегородок у конидии	От 2 до 3	

контуров источника инфекции, появляется слабовыраженное пятно и незначительное разрастание мицелия;

2 балла – зона поражения в 2 раза превышает контур нанесенной инфекции;

3 балла – зона поражения увеличивается в 3 раза, возникает углубленная язва, с разрастанием мицелия от слабого до обильного;

4 балла – зона поражения в 4 раза и

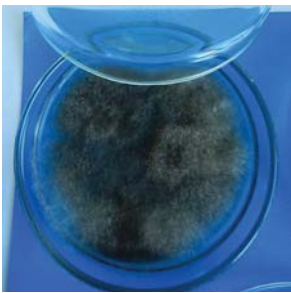
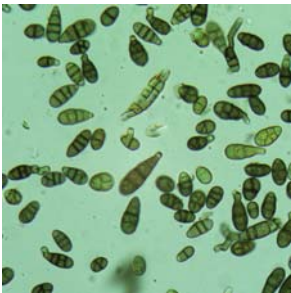
более превышает зону инфекционного пятна, часто покрывает всю поверхность диска, язва глубокая, мицелий обильный.

Метод инокуляции дисков-вырезов с последующей инкубацией их в регулируемых условиях параллельно с оценкой устойчивости позволяет осуществлять первый этап селекции – отбор устойчивых биотипов среди неоднородных по этому признаку популяций за счет

сохранения головок корнеплодов посредством взятия проб из срединной части, ближе к основанию, на расстоянии 3-5 см от кончика. Доза инфекционной нагрузки 2×10^5 спор в 1 мл [3].

Большое преимущество метода (диски) – это его оперативность. Результаты испытания можно получить уже через 2 недели от момента заражения. Метод дает хорошие результаты, но не достаточно пол-

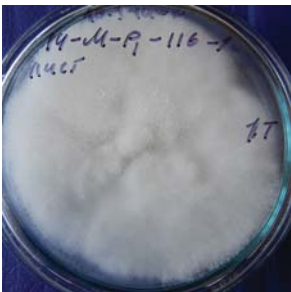

3. Характеристики колоний изолятов р. *Alternaria radicina*, выделенных с моркови столовой из Ростовской области

Признак	Израиль	
Размер колоний	10-12 мм	
Цвет колоний	Черный с обильным образованием мицелия	
Край колоний	Неровный	
Поверхность колонии	Ровная, пушистая	
Профиль колонии	Плоский	
Структура колонии	Однородная	
Пигмент	Черный	
Образование конидий	Обильное	
Форма колонии	Округлые и цилиндрические	
Число перегородок у конидии	От 2 до 7	

4. Поражаемость дисков-вырезов корнеплодов моркови столовой изолятами *Alternaria radicina* из разных эколого-географических зон, балл

Линия, сорт	Устойчивость	Эколого-географическая зона	Поражаемость за 3 учета
690В	Средневосприимчив	Израиль	0,3
		Ростовская область	0,8
		Московская область	1,1
805В	Восприимчив	Израиль	0,3
		Ростовская область	0,6
		Московская область	0,8
Леандр	Слабовосприимчив	Израиль	0,3
		Ростовская область	0,8
		Московская область	1,1
1238В	Средневосприимчив	Израиль	0,3
		Ростовская область	1,0
		Московская область	1,1
536В	Восприимчив	Израиль	0,3
		Ростовская область	0,9
		Московская область	1,1

5. Характеристики колоний изолятов р. *Fusarium avenaceum*, выделенных с моркови столовой из Московской области

Признак	Московская область	
Размер колоний	12-15 мм	
Цвет колоний	Белый, пушистый, ватообразный, плотный	
Край колоний	Ровный	
Поверхность колонии	Слегка складчатая	
Профиль колонии	Плоский	
Структура колонии	Однородная	
БелыйОбразование конидий	Обильное	
Пигмент	Белый	
Форма колонии	Серповидная	
Число перегородок у конидии	6	

6. Характеристики колоний изолятов р. *Fusarium avenaceum*, выделенных с моркови столовой из Ростовской области

Признак	Ростовская область	
Размер колоний	5-10 мм	
Цвет колоний	Белый, войлочный, неплотный	
Край колоний	Неровный	
Поверхность колонии	Средне складчатая	
Профиль колонии	Плоский	
Структура колонии	Средне однородная	
Пигмент	Белый	
Образование конидий	Обильное	
Форма колонии	Овально-серповидная	
Число перегородок у конидии	4	

ные. Не удаётся обнаружить устойчивость, связанную с морфо-анатомическими особенностями, поскольку инокулюм вносят внутрь органа или в ткань, минуя либо разрушая те преграды, которые могли предотвратить заражение [13]. Но при использовании этого метода можно осуществить первый этап селекции – отбор устойчивых биотипов среди неоднородной по этому признаку растительной

популяции за счёт сохранения головок корнеплода. Данный метод имеет смысл использовать также для первичного тестирования агрессивности вновь выделенных изолятов возбудителей и контроля уровня агрессивности «старых» многократно пересеваемых на искусственной среде изолятов.

Результаты исследований

Размер колоний у изолята *Alternaria radicina* из Московской области соста-

вил 7-12 мм, из Ростовской – 7-10 мм, из Израиля – 10-12 мм. Изолят из Московской области характеризовался обильным образованием мицелия; колонии черные с темно-серым оттенком, край ровный, структура неоднородная, форма округло-цилиндрическая; число перегородок 2-4. У изолята из Израиля цвет колоний черный с обильным образованием мицелия; край неровный, структура однородная, форма округлая и цилиндрическая;

7. Характеристики колоний изолятов р. *Fusarium avenaceum*, выделенных с моркови столовой из Воронежской области

Признак	Воронежская область	
Размер колоний	8-10 мм	
Цвет колоний	Белый, слегка пушистый	
Край колоний	Неровный рваный	
Поверхность колонии	Мало разросшаяся	
Профиль колонии	Плоский	
Структура колонии	Неоднородная	
Пигмент	Белый	
Образование конидий	Среднее	
Форма колонии	Цилиндрическая	
Число перегородок у конидии	3	

8. Поражаемость дисков-вырезов корнеплодов моркови столовой изолятами *Fusarium avenaceum* из разных эколого-географических зон, балл

Линия, сорт	Устойчивость	Эколого-географическая зона	Поражаемость за 3 учета
690В	Средневосприимчив	Ростовская область	1,0
		Московская область	2,1
		Воронежская область	3,3
805В	Восприимчив	Ростовская область	0,5
		Московская область	1,2
		Воронежская область	1,9
Леандр	Слабовосприимчив	Ростовская область	0,7
		Московская область	1,6
		Воронежская область	2,3
1238В	Средневосприимчив	Ростовская область	1,5
		Московская область	2,5
		Воронежская область	2,8
536В	Восприимчив	Ростовская область	0,5
		Московская область	1,8
		Воронежская область	2,1

число перегородок 2-3. Изоляту из Ростовской области присуще среднее образование мицелия; цвет колонии темно-серый, поверхность войлочная, форма округлая; число перегородок 2-7 (табл. 1-3). На рис. 1 показаны макро- и микрофотографии изученных изолятов.

Баллы поражения *Alternaria radicina* после искусственного заражения дисков корнеплодов за 3 учета варьировали от 0,8 до 1,1 (из

Московской области), 0,3 (из Израиля), от 0,6 до 1,0 (из Ростовской области). В среднем агрессивность изолятов на изученных 5 образцах моркови столовой составляет следующий ряд в порядке убывания: Московская область (1,04 балла) > Ростовская область (0,82 балла) > Израиль (0,3 балла) (табл. 4).

Структура мицелия у выделенных изолятов *Fusarium avenaceum* из

Ростовской области был белым войлочным, а из Московской области белым пушистым. Наибольший размер у изолята из Московской области (12-15 мм). Форма колонии у изолята из Московской области серповидная, из Ростовской – овально-серповидная, из Воронежской – цилиндрическая. Число перегородок варьировала от 3 (из Воронежской области) до 6 (из Московской области) (табл. 5-7).

Наиболее агрессивными были изоляты *Fusarium avenaceum*, выделенные из растений моркови столовой, полученных из Воронежской и Московской областей. Баллы поражения *Fusarium* после искусственного заражения дисков корнеплодов варьировали от 1,6 до 2,5 (из Московской области), от 1,2 до 3,3 (из Воронежской области), от 0,5 до 1,0 (из Ростовской области). В среднем агрессивность изолятов на изученных 5 образцах моркови столовой составляет следующий ряд в порядке убывания: Воронежская область (2,48 балла) > Московская область (1,84 балла) > Ростовская область (0,84 балла) (табл. 8).

Выводы

В результате проведенной работы по выделению грибов с растений моркови столовой (листовая пластина растений 1 года жизни) в чистую культуру создана коллекция штаммов: рр. *Fusarium* и *Alternaria*.

Даны характеристики изолятов рр. *Alternaria radicina* и *Fusarium avenaceum*, выделенных с моркови столовой из разных эколого-географических зон.

Выявлены следующие группы изолятов по агрессивности: слабоагрессивный изолят *Alternaria* из Ростовской области - 0,82 балла;



Поражение дисков корнеплодов моркови столовой на момент третьего учета рр. *Alternaria radicina* и *Fusarium avenaceum*.

Литература

1. Алексеева К.Л., Иванова М.И. Болезни зеленных овощных культур (диагностика, профилактика, защита). - М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. - 188 с.
2. Ахатов А.К., Ганнибал Ф.Б., Мешков Ю.И., Джалилов Ф.С., Чижов В.И., 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 / Москва, Товарищество научных изданий КМК, 2013. - С.463.
3. Власова Э.А., Федоренко Е.И. Методы оценки исходного и селекционного материала моркови на устойчивость к болезням // Науч.-тех. бюл. ВИР. - М., 1986. - Т.161. - С. 28-34.
4. Власова Э.А., Федоренко Е.И. Анализ патогенности микрофлоры моркови и устойчивости генофонда к основным болезням // Труды по прикл. бот., ген. и сел. - Л.ВИР, 1986. - С. 102.
5. Гагкаева Т.А., Гаврилова О.П., Левитин М.М., Новожилов К.В. Фузариоз зерновых культур // Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 2011. - № 5. - 112 с.
6. Ганнибал Ф.Б., Орина А.С., Левитин М.М. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России // Защита и карантин растений, 2010. - № 5. - С. 30-32.

7. Иванюк В.Т., Нефедова Л.Г., Свиридова А.В. Методы и результаты оценки моркови на устойчивость к сухим гнилям // Бюлл. ВАСХНИЛ, Л.;ВИР. - 1989. - Т.192. - С.42-45.
8. Леунов В.И., Ховрин А.Н., Терешонкова Т.А., Соколова Л.М., Горшкова Н.С., Алексеева К.Л. Методы ускоренной селекции моркови столовой на комплексную устойчивость к грибным болезням (*Alternaria* и *Fusarium*) / Методические рекомендации / Ответственный за выпуск И.И. Тарасенков. Москва Россельхозакадемия. ГНУ ВНИИО. - 2011. - 61с.
9. Першина Г.Ф., Тимина Л.Т. Оценка устойчивости моркови к сухой фузариозной гнили // Научно техн. бюл. ВИР, Л., 1989. - Т.192. - С.46-49.
10. Семенов А.Н., Дивашук М.Г., Баженов М.С., Карлов Г.И., Леунов В.И., Ховрин А.Н., Егорова А.А., Соколова Л.М., Терешонкова Т.А., Алексеева К.Л., Леунова В.М. Сравнительный анализ полиморфизма микросателлитных маркеров у ряда видов рода *Fusarium* // Известия Тимирязевский сельскохозяйственной академии. - 2016. - №1. - С.40-50.
11. Соколова Л.М., Леунов В.И. Болезни столовой моркови в период хранения и защита от них // Вестник овощеводства, 2010. - №4. - С.25-28.

среднеагрессивный из Московской области – 1,04 балла.

По *Fusarium* – среднеагрессивный изолят из Московской области – 1,84 балла; сильноагрессивный из Воронежской области – 2,48 балла.

Данные изоляты будут использоваться в качестве стандартов агрессивности, при испытании вновь выделенных штаммов и в качестве инокулюма при проведении иммунологических экспериментов в

селекции моркови столовой на устойчивость к фузариозу.

Наши исследования подтверждают данные А.Е. Чумакова [16], что при изучении фитопатогенных грибов необходимо стремиться к тому, чтобы инфекционный материал по своему качественному составу как можно полнее соответствовал разнообразию популяции патогенов данного агроклиматического района.



CHARACTERIZATION OF ISOLATES OF ALTERNARIA AND FUSARIUM FOUND IN CARROT FROM DIFFERENT ECOLOGICAL AND GEOGRAPHIC ZONES

Sokolova L.M.

Federal State Budgetary Scientific Research Institution "All-Russian Research Institute of Vegetable Growing" 140153, Russia, Moscow region, Ramenskoye district, Vereya, 500 E-mail: Isokolova74@mail.ru

Summary

Selection of infected material for research was carried out in experimental carrot plots at GNU VNIIO (Moscow region), Voronezh OOS (Voronezh oblast), Baraccudas OOS (Rostov region) and Israel. The first year plants of carrot, the roots, were used for the study. There are many scientific papers cited where many different methods of artificial infection of plants with fungal disease pathogens were given to control the stability of carrot genotypes in various phases of plant development. One of the ways to lead the purposed breeding program for resistance is the extraction of pathogens isolates and the method of fast assessment on the basis of determining the aggressiveness of new strains and their use in breeding work. This article presents a method of inoculation of cut-discs of root. A great advantage of the method is in its efficiency and the current results can be obtained within 2 weeks from the moment of infection. As a result, the work on the isolation of fungi from carrot plants, the pure culture collection of strains: *Alternaria radicina* and *Fusarium avenaceum* was obtained. The characteristics and morphology description of colonies of isolates of RR. *Alternaria* and *Fusarium* found in carrot plants taken from different ecological and geographical zones were given. The most aggressive isolates of the following ecological and geographical zones as *Alternaria* at Moscow and Rostov regions, *Fusarium* at Voronezh and Moscow regions were revealed. These isolates will be used as standards of aggressiveness for the test of newly isolated strains regarded as inoculum to conduct immunological experiments in carrot breeding for resistance to *Fusarium* and *Alternaria*.

Keywords: garden carrot, root crop, the pathogen, isolate, *Alternaria*, *Fusarium*, morphological characteristics, pathogenicity.

12. Соколова Л.М., Егорова А.А., Терешонкова Т.А. Алексеева К.Л. Ускоренный метод выделения в чистую культуру и характеристика грибов р. *Fusarium*, поражающих морковь столовую // Селекция и семеноводство овощных культур, 2014. – №45. – С.496-501.
 13. Соколова Л.М. Создание исходного материала столовой моркови для селекции на устойчивость к *Alternaria radicina* M. DR. et E, *Fusarium avenaceum* Link. ex ER: дисс... к. с. – х. наук / ВНИИ овощеводства. Верей, 2010. – 171 с.
 14. Тимин Н.И., Двоенко И.Т., Жевора С.В., Тимина Л.Т., Шмыкова Н.А./ Межвидовая гибридизация моркови рода *Daucus* L. ВНИИССОК. М., 2007. – 54 с.
 15. Хохряков М.К., Потлайчук В.И., Семенов А.Я., Элбакян М.А. Определитель болезней сельскохозяйственных культур. Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1984. С.304.
 16. Чумаков А.Е., Минкевич И.И., Власов Ю.И., Гаврилова Е.А. // Основные методы фитопатологических исследований. М., Колос, 1974. – С. 191.
 17. Beckman C.H. The Nature of Wilt Diseases of Plants // St Paul MN: American Phytopathological Society Press. 1987.
 18. Ben-Noon E, Shtienberg D, Shlevin E, Vintal H, Dinooor A Optimization of chemical suppression of *Alternaria dauci*, the causal agent of alternaria leaf blight in carrots // Plant Disease, 2001.

19. Cadot V, Boulineau F, Guynard M, Olivier V, Molinero-Demilly V. Setting up a resistance test to *Alternaria dauci* of carrot by inoculation in the open field, as part of registering varieties in the National French Catalogue of Vegetable Species. In: I Vime Rencontres de Phytopathologie / Mycologie, Journées J. Chevaugéon, Aussois, France. 2002.
 20. Farrar JJ, Pryor BM, Davis RM, *Alternaria* diseases of carrot // Plant Disease 2004.
 21. Gugino BK, Carroll JE, Widmer TL, Chen P, Abawi GS., Field evaluation of carrot cultivars for susceptibility to fungal leaf blight diseases in New York. Crop Protection. 2007.
 22. Le Clerc V, Pawelec A, Birolleau-Touchard C, Suel A, Briard M, Genetic architecture of factors underlying partial resistance to *Alternaria* leaf blight in carrot. Theoretical and Applied Genetics. 2009.
 23. Pawelec A, Dubourg C, Briard M, Evaluation of carrot resistance to *Alternaria* leaf blight in controlled environments. Plant Pathology. 2006.
 24. Vintal H, Ben-Noon E, Shlevin E, Yermiyahu U, Shtienberg D, Dinooor A, Influence of rate of soil fertilization on *Alternaria* leaf blight (*Alternaria dauci*) in carrots. Phytoparasitica. 1999.