На правах рукописи

**СОКОЛОВА ЛЮБОВЬ МИХАЙЛОВНА**

УДК 635-152:635.132:632.9

# СИСТЕМА СЕЛЕКЦИОННО – ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ С ГРУППОВОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К *ALTERNARIA SP.* И *FUSARIUM* SP. С КОМПЛЕКСОМ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

Специальность: 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

**Москва – 2020**

Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте овощеводства – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» в 2011-2019 годах.

**Научный консультант**:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
профессор кафедры овощеводства РГАУ-МСХА
имени К. А. Тимирязева **Леунов Владимир Иванович**

**Официальные оппоненты**:
доктор сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
Центра генофонда и биоресурсов растений
ФГБНУ ВСТИСП **Бохан Александр Иванович**

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры агрохимии,
защита растений и химии им. А.С. Гузея
ФГБОУ ВО «Российский государственный
Аграрный заочный университет» **Бухарова Альмира Рахметовна**

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры агрономии,
селекции и семеноводства
ФГБОУ ВО «Брянский государственный
аграрный университет» **Сычев Сергей Михайлович**

**Ведущая организация**:
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»

Защита состоится на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 220.019.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» ФГБНУ ФНЦО по адресу 143080, Московская область, Одинцовский район, п/о Лесной городок, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14

Факс 8 (495)599-22-77

E-mail: vniissok@mail.ru;
aspirantura@ vniissok.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ ФНЦО и на сайте: www.vniissok.ru

Автореферат разослан
Ученый секретарь совета по защите
докторских и кандидатских
диссертаций Д 220.019.02
доктор с.-х. наук, ст.н.с. Бондарева Людмила Леонидовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы**. Морковь посевная - *Daucus carota* L. – главная овощная культура семейства сельдерейных (Apiaceae). Её широко возделывают в разных странах мира. Крупнейшие производители моркови в мире: Китай, Узбекистан, США, Украина, Польша и Великобритания. В Российской Федерации морковь занимает около 70000 га (Леунов, 2017).

Значительная пораженность моркови грибными болезнями составляет основную трудность в получении стабильно высоких урожаев, сохранении товарности и очень осложняет выращивание полноценных здоровых семян (Ben-Nun E., et al., 1998., Shlevin, Dinoor A., Shtienbetg D., 1998). Ежегодная потеря урожая моркови столовой в мире от этих болезней составляет более 40% (Hahn, 2014; Drenth and Guest, 2016). Ситуация усугубляется появлением резистентных изолятов фитопатогенов, что делает нецелесообразным регулярное использование фунгицидов (Nicot et al., 2016).

Самые распространенные и вредоносные болезни моркови столовой – альтернариоз и фузариоз. Поражение грибами рода *Alternaria* M. DR. et E приводит к отмиранию листьев на 70-80%, вследствие чего урожай корнеплодов снижается на 35-50% (Сазонова, Власова, 1990; Вахрушева, Власова, 1980). Гибель корнеплодов от альтернариоза во время хранения составляет от 30 до 60%, выпады семенников могут достигать 40% (Ореховская, 1981). Большое распространение в Нечерноземной зоне России получают болезни моркови, вызываемые грибами рода *Fusarium* LINK. EX ER. Частота их встречаемости составляет 67% (Першина, 1988; Власова, 1985; Федоренко, 1983). Зараженность семян фузариозом может достигать 21%, вследствие чего происходит снижение урожая на 36,6% (Жучаев, Гринберг, 1984). Поражение растений вредными организмами происходит на всех этапах их роста и развития, поэтому большое значение имеет своевременное выявление первых признаков заболевания, их правильная диагностика (Алексеева, Иванова, 2015). Один из важных этапов работы с возбудителями – мониторинг местной популяции, поддержание возбудителя в чистой культуре для создания инфекционных фонов (Терешонкова и др. 2009).

Химические меры борьбы с основными болезнями моркови часто малоэффективны и не экологичны. Применение сильнодействующих фунгицидов способствует ускоренному отбору наиболее агрессивных рас в популяции возбудителя и поэтому является неэффективным и вредным для окружающей среды (Burdon, 1993; Damalas, Eleftherohorinos, 2011; Lorenzini, Zapparoli, 2014).

В связи с этим возникает острая необходимость создания сортов и гибридов моркови с комплексной толерантностью к болезням. Они должны стать основой интегрированной защиты, что особенно важно в период применения новой технологии сельскохозяйственного производства (Czislowski et al., 2017).

Оценка сортов и гибридов на устойчивость к болезням – одно из звеньев селекции и государственного испытания на хозяйственную ценность. Оценку устойчивости сортообразцов на всех этапах селекционного процесса проводят на инфекционно-провокационных фонах, *in vitro* и в естественных не контролируемых условиях.

Таким образом, один из путей, обеспечивающих повышение эффективности и ускорение целевой селекции на устойчивость, — это комплексная оценка устойчивости на всех этапах онтогенеза растений и выделение источников устойчивости для создания новых сортов и гибридов.

**Цель исследований:** обосновать методологию выделения источников устойчивости к патогенам родов *Fusarium* и *Alternaria* и создания новых сортов и гибридов моркови столовой на основе комплекса селекционно-иммунологических методов.

**Задачи исследований:**

1. Создать коллекцию наиболее агрессивных рас патогенов рр. *Fusarium* и *Alternaria*, используя фитопатологические методы выделения возбудителей альтернариоза и фузариоза моркови столовой из разных органов растений, почвы, в зависимости от фазы развития растения, эколог - географического происхождения. Идентифицировать и определить патогенность, вирулентность различных изолятов.

2. Провести сравнительный анализ информативности различных лабораторных методов иммунологической оценки устойчивости растений моркови столовой на искусственных инфекционных фонах (ИИФ) на разных стадиях онтогенеза (сеянец, вегетирующее растение первого года, корнеплод в период хранения, семенное растение) и вида возбудителя; модифицировать и разработать новые элементы отдельных методик для объективности и достоверности оценки.

3. Обосновать необходимость проведения на всех этапах селекции иммунологической оценки на двух провокационных искусственных инфекционных фонах в условиях открытого грунта ($ПИФ_F$ – для фузариоза; $ПИФ_A$ – для альтернариоза); разработать методики их создания в Московском регионе и определить критерии отбора устойчивых генотипов на разных стадиях развития.

4. Провести статистический и корреляционный анализ сопоставимости полученных результатов при оценке устойчивости образцов моркови столовой (сортопопуляции, линии, гибриды) к разным патогенам лабораторными экспресс-методами и в полевых условиях на провокационных и естественном (ЕИФ) инфекционных фонах.

5. Разработать, апробировать оптимальную схему и установить последовательность включения в селекционный процесс различных методов иммунологической оценки на разных стадиях развития растений моркови столовой с целью повышения эффективности отбора на

групповую устойчивость к возбудителям рр. *Fusarium* и *Alternaria,* дать экономическую оценку изучаемым методам.

6. Установить характер проявления и роль родительских компонент в наследовании признака устойчивости растений моркови столовой к альтернариозу и фузариозу в гибридном потомстве $F_1$ и выделить лучшие комбинации скрещивания, полученные на их основе.

7. Создать новые продуктивные сорта и гибриды моркови столовой разных сортотипов с групповой устойчивостью к альтернариозу и фузариозу и провести их испытание в различных условиях по апробационным и комплексу хозяйственно ценных признаков с последующей их регистрацией и передачей на ГСИ.

8. Оценить дикие виды и разновидности рода *Daucus*, различного происхождения на устойчивость к *A. radicina, A. dauci* и *F. oxysporum* с использованием комплекса иммунологических методов (согласно разработанной схеме); выделить источники устойчивости и комплексом других хозяйственно ценных признаков для различных направлений селекции.

**Научная новизна**

На основании данных многолетнего фитомониторинга выявлено нарастание вредоносности фузариоза и альтернариоза на культуре моркови столовой в различных эколого-географических зонах возделывания РФ и появление высоко агрессивных рас возбудителей рода *Alternaria* в Московской области и *F. oxysporum* в Воронежской области.

Дано научное обоснование и определены основные методические принципы создания провокационных инфекционных фонов в условиях открытого грунта (на примере Московской области) с использованием наиболее агрессивных рас патогенов, для повышения достоверности оценки и эффективности селекции на устойчивость моркови столовой к альтернариозу и фузариозу распространенность, которых на естественном фоне существенно зависела от агроклиматических условий года, в первую очередь от влажности почвы (r=0,91) и температуры (r=0,82) в период вегетации.

Разработаны и модифицированы элементы иммунологических лабораторных методик экспресс-оценки устойчивости к возбудителям альтернариоза и фузариоза на разных стадиях онтогенеза моркови столовой. Впервые проведен всесторонний сравнительный анализ различных методов по ранжированию генотипов на группы устойчивости и выявлена высокая взаимосвязь (r=0,71-0,78) результатов оценки устойчивости моркови столовой к патогенам между лабораторными методами на ИИФ и в полевых условиях на провокационных и естественном инфекционном фонах.

Доказано, что использование схемы поэтапной иммунологической оценки комплексом разных методов на соответствующих стадиях онтогенеза моркови столовой позволяет

сократить объем полевых работ, ускорить и повысить эффективность выделения источников устойчивости и отбора форм с групповой устойчивостью к патогенам рр. *Fusarium* и *Alternaria.*

Разработаны основы и апробированы селекционно-иммунологические технологии получения нового исходного материала с групповой устойчивостью и комплексом хозяйственно ценных признаков для разных направлений селекции; на его основе созданы новые продуктивные устойчивые к альтернариозу и фузариозу трехлинейные гибриды $F_1$ на основе ЦМС и сорта моркови столовой.

**Теоретическая и практическая значимость исследований**

Установлена структура листовых и корнеплодных болезней моркови столовой разных эколого-географических зон РФ. Оптимизированы элементы методик выделения возбудителей альтернариоза и фузариоза из пораженного растительного материала и почвы, определения патогенности и агрессивности выделенных изолятов микромицетов. Идентифицированы и описаны основные отличия морфолого-культуральных признаков и вирулентности фитопатогенов рр. *Fusarium* и *Alternaria* в зависимости от происхождения. Создана коллекция наиболее агрессивных рас *A. radicina, A. dauci* и *F. oxysporum,* видовое соответствие которых подтверждено молекулярными методами.

Отработаны элементы и составлена схема последовательного включения в селекционный процесс лабораторных и полевых методов иммунологической оценки устойчивости к *A. radicina, A. dauci* и *F. oxysporum* на разных стадиях развития растений. Обоснована и адаптирована методика оценки устойчивости образцов моркови столовой к микотоксинам *A. radicina* и *F. oxysporum* по реакции проростков на внесение 50% фильтрат культуральной жидкости 14 суточных культур возбудителей. Предложена и апробирована технология ускорения селекционного процесса в однолетнем цикле развития растений путем выделения устойчивых форм на стадии проростка, использования малообъемного способа выращивания растений в сосудах, культуры штеклингов и защищенного грунта.

На основе разработанной системы селекционно-иммунологических методов получены новые линейные и сортовые источники устойчивости к микозам, которые сочетают в себе высокую урожайность, товарность и лежкость. Выделено тринадцать диких видов и разновидностей рода *Daucus* и перспективные гибридные комбинации от межвидовых скрещиваний, которые являются ценным материалом для селекции как источники устойчивости к альтернариозу и фузариозу. Изучен характер наследования и показана ведущая роль отцовского компонента скрещивания в передаче гибридному потомству $F_1$ моркови столовой устойчивости к фитопатогенам рр. *Fusarium* и *Alternaria*.

Созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений, новые сорта Арго и Корсар, гибриды $F_1$ Красногорье и $F_1$ Таврида с групповой устойчивостью к

альтернариозу, фузариозу, высокой продуктивностью, которые по основным характеристикам хозяйственно ценных признаков отвечают требованиям рынка и производителей товарной продукции.

Получено авторское свидетельство о государственной регистрации № 2018621664 «Болезни и повреждения столовой моркови при хранении», 2020 г.

Разработаны и изданы методические рекомендации:

«Методы ускоренной селекции моркови столовой на комплексную устойчивость к грибным болезням (*Alternaria* и *Fusarium*)» / В.И. Леунов, А.Н. Ховрин, Т.А. Терешонкова, Н. С. Горшкова, К. Л. Алексеева, Л. М. Соколова / Методические рекомендации. 2011. 61 с.

«Клеточная селекция моркови (*Daucus carota* L.) на устойчивость к фитопатогенам» / А. В. Поляков, О.Ф. Шарафова, В.И. Леунов, Л. М. Соколова, Г. В. Никольская, С.Л. Каранова / Методические рекомендации. 2011. 43 с.

**Основные положения, выносимые на защиту**

1. Структура патокомплекса, патогенность и агрессивность местных популяций возбудителей рр. *Fusarium* и *Alternaria* в агроценозах моркови столовой.
2. Система иммунологических методов оценки устойчивости к *A. radicina, A. dauci* и *F. oxysporum* в онтогенезе и критериев отбора ценных генотипов моркови столовой на разных фазах развития растений, позволяющая сократить длительность и повысить эффективность селекционного процесса.
3. Исходный материал, новые сорта и гибриды моркови столовой с групповой устойчивостью к *Fusarium* sp. и *Alternaria* sp. и урожайностью 50 т/га, созданные на основе разработанных методов.
4. Устойчивые к местным штаммам *Fusarium* sp. и *Alternaria* sp генотипы дикорастущих видов и разновидностей рода *Daucus carota* L. для вовлечения в селекционный процесс.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность результатов подтверждена большим объемом исследований и наблюдений, применением стандартизированных методов и учетов, статистической обработкой результатов. Результаты исследований и основные положения диссертации ежегодно были представлены и обсуждались на ученых советах ВНИИО, международных, всероссийских, региональных конференциях и совещаниях и были опубликованы в широкой печати: на научных форумах различного ранга и масштаба, на проводимых во ВНИИССОК (2014, 2018, 2018); ВНИИО (2015); ВИЗР (2013, 2016); г. Киров (2017); ВНИОПТУСХ-филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ (2019); г. Ялта (2018); г. Сан-Франциско (Калифорния, США, стендовый доклад на тему «The Novel Antibiotic SkQ1 is effective against Gram-Negative and Gram-Positive Phytopathogens» 2019).

**Личный вклад автора.** Автором Л. М. Соколовой непосредственно все полевые, лабораторные и аналитические исследования, анализ и статистическая обработка экспериментальных данных, а также написание текста диссертации с выводами и предложениями, выполнены полностью лично соискателем. Диссертация содержит фактический материал, полученный автором с 2011 по 2019 годы. В отдельных экспериментальных исследованиях участвовали сотрудники ВНИИО - филиала ФГБНУ ФНЦО.

Автор выражает благодарность научному консультанту д.с.-х.н., профессору Леунову В.И.; д.с.-х.н., чл.-корр. РАН Солдатенко А.В.; д. экон. н. Разину А.Ф.; д.с.-х.н. Бухарову А.Ф; д.с.-х.н., профессору РАН Ивановой М.И.; к.с.-х.н., доценту Ховрину А.Н.; к.с.-х.н. Меньших А.М.; к.с.-х.н. Янченко А.В.

**Структура и объём работы.** Диссертационная работа изложена на 324 страницах машинописного текста, содержит 55 таблиц, 73 рисунка. Состоит из введения, 5 глав, выводов, предложений для использования в селекционной практике, списка использованной литературы, содержащего 359 наименований, в т. ч. 124 зарубежных авторов.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Ведение**. Обоснована актуальность темы исследований; оценена степень ее разработанности; сформулированы цели и задачи исследований; показана научная новизна диссертационной работы; отмечена теоретическая и практическая значимость полученных результатов; представлены положения, выносимые на защиту; отражены степень достоверности и апробация результатов; изложены методы и методики исследований; показаны сведения о структуре и объему диссертационной работы.

**1. Экономическое значение моркови столовой, фитосанитарное состояние культуры, селекция на устойчивость**. В данной главе подробно изложены: народнохозяйственное значение, биологические особенности и агротехника моркови столовой; фитосанитарное состояние культуры и методы его определения; фитосанитарное состояние семян, агроценозов моркови столовой и корнеплодов при хранении; представлено описание наиболее вредоносных болезней на моркови столовой; проанализирован обзор селекционной работы по устойчивости ведущими специалистами в данной области. Обосновано направление для проведения исследований.

**2. Агроклиматические условия, объекты и методы исследований**. Исследования выполнены в 2011-2019 годы на базе ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО. В широком эколого-географическом исследовании по выявлению фитопатогенных штаммов популяций грибов родов *Fusarium* и *Alternaria* были использованы вегетативные и генеративные органы моркови столовой, а также почвенные профили из Московской области, Нечерноземная зона (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО); Ростовской области, Северо-Кавказская зона (Бирючекутская ООС –

филиал ФГБНУ ФНЦО); Воронежской области, Центрально-Черноземная зона (Воронежская ООС – филиал ФГБНУ ФНЦО).

Условия вегетации соответствовали биологическим требованиям изучаемой культуры, но различались по годам.

**Объект исследований** - селекционно-семеноводческий процесс моркови столовой.

**Предметы исследований**: растения моркови столовой первого и второго года жизни; сортовой (120 образцов), линейный (57 образцов), селекционный (231 образец), гибридный (120 образцов), исходный материал моркови столовой (140 образцов) селекции ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО, 109 образцов иностранной селекции, дикорастущие виды и подвиды рода *Daucus* (27 образцов)*;* фитопатогенные грибы из родов *Alternaria* и *Fusarium;* семенной материал (95 образцов), корнеплоды, листовая пластина, проростки, почва из разных эколого-географических зон (56 проб), на которых произрастала морковь столовая, чистые культуры *Alternaria* и *Fusarium*.

**Размещение опытов.** Оценку растений первого года жизни на устойчивость к болезням проводили двумя методами заражения (почвенное и опрыскивание суспензией спор изучаемых патогенов) на двух инфекционных фонах (*Fusarium и Alternaria*) в боксах селекционного центра ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО (площадь боксов – 48 м$^2$). Естественный фон – на полях селекционного севооборота (Московская область, Раменский район).

Посев семян моркови первого года жизни на двух инфекционных фонах проводили вручную. Площадь одной делянки составляла 0,25 м$^2$ (длина – 1 м, ширина междурядья – 0,25 м), норма высева семян на делянке – 100 шт.На естественном фоне посев проводили ручной сеялкой. Площадь одной делянки составляла 7 м$^2$ (длина – 10 м, ширина междурядья 0,7 м) с нормой высева семян на делянку 1 г.

Посадку растений второго года жизни проводили в селекционном центре на площади 175 м$^2$. Посадку осуществляли по схеме: ширина междурядья – 0,7 м, расстояние в ряду между корнеплодами – 0,25 м. Маточники хранили в хранилище с принудительной вентиляцией и поддержанием температуры от 0°…+ 1°С, влажности воздуха 75-85%.

**Методика исследований.** Для проведения исследований использованы общепринятые методики отечественных ученых в области селекции, семеноводства и фитопатологии: Кривченко, 1975; Сокол, 1978; Хохряков, 1979; Сазонова, Левандовская и др., 1981; Потлайчук, 1984; Власова, 1986; Першина, 1989; Иванюк, 1989; Захаренко, 2000; Попкова, 2006; Тимин, 2007.

Математическая обработка данных проведена методами дисперсионного и корреляционного анализа (Доспехов, 1985; Плохинский, 1979), а также с помощью пакета прикладных программ *Microsoft Excel*.

Оценку устойчивости моркови столовой к болезням проводили по следующим стандартным и модифицированным методикам:

*Учеты интенсивности проявления болезней* по: Белик, 1992; Сазонова, 1981; Доспехов, 1985; Леунов, и др., 2011.

*Оценку заражённости семян* проводили согласно ГОСТ 12044-93 от 2000 года и по методике определения зараженности болезнями (1995).

*Выделение грибных фитопатогенных организмов из почвы:* «Методы экспериментального изучения микроскопических грибов», 2004. Для выделения грибов из почвы использовали метод «контактных стекол» (метод Росси-Холодного) (Поликсенова, 2004). Отборы почвенных проб провели с 0 отметки; 5 см; 10 см; 15 см; 20 см.

*Выделение патогенов из растительного материала* по: Abe et al., 1997; Соколова, 2010, 2014; Леунов и др., 2011.

*Получение чистых культур и идентификация патогенов* по: Определитель патогенных и условно патогенных грибов, 2001; Определитель болезней сельскохозяйственных культур (Потлайчук и др., 1984).

*Оценка степени агрессивности возбудителей Fusarium* и *Alternaria* по: Власова, Федоренко, 1986; Соколова, 2011, 2016.

*Метод получения моноспоровой культуры* по: Хохряков, 1966; Дудка, 1982.

*Методы размножения инфекционного материала для создания инфекционных фонов* по: Чумаков и др., 1974; Леунов, и др., 2011.

*Метод искусственного заражения путём опрыскивания листовых пластин* по: Монахос, 2009; Соколова, 2010.

*Метод искусственного заражения корнеплодных дисков (капельное нанесение суспензии спор или инокулирование мицелиальными блоками)* по: Першина и др. 1989; Власова, Федоренко, 1986.

*Метод искусственного заражения вегетирующих растений моркови первого года жизни путем опрыскивания суспензией спор патогенов* по: Иванюк и др., 1989; Тимин, 2007; Соколова, 2010.

*Методы создания почвенного искусственного инфекционного фона* по: Сокол и др., 1983; Лебедева и др., 2003; Соколова и др., 2008.

*Метод искусственного заражения сеянцев* по: Леунов, и др., 2011.

*Метод оценки растений моркови столовой на фильтрате культуральной жидкости* по: Поляков, и др., 2006.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**3. Выделение, определение агрессивности и видовой принадлежности рас патогенов рр. *Fusarium* и *Alternaria* из трех эколого – географических зон**. В патокомплексе любой сельскохозяйственной культуры присутствуют разные микромицеты, состав которых меняется в зависимости от климатических условий, сезонных изменений. Наиболее распространенными болезнями на моркови столовой являются: *Alternaria dauci* поражает листья, черешки и стебли. *Alternaria radicina* наносит ущерб корнеплодам моркови в период хранения. *Fusarium* повсеместно распространен в почве и вызывает деструктивные сосудистые увядания, гнили. Наиболее распространены *Fusarium oxysporum* и *Fusarium avenaceum* (Гагкаева и др., 2011; Семенов и др., 2016).

В связи с этим остро встал вопрос о выделение новых наиболее агрессивных штаммов с семенного материала, растений первого и второго года жизни из почвенного профиля. Отбор инфицированного материала проводили в географически удаленных регионах проведения селекционной работы, это Воронежская, Ростовская и Московская область. Данные регионы значительно различались в вегетационный период по температурным параметрам, количеству осадков, а также почвенными условиями.

В результате лабораторного опыта при учете энергии прорастания семян выявлена микобиота из родов *Penicillium, Fusarium, Alternaria, Aspergillus, Botrytis, Mucor* и бактерий. При анализе почвенного профиля с разных эколого географических зон произрастания моркови с 0 отметки; 5 см; 10 см; 15 см; 20 см, методом «покровных стекол» выделены возбудители *Fusarium, Alternaria, Pythium, Mucor, Penicillium*. С листовых пластин в период вегетации и корнеплодов моркови столовой в период хранения выделены в чистую культуру *Fusarium и Alternaria.* С помощью чистых культур можно выявить характер взаимоотношений между грибами разных родов и видов, выявить наиболее агрессивные изоляты и расы для создания инфекционных фонов (Корсак, Сенаторова, Смородинова, Пономарев, 2011).

Одним из наиболее простых и надёжных методов определения патогенности и агрессивности чистых культур *A. radicina и F. oxysporum* – это инокулирование корнеплодных дисков, на которые раскладываются агаровые блоки 14 дневной чистой культуры каждого возбудителя. Контролем служит «чистый» агаровый блок питательной среды. Всего за годы исследований было изучено более 60 изолятов микромицетов, выделенных из разных регионов, что выявило нарастание вредоносности фузариоза и альтернариоза на культуре моркови столовой во всех обследованных эколого-географических зонах и отмечено появление наиболее агрессивных рас *A. radicina* в условиях Московской области, а *F. oxysporum* - в Воронежской области (табл. 1).

Агрессивность *A. dauci* определяли модифицированным методом отделенных листьев с использованием 1% раствора гидрогеля и опрыскиванием суспензией спор возбудителя. Метод

прост в исполнении и дает сопоставимые результаты в сериях независимых опытов. В результате в пределах выборок из каждого региона были выделены вирулентные изоляты, при этом, как и в случае с *A. radicina,* агрессивность Московского изолята *A. dauci* была существенно выше (табл. 1).

У выделенных наиболее агрессивных изолятов получены моноспоровые колонии для подтверждения видовой принадлежности.

**Таблица 1. Агрессивность выделенных изолятов возбудителей альтернариоза и фузариоза моркови столовой из разных эколого-географических зон РФ (2011-2014)**

| Образец | Группа устойчивости | Регион происхождения | Средний балл поражения* | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | *A. radicina** | *A.dauci*** | *F.oxysporum** |
| Леандр | Слабовосприимчив | Воронежский | 1,2 | 1,0 | **2,3** |
| | | Ростовский | 1,6 | 0,9 | 0,7 |
| | | Московский | **1,7** | **1,9** | 1,6 |
| 690В | Средневосприимчив | Воронежский | 1,0 | 2,0 | **3,3** |
| | | Ростовский | 1,9 | 1,0 | 1,0 |
| | | Московский | **2,5** | **2,4** | 2,1 |
| 1238В | Средневосприимчив | Воронежский | 1,7 | 1,8 | **2,8** |
| | | Ростовский | 1,4 | 1,2 | 1,5 |
| | | Московский | **1,9** | **2,8** | 2,5 |
| 805В | Восприимчив | Воронежский | 2,5 | 1,8 | **1,9** |
| | | Ростовский | 2,5 | 2,0 | 0,5 |
| | | Московский | **2,9** | **2,8** | 1,2 |
| 536В | Восприимчив | Воронежский | 2,7 | 2,2 | **2,1** |
| | | Ростовский | 2,6 | 2,3 | 0,5 |
| | | Московский | **3,0** | **2,9** | 1,8 |
| $НСР_{05}$ | | | 0,1 | 0,4 | 0,3 |

Примечание: *- тест на дисках корнеплодов; ** - тест на отделенных листьях

Проверка изолятов *F.oxysporum и A.dauci*. проводилась методом ПЦР анализа ведущим специалистом Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук Карловым Г.И. и кандидатом биологических наук Дивашуком М.Г., а изолятов *A. radicina* - в ВИЗР доктором биологических наук, ведущим научным сотрудником Мироненко И. В., которая подтвердила правильность нашей видовой идентификации по морфолого-культуральным признакам колоний и конидий выделенных микромицетов. В результате была создана и поддерживается коллекция фитопатогенных грибов, из которой для проведения иммунологических исследований были отобраны самые агрессивные штаммы возбудителей фузариоза и альтернариоза.

**4. Селекция моркови столовой на устойчивость к грибным болезням *Fusarium и Alternaria.*** Для создания новых перспективных сортов и гетерозисных гибридов моркови столовой необходимо иметь устойчивый исходный материал (Тимин, Пышная, Агафонов, и др. 2013).

Предлагаемый комплексный подход к оценке устойчивости моркови столовой позволит улучшить сортопопуляции по устойчивости и сократить селекционный процесс. В процессе исследований апробировано 5 методов искусственного заражения моркови столовой на разных этапах онтогенеза. Поскольку оба изучаемых возбудителя альтернариоз и фузариоз относятся к одному систематическому разделу (к отделу Дейтеромицеты, или несовершенные грибы *Deuteromycota*, классу Гифомицеты *Hyphomycetales*) и имеют во многом схожую биологию, то и имеет смысл параллельно испытывать все тестируемые методы как по отношению к *Fusarium*, так и к *Alternaria*.

Исследования направлены на создание новых сортов и гибридов моркови столовой на основе комплекса селекционно-иммунологических исследований и выделение источников устойчивости к патогенам родов *Fusarium* и *Alternaria.*

***Оценка и отбор устойчивых сортообразцов моркови столовой в условиях открытого грунта на естественном (ЕИФ) и двух искусственных провокационных инфекционных фонах (ПИФ).*** Отбор, имеет очень большое значение в селекции сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням. Основой, является наследственная неоднородность сорта или линий в отношении той или иной болезни (Ильина, 1958; Гиренко, Муханова, 1985; Егорова, 2006). Полевая или относительная устойчивость, наиболее сложный тип устойчивости. Полевую устойчивость могут определять признаки, как отсутствие или наличие опушенности на листе, окраска, строение листа и т. д.

По мнению Д. Д. Вердеревского (1968) при наличии достаточно большого количества растений, даже в условиях очень сильного развития болезни, почти никогда не наблюдается 100 процентов поражения растений данного сорта. Тщательная проверка иммунности уцелевших от заболеваний растений позволяет выявить действительно иммунные экземпляры и использовать их для искусственного отбора устойчивых форм.

При этом успех селекционного процесса по признаку болезнеустойчивости в большей мере зависит от методов оценки и отбора исходного материала. Исходя из выше изложенного реакцию сортообразцов на поражение местными возбудителями в наших исследованиях мы проводили в неконтролируемых условиях открытого грунта на естественном фоне, напряженность которого зависит от агроклиматических показателей года, и на искусственных провокационных инфекционных фонах с контролируемой инфекционной нагрузкой, что позволяет ежегодно проводить объективную оценку и ранжирование образцов по группам устойчивости.

Для проведения оценки устойчивости и отборов были созданы два инфекционных фона: ПИФ$_A$ - с дополнительным внесением в почву чистой культуры *A. radicina* и последующим опрыскиванием листовой пластины суспензией спор *A. dauci;* ПИФ$_F$ – с внесением и

опрыскиванием культурой *F.oxysporum*. Контрольным фоном служили посевы моркови на естественном фоне. В каждом опыте высевались стандарты устойчивости восприимчивости.

В результате ежегодной оценки анализируемый сортовой гибридный материал ранжировали по устойчивости листовой розетки растений к альтернариозу и фузариозу (рис.1, 2). К слабовосприимчивым относили образцы со степенью поражения от 0,9 до 1,6 баллов, которые проявляли высокую устойчивость и на естественном инфекционном фоне. В эту группу вошли сорта Суражевская 1, Витаминная 6, Лосиноостровская – 13, Леандр, Московская зимняя А-515, Королева осени, Шантэне роял, Нюанс.

При оценке линейного материала к слабовосприимчивым отнесены линии 8В, 200П, 690П, 690В, 1585П, 1585В, 690П, 690В, 1268, 1238В, ШР-47, МС-1-1.

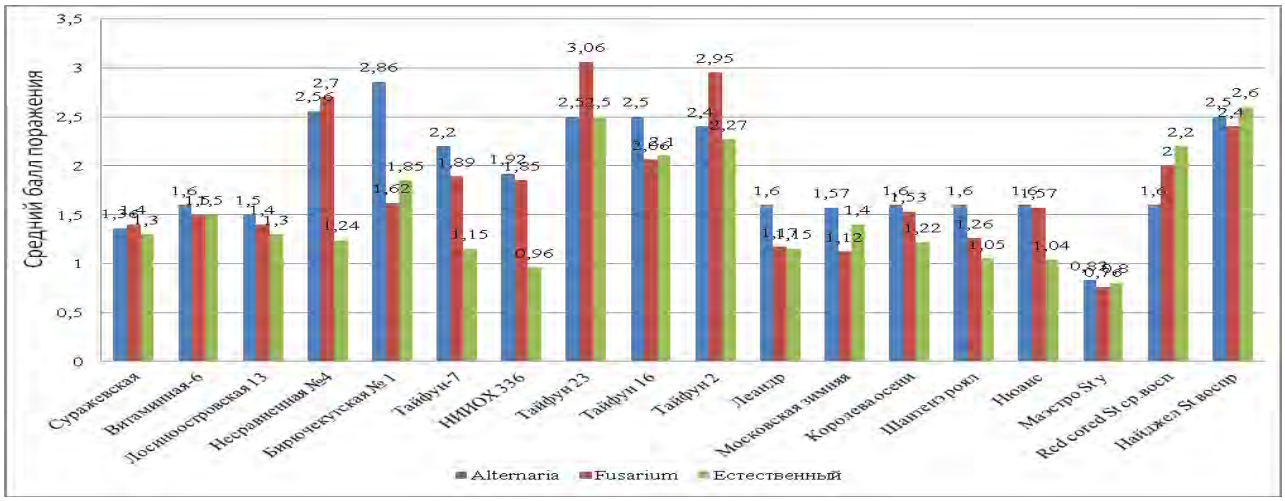


**Рисунок 1. Оценка устойчивости сортового материала моркови столовой к *F. oxysporum* и *A. dauci* на инфекционных фонах и в естественных условиях (2011-2019)**

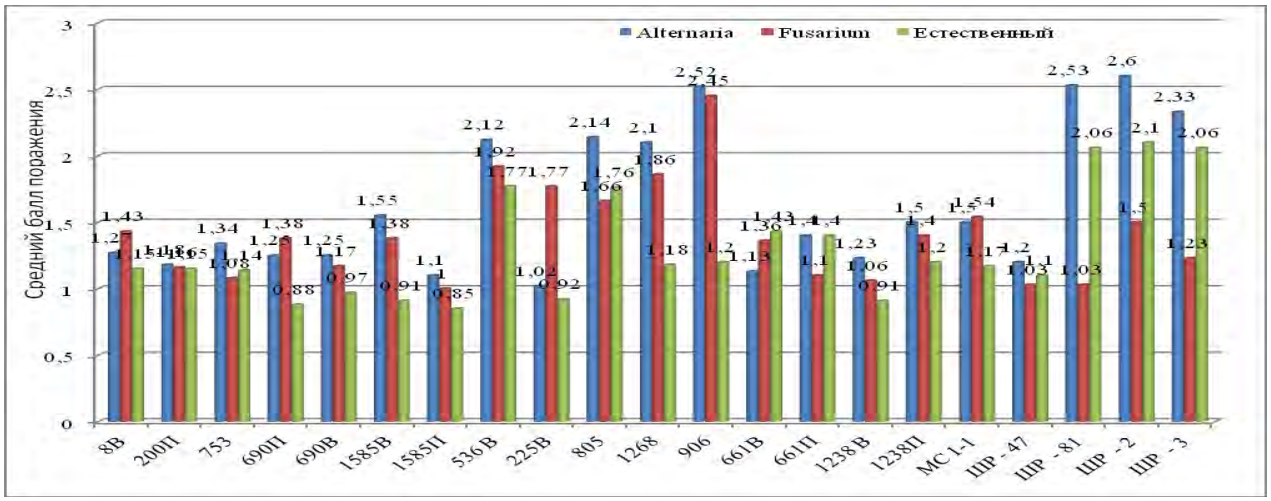


**Рисунок 2. Оценка устойчивости линейного материала моркови столовой к *F. oxysporum* и *A. dauci* на инфекционных фонах и в естественных условиях (2011-2019)**

***Оценка устойчивости генотипов моркови столовой методом «диски» и оценка маточников после хранения к патогенам Alternaria radicina и Fusarium oxysporum.*** Процесс хранения маточников связан с необходимостью создания и поддержания оптимальных микроклиматических параметров условий хранения при температуре 0 +1. Устойчивость корнеплодов моркови к микробиологической порче обусловливается комплексом факторов: сортовыми особенностями, условиями выращивания, применяемой системой удобрения (Борисов, 2003; Масловский, 2001). Потери маточников от грибных болезней на протяжении семи месяцев хранения могут достигать 60%. Патогенны часто развиваются совместно, что усиливает процесс гниения корнеплодов, вызывая смешанные гнили.

В этой связи информативным методом оценки является анализ лабораторного заражения сортообразцов моркови столовой агаровыми блоками *A. radicina и F. oxysporum,* который проводится через два месяца после закладки на хранение маточного материала. Метод дает хорошие результаты, так как инокулюм патогена наносят на раневую поверхность диска, который минуя преграды, которые могли предотвратить заражение, быстро поражает ткани корнеплода. Результаты данной оценки получаем уже через 14 суток. При использовании этого метода можно осуществить предварительную оценку сохранности большого объема маточного материала (рис.3).

Так же данный метод широко применяется для первичного тестирования агрессивности вновь выделенных изолятов возбудителей и контроля уровня агрессивности «старых» многократно пересеваемых на искусственной среде штаммов.

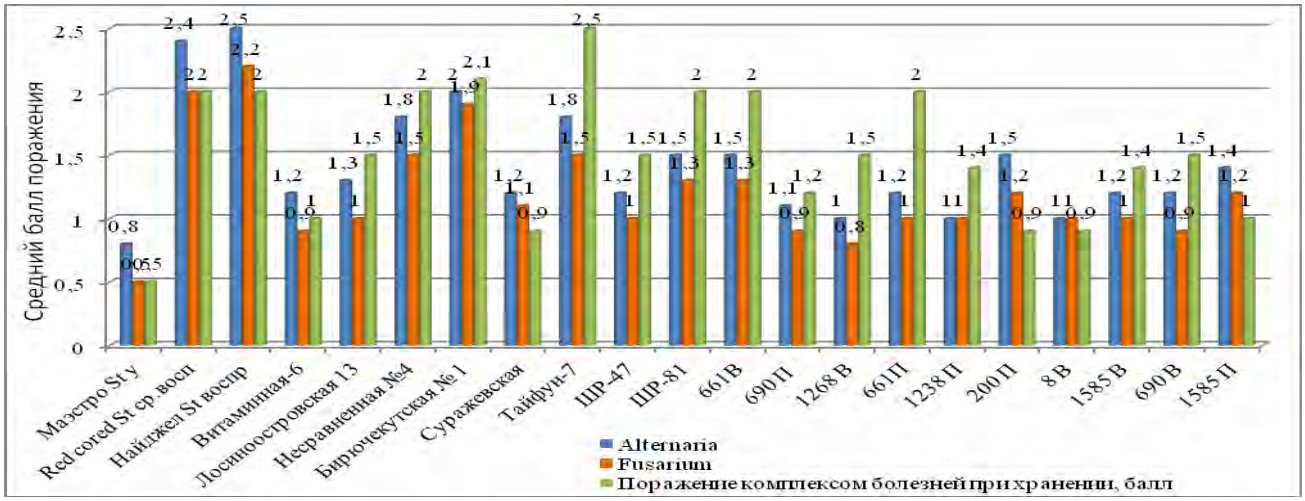


**Рисунок 3. Оценка устойчивости маточников моркови столовой методом дисков (агаровые блоки) к патогенам *A. radicina, F. oxysporum* до закладки на хранение и к комплексу болезней после хранения (2011-2019)**

В результате комплексной оценки выделилась группа слабовосприимчивых образцов с баллом поражения от 0,9 до 1,6 – это сорта Витаминная 6, Лосиноостровская – 13, Суражевская; линии ШР 47, 690В, 690П, 1268В, 1238П, 200П, 8В, 1585П, 1585В; средневосприимчивых с

баллом поражения от 1,7 до 2,4 сорта Несравненная, Бирючекутская, Тайфун; линии ШР-81, 661В, 661П.

Для изучения динамики развития болезней в период хранения в зависимости от устойчивости образца анализировали индивидуальные маточники двух стандартов, выращенных на инфекционных фонах *Alternaria* и *Fusarium* (рис. 4): сорт Red cored средневосприимчивый, $F_1$ Найджел восприимчивый. Показано, что на маточниках сорта Red cored с инфекционных фонов признаки болезней выявлены в декабре, потери составили 1,4%. В мае при окончательной оценке потери составили 50%. У $F_1$ Найджел в ноябре потери маточников 1,5%, в мае 40% при заключительной оценке. На естественном фоне данные образцы имели 20% потерь от патокомплекса болезней. Это связано с тем, что на инфекционных фонах при посеве был внесен почвенный патоген, тем самым специально провоцируя заражение корнеплодов с тем, чтобы впоследствии отобрать для селекционного процесса абсолютно здоровый материал.

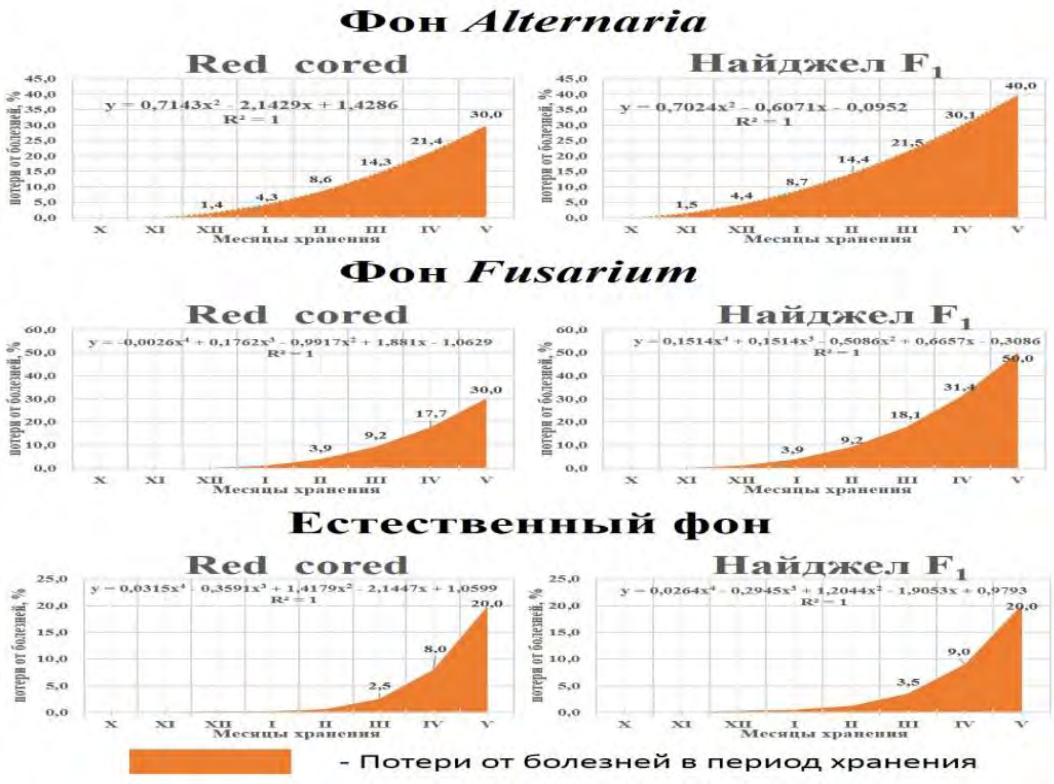


**Рисунок 4. Потери от болезней в период хранения маточников моркови столовой**

На маточниках сорта Red cored с инфекционных фонов признаки болезней выявлены в декабре, потери составили 1,4%. В мае при окончательной оценке потери составили 50%. У $F_1$ Найджел в ноябре потери маточников 1,5%, в мае 40% при заключительной оценке. При выращивании на естественном инфекционном фоне данные образцы имели 20% совокупных потерь корнеплодов от патокомплекса болезней. Это связано с тем, что на инфекционных

фонах при посеве вносили почвенный патоген, тем самым специально провоцируя заражение корнеплодов, что дает возможность впоследствии при весеннем анализе отобрать для селекционного процесса наиболее устойчивые формы моркови столовой к болезням хранения.

Оценку пораженности корнеплодов учитывали через 7 месяцев хранения (конец апреля) с каждого фона отдельно именно к тем патогенам, к которым велось испытание. В ходе исследований отмечен сопоставимый уровень сохранности маточников анализируемого материала (от 50 до 90%), полученного с альтернариозного и фузариозного провокационных инфекционных фонов (табл. 2, 3).

**Таблица 2. Выход сортовых и гибридных маточников моркови столовой с двух инфекционных и естественного фонов (2011-2019)**

| Наименование образцов | Выход маточников по фонам, % | | |
|---|---|---|---|
| | *Alternaria* | *Fusarium* | Естественный |
| Суражевская | 85 | 80 | 90 |
| Бирючекутская | 85 | 80 | 80 |
| Леандр | 90 | 85 | 90 |
| НИИОХ–336 | 90 | 90 | 95 |
| Лосиноостровская 13 | 90 | 85 | 95 |
| Московская зимняя А-515 | 70 | 60 | 80 |
| Витаминная-6 | 90 | 85 | 95 |
| Колорит $F_1$ | 80 | 80 | 95 |
| Иркут $F_1$ | 85 | 80 | 95 |
| Звезда $F_1$ | 80 | 80 | 95 |
| Кокубу сэнко $F_1$ | 80 | 70 | 90 |
| Маэстро $F_1$– St устойчивый | 90 | 90 | 95 |
| Red cored – St ср.восприимчивый | 70 | 70 | 80 |
| Найджел $F_1$ - St восприимчивый | 60 | 50 | 80 |
| *r* | 0,65 | 0,62 | |

**Табл.3 Выход маточных корнеплодов линий моркови столовой с двух инфекционных и естественного фонов (2011-2019)**

| Наименование | Выход маточников по фонам, % | | |
|---|---|---|---|
| | *Alternaria* | *Fusarium* | Естественный |
| 8 В | 70 | 75 | 80 |
| 200 П | 75 | 85 | 85 |
| 690 П | 80 | 80 | 80 |
| 1585 В | 75 | 70 | 75 |
| 1585 П | 80 | 75 | 90 |
| 661В | 70 | 50 | 75 |
| 661 П | 80 | 75 | 80 |
| 1238 В | 60 | 60 | 75 |
| 1238 П | 75 | 65 | 80 |
| Маэстро $F_1$ St – устойчивый | 90 | 90 | 95 |
| Найджел $F_1$ St восприимчивый | 60 | 50 | 80 |
| Red cored St ср.восприимчивый | 50 | 40 | 80 |
| r – *Alternaria к Fusarium* | 0,76 | | |

Как и при лабораторной оценке методом «дисков» среди сортопопуляций выделяются сорта Суражевская 1, Бирючекутская, Леандр, НИИОХ–336, Лосиноостровская 13; гибриды Колорит

$F_1$, Иркут $F_1$, Звезда $F_1$, которые можно рекомендовать в качестве источников устойчивости для проведения дальнейшей селекционной работы. Среди линий наибольшую сохранность от 75 до 80% на двух инфекционных фонов имели линии: 200П, 690П, 1585П, 661П.

***Методы оценки устойчивости растений моркови столовой второго года жизни к Alternaria dauci.*** В исследованиях мы уделяли большое внимание проблеме получения здорового семенного материала моркови столовой. Причиной пониженной всхожести семян может быть как отсутствие зародыша, которое достаточно часто наблюдается у моркови (Бухаров и др., 2016), так и поражение зародыша патогенами. Оценка устойчивости растения второго года жизни является необъемлемой частью селекционной работы, и поэтому необходимо контролировать устойчивость на всех этапах роста и развития растений. Но не всегда удается распознать скрытую внутреннюю пораженность маточников при переборке и, как следствие, происходит выпадение и проявление, больных растений в период вегетации.

Для полевой оценки селекционного материала, отобранные при уборке в сентябре корнеплоды, весной через 7 месяцев хранения оценивают по признакам комплекса проявления патогенов, отбирают устойчивые и высаживают в естественные неконтролируемые условия открытого грунта. Учеты на проявление болезней по семенным растениям проводили от начала прорастания листовой пластины до уборки. Первый учет проводили в фазу 4 настоящих листьев, далее – через каждые 7 – 10 дней. Окончательную оценку устойчивости растений второго года жизни к *Alternaria dauci* проводят в сентябре при срезке зонтиков (от высадки до уборки 5 месяцев).

Установлено, что результаты лабораторной и полевой оценки по дифференциации сортообразцов на группы устойчивости к альтернариозу сопоставимы (рис.5).

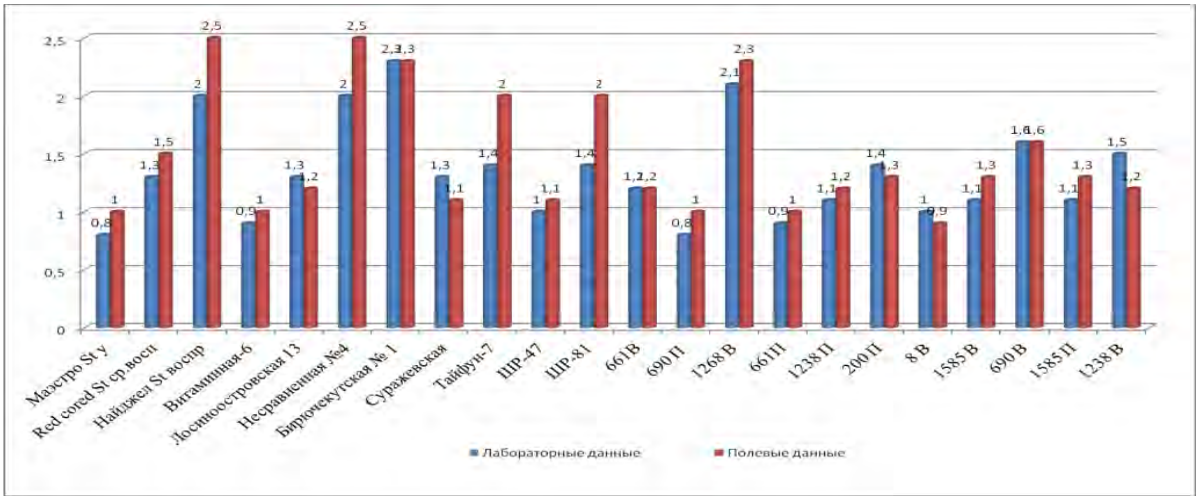


**Рисунок 5. Лабораторная и полевая оценка к *Alternaria dauci* вегетирующих растений моркови столовой (2011-2019)**

Так, сорта Витаминная – 6, Лосиноостровская 13, Суражевская 1; линии ШР-47, 690П, 661П показали слабую восприимчивость с баллом поражения листовой пластины 0,9-1,5. Остальные сортообразцы вошли в группу средневосприимчивые (балл поражения от 1,6 до 2,4). Коэффициент корреляции между лабораторным и полевым опытом составил 0,73.

В результате комплексной оценки (рис.6), при правильном отборе исходного материала, в течение 9 лет, отмечена высокая устойчивость растений второго года жизни к *A. dauci* и *F.oxysporum* в период вегетации, и может характеризовать полученный сортовой и линейный материал как слабовосприимчивый со средневзвешенным баллом поражения по образцу от 0,9 до 1,5.

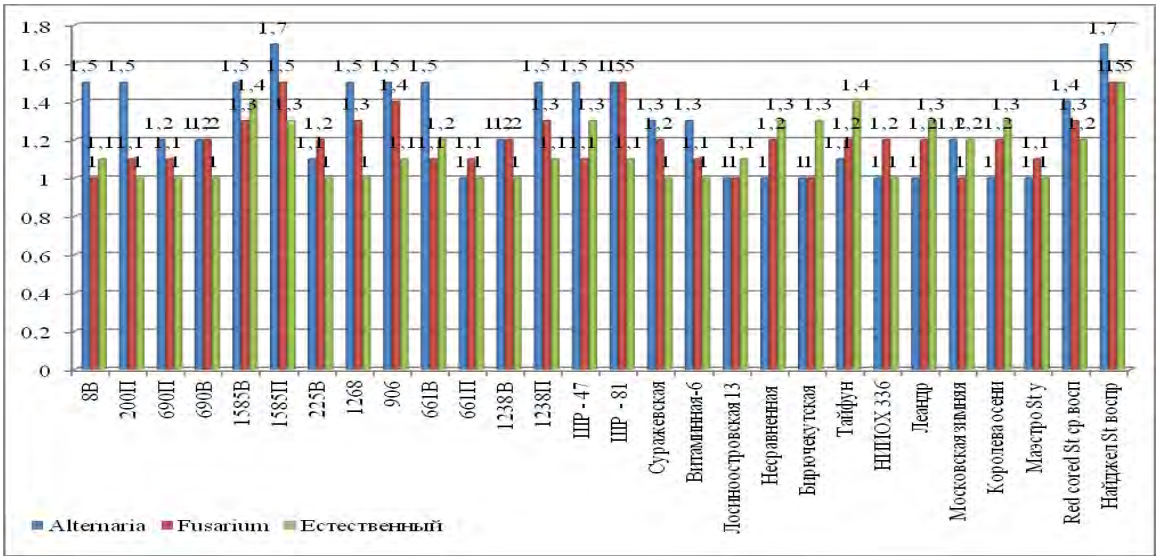


**Рисунок 6. Оценка устойчивости растений моркови столовой второго года жизни на естественном фоне в период вегетации. (2011-2019)**

***Методы лабораторной оценки устойчивости сеянцев моркови столовой.*** Метод заражения проростков на искусственном инфекционном прост и доступен в исполнении. Вегетационные лотки заполняем стерильным речным песком и вносим изучаемый патоген, размноженный на зерносмеси в рядки, далее проводим посев семян, результаты на 20 сутки. Подкормку растений проводили раствором Кнопа. Учет проводили в период образования первого настоящего листа по количеству погибших проростков и по степени поражения сеянцев. Степень поражения корневой системы сеянцев в фазу развития первого настоящего листа учитывали по шкале в баллах: 0 - поражения корня нет; 1 - слабое побурение; 2 - побурение всего корешка; 3 - корень поражен полностью; 4 - сеянец увядает и погибает. Данный метод обеспечивает получение надёжных результатов независимо от периода вегетации, которые хорошо согласуются с полевой оценкой на провокационных фонах (рис. 7,8).

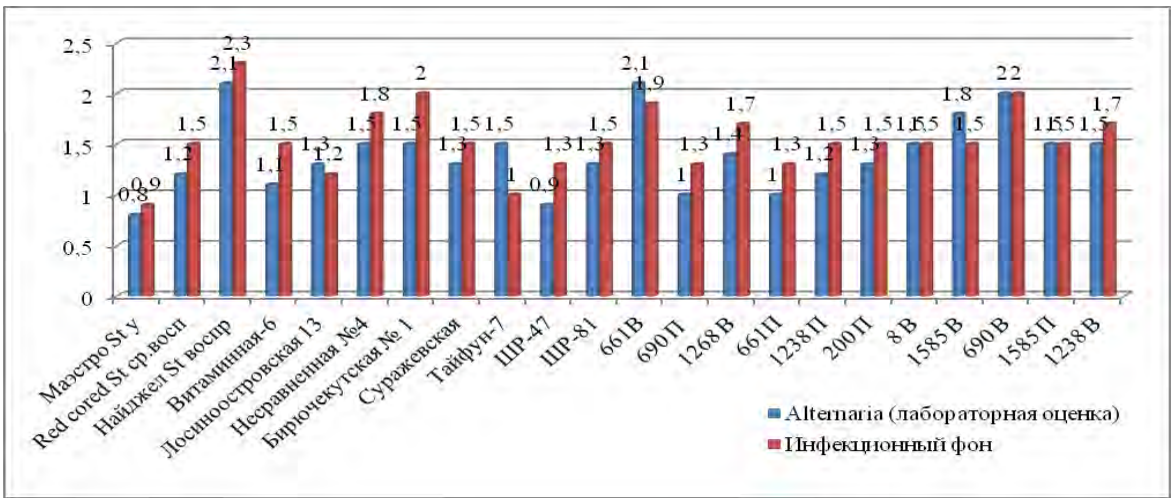


**Рисунок 7. Лабораторная и полевая (инфекционный фон) оценка сеянцев моркови столовой к *A radicina* (2012-2019)**

В результате лабораторной и полевой оценки на инфекционном фоне *A. radicina* (рис.7) исследуемые сортообразцы Витаминная – 6, Лосиноостровская 13, Суражевская 1, линии – ШР – 47, ШР – 81, 690П, 661П, 1238П, 200П, 8В, 1585П, отнесли к слабовосприимчивым с баллом поражения от 0,9 до 1,5. В группу средневосприимчивые с баллом поражения по образцу от 1,6 до 2,4 отнесены сорта - Несравненная, Бирючекутская, Тайфун; линии - 661В, 1268, 1585В, 690В.

При оценке *F. oxysporum* (рис.8) к группе слабовосприимчивые отнесены сорта Витаминная-6, Лосиноостровская 13, Несравненная, Суражевская 1; линии - ШР-47, ШР-81, 690П, 1268, 661П, 1238П, 200П, 1585В, 1585П,1238В с баллом поражения от 0,9 до 1,5. Сорта Бирючекутская, Тайфун; линии - 661В, 8В, 690В средневосприимчивые с баллом поражения по образцу от 1,6 до 2,4.

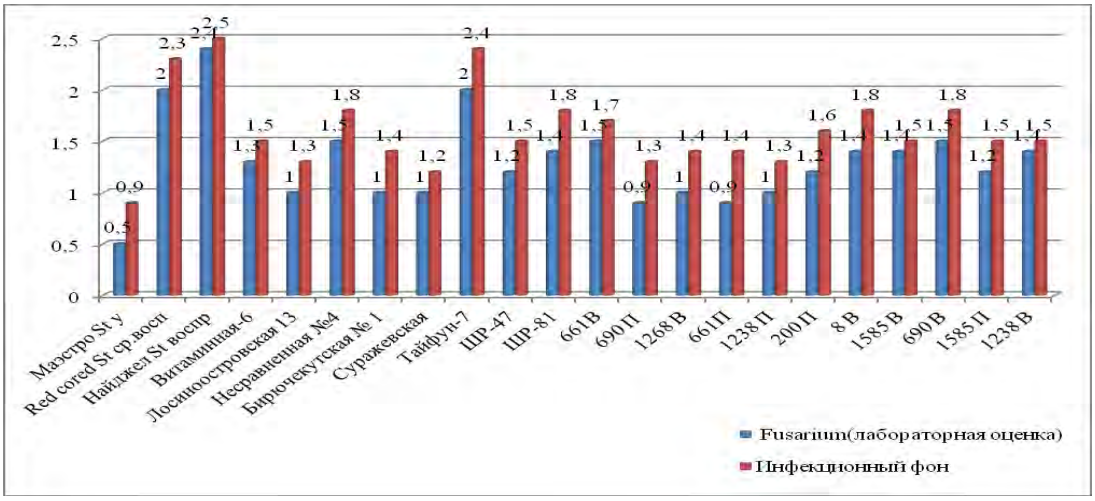


**Рисунок 8. Лабораторная и полевая (инфекционный фон) оценка сеянцев моркови столовой к *F oxysporum* (2012-2019)**

Оценка сеянцев ускоряет селекционный процесс, поскольку можно провести предварительную диагностику устойчивости большого количества сортообразцов моркови

столовой, отобрать устойчивые генотипы, провести высадку в сосуды и вести дальнейшую селекционную работу. Проведение предварительной оценки этим методом, позволяет существенно сократить объем анализируемого материала на провокационных фонах в открытом грунте, так как из работы исключаются восприимчивые образцы.

Другим методическим подходом для оценки устойчивости проростков моркови столовой является использование микотоксинов, выделяемых *Alternaria radicina* и *Fusarium oxysporum*. Токсины фитопатогенных грибов играют важную роль в патогенезе растений. Почти все известные микотоксины являются комплексом компонентов, близких по химической природе, но обладающих различной биологической активностью (Дудка И.А. и др., 1982).

Биотехнологический метод «Получение растений огурца с повышенной устойчивостью к фузариозному увяданию методами *in vitro»,* разработан в отделе биотехнологии ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО Поляковым А.В. и Егоровой А.А. в 2006 году. Нами метод был модифицирован и применен в селекционно-иммунологической работе на семенах моркови столовой.

Экспресс- оценка на устойчивость к альтернариозу и фузариозу этим методом основана на проращивании семян на фильтрате культуральной жидкости, содержащего микотоксины грибов (Мкт). Семена исследуемых образцов предварительно выдерживали в 1% растворе $KMnO_4$ для снятия с семян внешней микобиоты, с экспозицией 15 минут, затем трехкратно промывали в стерильной дистиллированной воде. Простерилизованные семена в количестве 20 шт. помещали в стерильные чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную Мкт. гриба *F. oxysporum* и *A. radicina* в разных концентрациях (0%; 5%; 10%; 20%; 50%; 70%). Затем выдерживали в термостате с подсветкой при температуре 22 – 24$^0$С в течение 8 – 10 суток. В контроле семена проращивали на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой. Устойчивость образцов определяли по всхожести и линейным параметрам проростков. Чем выше этот показатель, тем выше устойчивость исследуемого образца к патогенам. Семена неустойчивых форм к альтернариозу и фузариозу не прорастали.

В ходе исследований подобран стерилизующий состав и подобрана оптимальная концентрация - 50% ф.к.ж. по альтернариозу и фузариозу, на которой выявлены различия в прорастании семян и развития корешков проростков моркови.

В результате проведенных лабораторных исследований по *A. radicina* (табл.4) выявлено, что у восприимчивого сорта Тайфун-16 длина корня была на 29% меньше, чем у устойчивого сорта Витаминная 6 и на 9% меньше, чем у средневосприимчивого сорта Амстердамская. При проращивании семян на ф.к.ж. *F. oxysporum* (табл.4) у восприимчивого сорта Тайфун-16 длина корня была на 33% меньше, чем у устойчивого сорта Витаминная 6 и на 8% меньше, чем у средневосприимчивого сорта Амстердамская

**Таблица 4. Влияние концентрации фильтрата культуральной жидкости 14 суточных культур *A. radicina и F. oxysporum* на прорастание семян и длину корешка проростков моркови столовой в зависимости от группы устойчивости образца (2011-2018)**

| Сортообразец, группа устойчивости | Концентрация ф.к.ж., % | Патоген | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *A. radicina* | | | *F. oxysporum* | | |
| | | Всхожесть, % | Длина корня, мм | | Всхожесть, % | Длинна корня, мм | |
| | | | Х ср. | % к контролю | | Х ср. | % к контролю |
| Витаминная 6 - устойчивый | 0 | 100 | 19,8 | - | 100 | 17,4 | - |
| | 5 | 95 | 16,8 | 86 | 90 | 14,0 | 80 |
| | 10 | 90 | 15,1 | 76 | 80 | 11,0 | 63 |
| | 20 | 80 | 14,9 | 75 | 75 | 9,8 | 56 |
| | **50** | **75** | **7,8** | **39** | **70** | **7,5** | **43** |
| | 70 | 50 | 2,1 | 11 | 60 | 2,1 | 12 |
| | $НСР_{05}$ | 11 | 0,6 | | 12 | 0,5 | |
| Амстердамская - средневосприимчивый | 0 | 100 | 12,4 | - | 95 | 14,9 | - |
| | 5 | 90 | 10,2 | 82 | 80 | 10,6 | 71 |
| | 10 | 80 | 6,0 | 48 | 70 | 6,0 | 40 |
| | 20 | 70 | 3,1 | 25 | 65 | 4,7 | 32 |
| | **50** | **40** | **2,4** | **19** | **55** | **2,8** | **19** |
| | 70 | 15 | 1,2 | 10 | 35 | 1,6 | 11 |
| | $НСР_{05}$ | 15 | 0,2 | | 12 | 0,3 | |
| Тайфун – 16 Восприимчивый | 0 | 95 | 10,3 | - | 100 | 8,0 | - |
| | 5 | 80 | 8,0 | 78 | 75 | 5,7 | 71 |
| | 10 | 60 | 3,95 | 38 | 65 | 3,5 | 44 |
| | 20 | 65 | 2,0 | 19 | 60 | 1,5 | 19 |
| | **50** | **25** | **1,05** | **10** | **35** | **0,8** | **10** |
| | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 |
| | $НСР_{05}$ | 12 | 1,2 | | 5 | 0,1 | |

Предложенный метод, как и метод оценки проростков на ИИФ путем заражения чистыми культурами возбудителей, позволяет ускорить селекционный процесс, проводя отбор устойчивых генотипов на стадии проростка и получая их семенное потомство в однолетнем цикле развития (рис.9). Для этого отобранные сеянцы пикируют в сосуды и в условиях открытого грунта выращивают растения до стадии штеклинга. После яровизации и весеннего анализа основных признаков отобранные маточные корнеплоды снова высаживают в сосуды и помещают в обогреваемую теплицу для выращивания семенных растений. Собранные семена уже через 14-20 суток готовы к посеву. При соответственном подборе сроков проведения опыта, можно их сразу высеять на провокационные инфекционные фоны в открытом грунте для последующей оценки устойчивости полученного потомства.

**Рисунок 9. Схема однолетнего цикла, ускоряющего селекционный процесс путем отбора устойчивых форм моркови столовой с использованием иммунологической лабораторной оценки на стадии проростков**

Еще одна положительная сторона данного метода – это сокращение сроков ожидания, обеспечение стандартных условий проведения опыта и высокая воспроизводимость результатов, так как реакция растений на микотоксины определяется генотипом и в меньшей степени зависит от влияния окружающей среды.

**Корреляционная зависимость между полевыми и лабораторными методами оценки устойчивости растений моркови столовой.** В селекционной работе редко приходится иметь дело с точными и определенными связями, когда каждому значению одной величины соответствует строго определенное значение другой величины. При изучении корреляционных связей возникают два основных вопроса – о тесной связи и о форме связей (Доспехов Б.А., 1979).

Информация о некоторых закономерностях в проведении лабораторных и полевых опытах, получаемая при изучении корреляции, позволяет выбрать те методы или комплекс методов, которые дадут возможность с меньшими затратами достичь положительных результатов при работе по устойчивости (Иванова М. И., 2012).

Отмечена достаточно тесная корреляционная зависимость между полевыми и лабораторными опытами, о чем свидетельствуют данные таблицы 5 и результаты корреляционного анализа многолетних данных. Коэффициенты корреляций составили: между опрыскиванием суспензией спор листовой пластины (*A.dauci)* и инфекционным фоном (*A. dauci*) (r=0,73); заражением сеянцев (*A. radicina*) и инфекционным фоном (*Fusarium*) (r=0,70); заражением сеянцев (*Fusarium)* и инфекционным фоном (*A. radicina*) (r=0,70); заражением сеянцев (*Fusarium)* и инфекционным фоном (*Fusarium*) (r=0,75); заражением дисков мицелиальными блоками (*A. radicina*) и инфекционным фоном (*A. radicina*) (r=0,74); заражением дисков мицелиальными блоками (*A. radicina*) и инфекционным фоном (*Fusarium*) (r=0,71); заражением дисков мицелиальными блоками (*Fusarium)* и инфекционным фоном (*A. radicina*) (r=0,71); заражением дисков мицелиальными блочками (*Fusarium)* и инфекционным фоном (*Fusarium*) (r=0,73); фильтратом культуральной жидкости (*A. radicina*) и инфекционным

фоном (*A. radicina*) (r=0,78); фильтратом культуральной жидкости (*A. dauci*) и Инфекционным фоном (*A. dauci*) (r=0,74); фильтратом культуральной жидкости (*Fusarium)* и инфекционным фоном (*Fusarium*) (r=0,71).

**Таблица 5. Группы устойчивости исходных сортопопуляций моркови столовой при оценке различными методами на соответствующих стадиях развития растений**

| Сортообразцы | Группы устойчивости ***(2010-2014 годы)** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 год вегетации | | | | | 2 год | | | | |
| | сеянцы *A.radicina*+ *A.dauci* | | | листья *A.dauci* | | корнеплод *A.radicina* | | | листья *A.dauci* | |
| | МкТ | ИИФ | ЕИФ | ПИФ | ЕИФ | ИИФ | ПИФ | ЕИФ | ИИФ | ЕИФ |
| Витаминная 6 | III | III | II | III | II | III | II | II | III | III |
| Лосиноостровская 13 | II | III | II | III | II | III | II | II | III | II |
| Суражевская 1 | II | II | II | II | II | II | II | II | II | II |
| Леандр | III | II | II | III | II | III | II | II | III | II |
| Нюанс | III | III | II | III | II | III | III | II | II | III |
| Московская зимняя А 515 | III | III | II | III | II | III | III | II | II | III |
| Топаз F1 | III | III | III | II | III | III | III | II | III | II |
| Звезда F1 | III | III | II | III | III | III | III | III | III | II |
| Королева осени | III | III | III | II | III | III | III | III | III | III |
| Колорит F1 | III | III | II | III | III | II | II | II | III | III |
| Иркут F1 | III | III | II | II | III | II | II | II | II | II |
| Бирючекутская | IV | III | III | III | IV | IV | II | III | IV | III |
| Несравненная | IV | III | III | III | IV | IV | III | III | III | III |
| Тайфун | IV | IV | IV | IV | IV | IV | IV | III | IV | IV |

*II – относительно устойчивые; III-средневосприимчивые; IV- восприимчивые; МкТ – метод ф.к.ж; ИИФ – искусственное заражение растений в лабораторных условиях; ПИФ- полевой провокационный инфекционный фон; ЕИФ – естественный инфекционный фон в открытом грунте.

**Схемы селекционного процесса по выявлению источников и создания исходного материала моркови столовой с групповой устойчивостью к патогенам из родов *Alternaria* и *Fusarium*.** В ходе наших исследований были разработаны основные принципы последовательности включения различных методов иммунологической оценки и чередования двулетнего и однолетнего циклов развития растений моркови столовой (рис.10) в схемы соответствующих этапов селекционного процесса (рис.11, 12) с целью повышения напряженности отбора и эффективности селекции, экономии времени и ценного селекционного материала.

На этапе питомника исходного материала (рис.11) предлагаем использовать оценку устойчивости растений на почвенных инфекционных фонах в сочетании с опрыскиванием вегетирующих растений суспензией спор и комплекс лабораторных методов, включающих оценку сеянцев и семенного материала. В результате получим первичную оценку устойчивости образцов коллекционного материала и выровненности образцов по устойчивости. Проведение

последовательных индивидуальных отборов устойчивых корнеплодов до и после хранения позволяет получить устойчивый исходный материал.

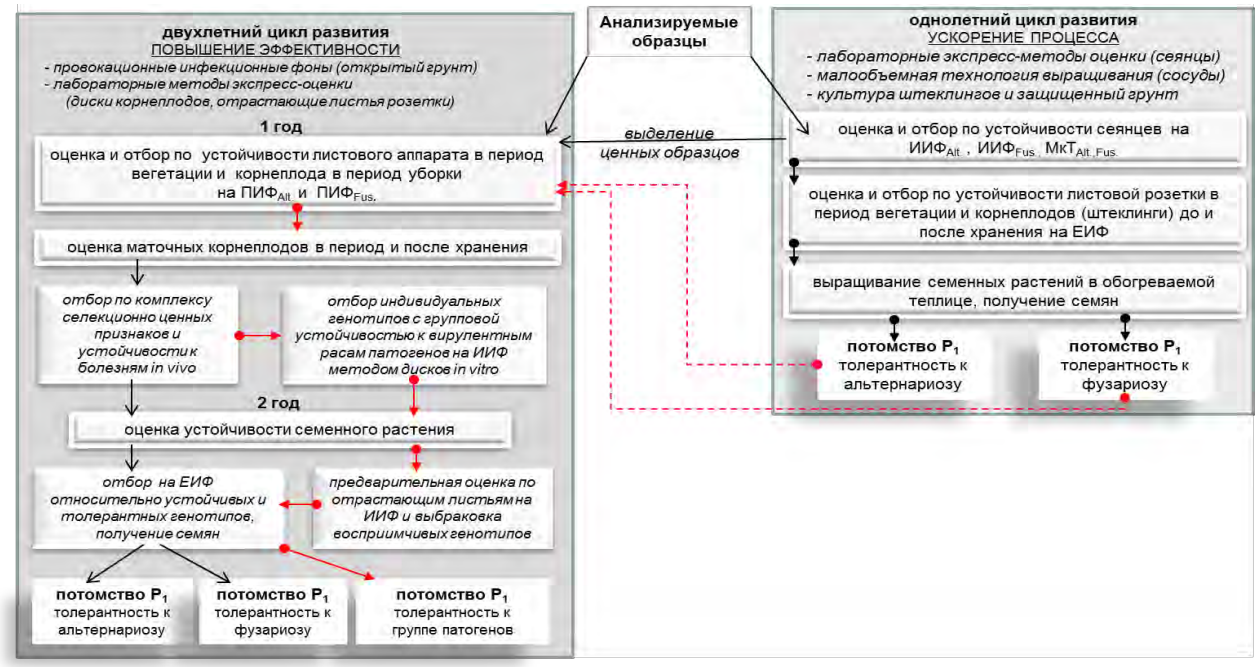


**Рисунок 10. Общая схема отбора устойчивых форм, направленная на ускорение и повышение его эффективности, путем включения различных методов иммунологической оценки и чередованием двулетнего и однолетнего циклов развития растений моркови столовой**.

**Рисунок 11. Схема оценки устойчивости к *Alternaria* и *Fusarium* в питомнике исходного материала**

На этапе селекционного питомника (рис.12) для растений первого года жизни рекомендована та же схема, что и для питомника исходного материала, только с добавлением оценки проростков на токсине патогенов. Для растений 2-го года используется метод заражения дисков корнеплодов для оценки выровненности линейных и сортовых образцов по устойчивости, а также индивидуальный отбор устойчивых растений (путем сохранения головки корнеплода). Предварительную оценку по признаку устойчивости к листовым болезням проводим методом опрыскивания суспензией в лабораторных условиях, результат получаем через 14 дней. В

результате получаем комплексную оценку устойчивости семенников. Сбор семян проводим только с устойчивых растений.

**Рисунок 12. Схема оценки устойчивости к *Alternaria* и *Fusarium* в селекционном питомнике**

Всего за годы работы было выделено 54 устойчивых, 247 слабовосприимчивых, 213 средневосприимчивых и 124 восприимчивых сортообразца моркови столовой. В результате применения селекционно-иммунологической системы методов из различных линий, сортовых и гибридных популяций был получен ценный исходный материал моркови столовой с устойчивостью к отдельным видам и группе возбудителей моркови столовой (табл. 6).

**Таблица 6. Характеристика выделенного исходного материала моркови столовой с групповой устойчивостью к альтернариозу и фузариозу**

| Сортообразцы | Группы устойчивости (2015-2019 годы) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 год вегетации | | | | | 2 год | | | | |
| | сеянцы *A.radicina*+ *A.dauci* | | | листья *A.dauci* | | корнеплод *A.radicina* | | | листья *A.dauci* | |
| | МкТ | ИИФ | ЕИФ | ПИФ | ЕИФ | ИИФ | ПИФ | ЕИФ | ИИФ | ЕИФ |
| **Витаминная 6** | **II** | **II** | **I** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** |
| **Лосиноостровская 13** | **II** | **II** | **I** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** |
| **Суражевская 1** | **II** | **II** | **I** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** |
| **Леандр** | **II** | **II** | **II** | **II** | **II** | **III** | **II** | **II** | **II** | **II** |
| Нюанс | II | III | I | II | II | III | II | II | II | III |
| Московская зимняя А515 | III | II | II | III | II | III | III | II | II | II |
| Топаз F1 | II | III | III | II | III | III | III | II | II | II |
| Звезда F1 | II | II | III | II | III | III | II | III | III | II |
| Королева осени | III | III | IV | II | III | III | II | III | III | III |
| Колорит F1 | III | II | III | III | III | II | II | II | II | II |
| Иркут F1 | III | III | II | II | III | II | II | II | III | II |
| **1268** | **III** | **II** | **I** | **III** | **II** | **II** | **II** | **II** | **III** | **II** |
| **690П** | **II** | **III** | **II** | **II** | **III** | **II** | **II** | **II** | **III** | **II** |
| **1238В** | **III** | **III** | **II** | **III** | **III** | **III** | **II** | **II** | **II** | **II** |
| **661В** | **III** | **III** | **II** | **II** | **III** | **III** | **III** | **II** | **II** | **III** |

Среди них особо выделяются (табл. 6) сорта - Витаминная 6, Лосиноостровская 13, Суражевская 1, Леандр; линии – 1268, 690П, 1238В, 661В.

Эффективность предложенных схем ускорения селекционного процесса наглядно можно проследить на примере выделенных образцов. Так, при оценке к *Alternaria dauci* и к *Fusarium oxysporum* (рис.13, 14) исследуемый сортовой и линейный материал на момент индивидуального и семейственного отбора, проводимого в 2011 г., входил в группу средневосприимчивые. После проводимых отборов по устойчивости в 2014 г. исследуемый материал вошел в группу устойчивых и слабовосприимчивых.

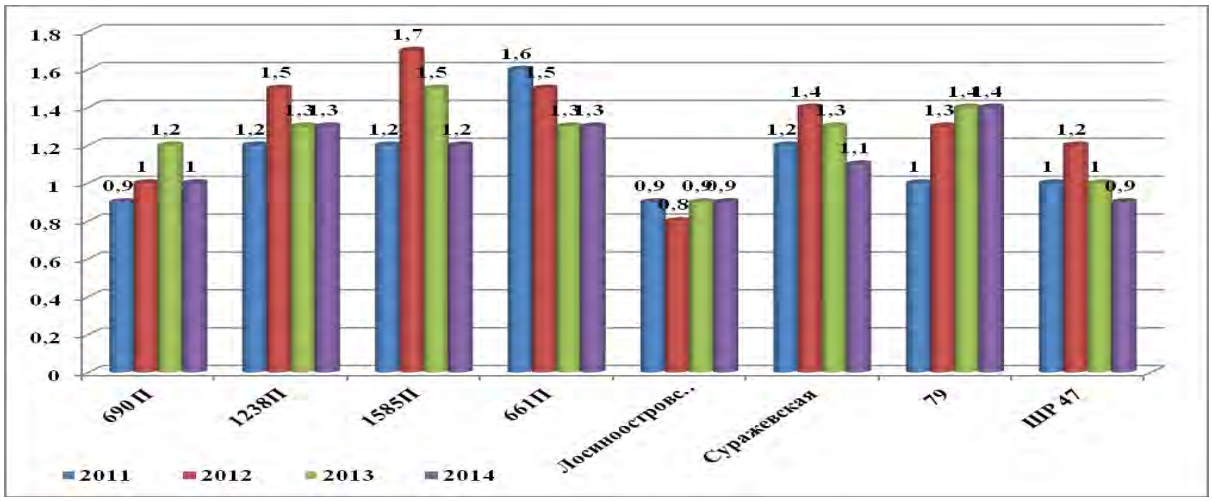


**Рисунок 13. Оценка устойчивости к *Alternaria dauci* перспективных сортообразцов моркови столовой**

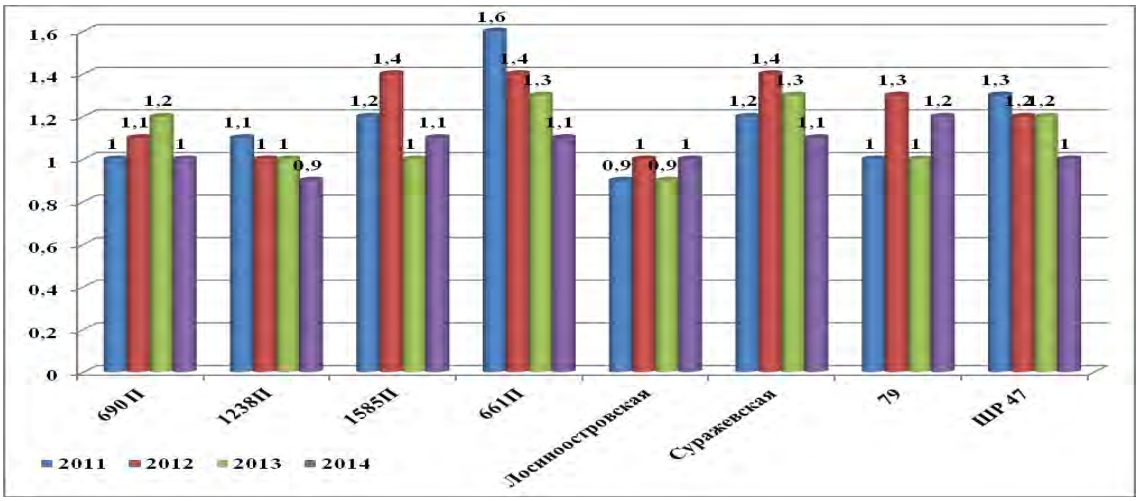


**Рисунок 14. Оценка устойчивости к *Fusarium oxysporum* перспективных сортообразцов моркови столовой**

Статистический анализ методом $\chi^2$ также доказывает высокую результативность разработанной схемы селекционного процесса, который представлен на примере сорта моркови Суражевская 1 (получен в 2006 г. на Приморской опытной станции из сотротипа Флакке). На рисунке 15 отчетливо видна тенденция уменьшения числа растений с высокими баллами поражения и увеличения относительно устойчивых растений после каждого цикла отбора. Уже

после второго отбора произошло достоверное изменение структуры отобранной субпопуляции ($\chi^2_{факт.} > \chi^2_{табл.}$) в сторону увеличения доли устойчивых растений. Существенные положительные результаты отборов как по устойчивости альтернариозу, так и по устойчивости фузариозу, отмечены, у потомства третьего отбора. При этом, с каждым последующим циклом отборов увеличивалось не только число относительно устойчивых растений, но и снижался средний балл поражения (табл.7).

**Таблица 7. Изменение состава сортопопуляции моркови столовой сорта Суражевская 1 по степени устойчивости, балл.**

| Фон для проведения оценки | 2011 год | 2013 год | 2015 год | 2017 год | 2019 год |
|---|---|---|---|---|---|
| Искусственный фон, *A.* sp. | 2,8 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 1,3 |
| Искусственный фон, *F.* sp. | 2,9 | 2,6 | 1,9 | 1,5 | 1,2 |
| Естественный инфекционный фон | 2,0 | 1,9 | 1,5 | 1,3 | 1,0 |

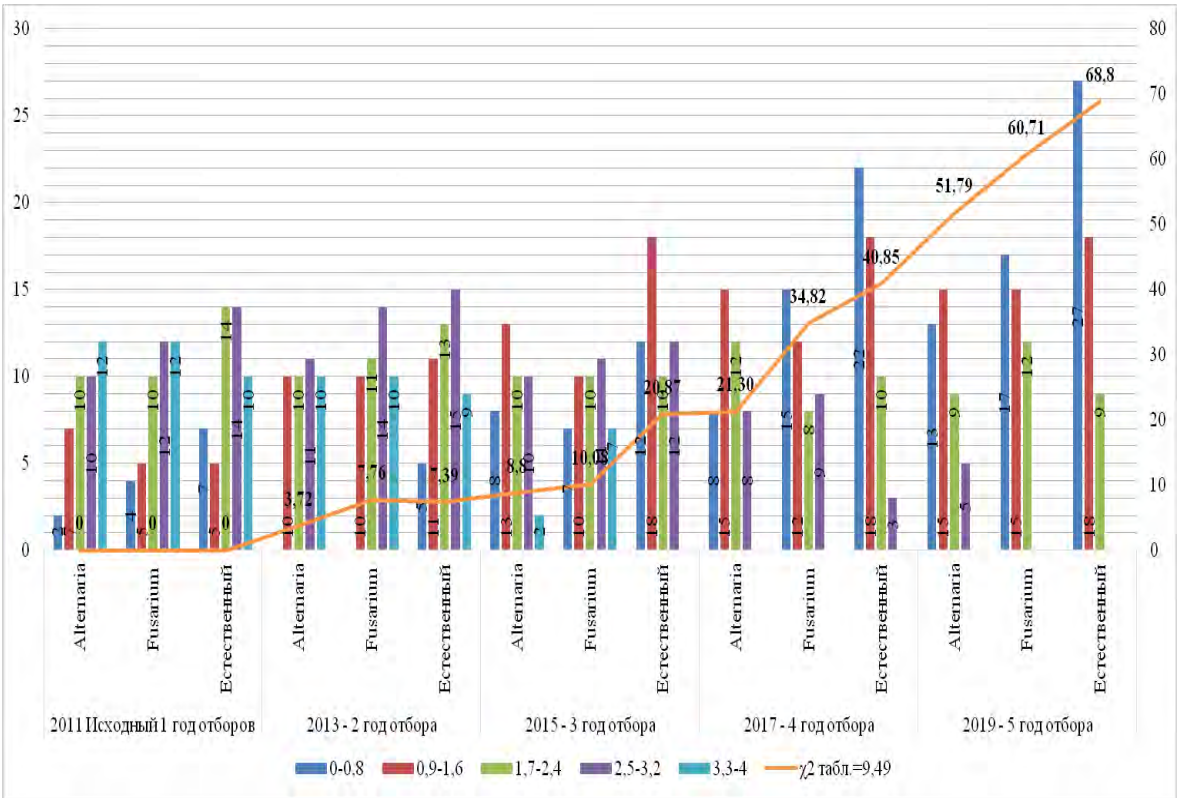


**Рисунок 15. Оценка правильности проводимых отборов на рост устойчивых генотипов по критерию χ2 на сорте Суражевская 1 по трем фонам**

Разработанная система селекционно-иммунологических методов позволяет также экономически эффективно распределять затраты на проведение опытов, поскольку лабораторные опыты не заменяют полевые и при проведении исследований требуется задействовать все варианты. Анализ показал, что общие затраты при полевом опыте, проводимого с мая по октябрь, на двух инфекционных фонах в среднем составляет 2688 руб. на 100 образцов, а при проведении круглогодичных исследований по оценки устойчивости

лабораторными методами - 3846 руб. на 100 образцов. Тем не менее, за счет ускорения и повышения эффективности селекционного процесса данные затраты на создание новых устойчивых форм сопоставимы.

**Результаты практической селекции по созданию устойчивых сортов и гибридов моркови столовой.** В современных условиях отечественных сортов и гибридов с относительной комплексной устойчивостью к заболеваниям крайне мало. Оценка сортов и гибридов на устойчивость к болезням – одно из звеньев селекции и государственного испытания на хозяйственную ценность. Для создания новых сортов и гибридов были отобраны полученные в ходе работы фертильные и стерильные селекционные образцы сортотипов Берликум / Нантская и Шантенэ.

Работа по созданию новых ***межлинейных гибридов*** была начата с 2014 г. Основные критерии отбора и подбора родительских компонентов для гибридизации - это урожайность, товарность, устойчивость к цветушности и комплексу болезней (Сазонова, 1983). В селекционную работу мы отобрали устойчивые фертильные и стерильные ♀ линия «А» и ♂ линия «В», опылители линии «С», сортотипа Берликум / Нантская – селекции ВНИИО (табл. 8).

**Таблица 8. Линейный материал для гибридной селекции моркови столовой**

| Линия | Происхождение | Сортотип |
|---|---|---|
| Фертильные | | |
| 1268 | Лосиноостровская – 13 | Берликум/ Нантская |
| 1238 В | НИИОХ – 336 | Нантская |
| 661 В | Витаминная – 6 | Нантская |
| 225 В | Лосиноостровская – 13 | Берликум / Нантская |
| Стерильные | | |
| № 22 | Китай | Берликум/ Нантская |
| К 45 | Италия | Берликум/ Нантская |
| МС 1-1 | Италия | Берликум/ Нантская |

Оценку устойчивости к *Alternaria dauci и Fusarium oxysporum* проводили с 2014 по 2019 гг. В результате комплексной оценки 7 гибридных комбинаций всеми методами по устойчивости к альтернариозу и фузариозу (рис. 16, 17) выделились три комбинации: линия 22 × 1268; МС 1-1 х 1268 и К 45 х 1268 они характеризуются как слабовосприимчивые со средневзвешенным баллом поражения по образцу от 0,9 до 1,5.

Форма корнеплода в гибридных комбинациях тупоконечная, масса корнеплода 175 и 202 г. Длина корнеплода варьировала от 16 см до 22 см. Высота листовой пластины от 35 см до 48 см. У комбинации К 45 х 1268 головка корнеплода 3 см., середина – 2 см., кончик корнеплода – 1,5 см.; у комбинации МС 1-1 х 1268 соответственно 3, 2, 1.5 см. Данные гибриды характеризуются как среднеспелые. Розетка листьев полу раскидистая. Лист средней длины,

зеленый, среднерассеченный. Сердцевина и кара оранжевые. Вкусовые качества хорошие и отличные. Содержание сухого вещества от 12,5 до 15,4%, общего сахара от 8,1 до 9,3%, каротина до 25,0 мг на 100 г сырого вещества. Выход маточников от 70% до 90% после семи месяцев хранения при температуре 0+1°С и относительной влажности воздуха 90-95%.

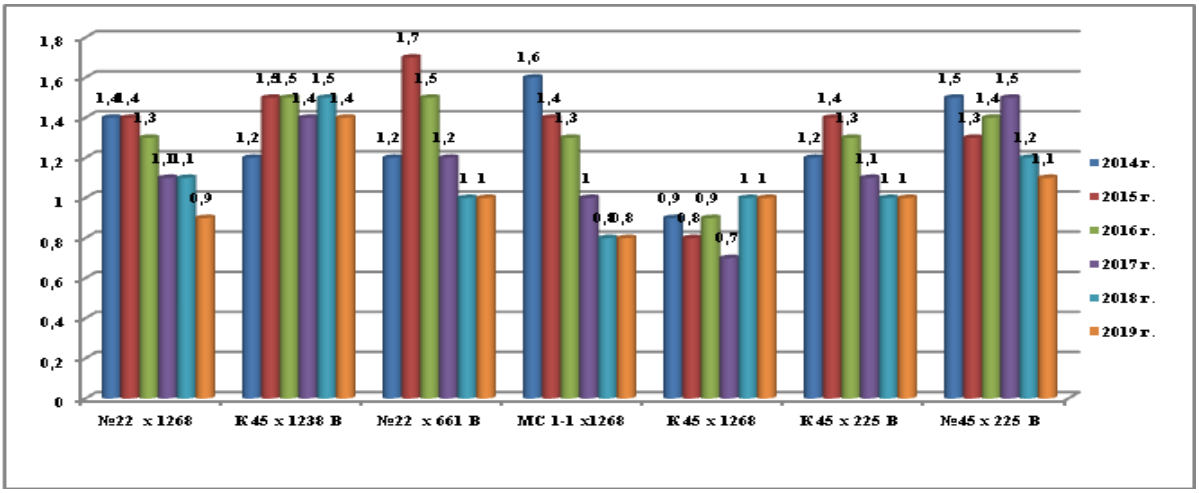


**Рисунок 16. Оценка устойчивости гибридных комбинаций к *Alternaria dauci***

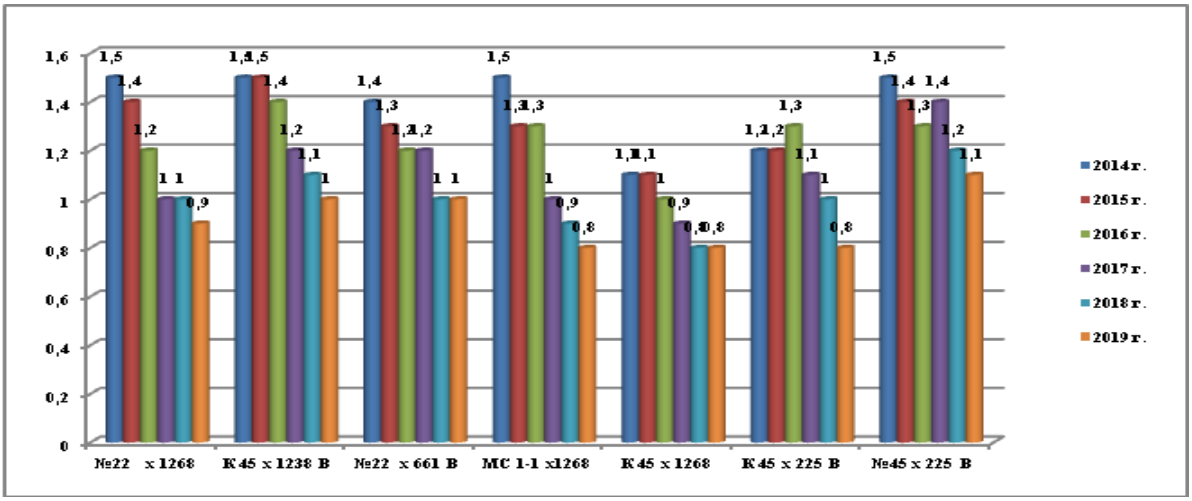


**Рисунок 17. Оценка устойчивости гибридных комбинаций к *Fusarium oxysporum***

***Характер наследуемости признака устойчивости в гибридном потомстве.*** Наследуемость, степень обусловленности фенотипической изменчивости какого-либо признака в популяции растений генотипическими различиями между особями. Общая фенотипическая изменчивость в популяции является суммарным результатом генотипической изменчивости и изменчивости, вызываемой факторами внешней среды. Для характеристики наследуемости применяют популяционно-генетический параметр, или коэффициент наследуемости, который является необходимым условием для эффективной селекции (Никоро, Рокицкий, 1972). Объектами исследований являлись три гибридные комбинации МС 1-1 х 1268, К45 х 1268 и 22 х 1268.

В результате корреляционного анализа и вычисления коэффициента наследуемости комбинации К45х1268 видно, что при оценке устойчивости к *Alternaria* (рис. 18) и *Fusarium* (рис. 19) материнский тип К45 имел слабую иммунную форму следовательно отцовская форма 1268 способствует передаче устойчивости.

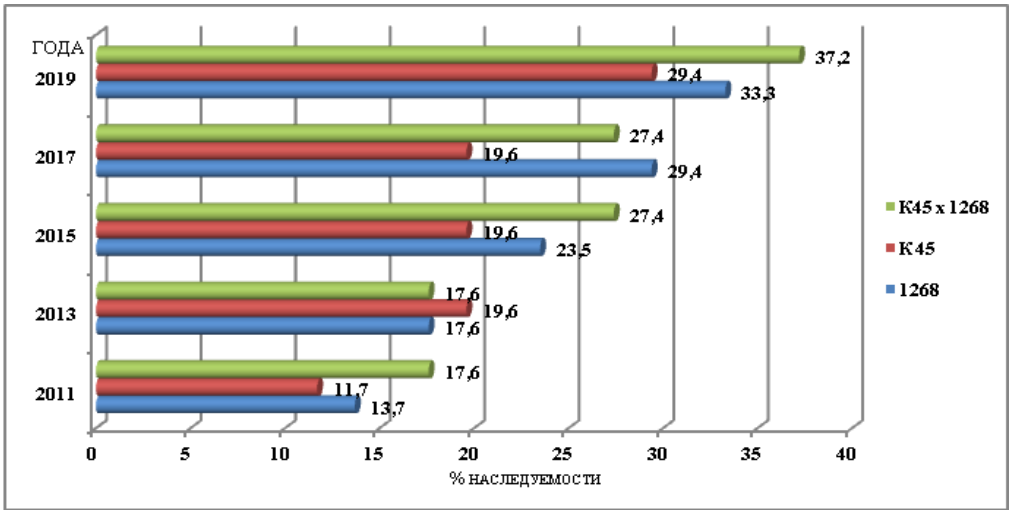


**Рисунок 18 Коэффициент наследуемости устойчивости у родительских форм и гибрида к *Alternaria dauci*, % К-45 х 1268**

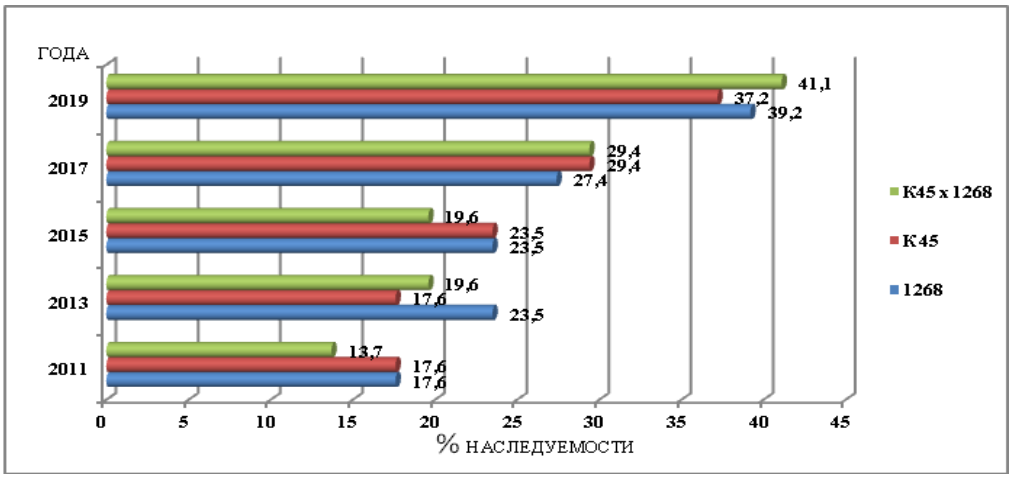


**Рисунок 19. Коэффициент наследуемости устойчивости у родительских форм и гибрида к *Fusarium oxysporum*, % К-45 х 1268**

Выявленные особенности проявления и особенностей наследования признака устойчивости к микопатогенам были учтены при создании новых гибридов Красногорье F1 и Таврида F1. Они были получены путем индивидуального и семейственного отборов с использованием разработанной селекционной системы иммунологических методов оценки: по устойчивости первогодников на инфекционных фонах, второгодников к листовым патогенам, проростков на фильтрат культуральной жидкости и метод диски (рис.20).

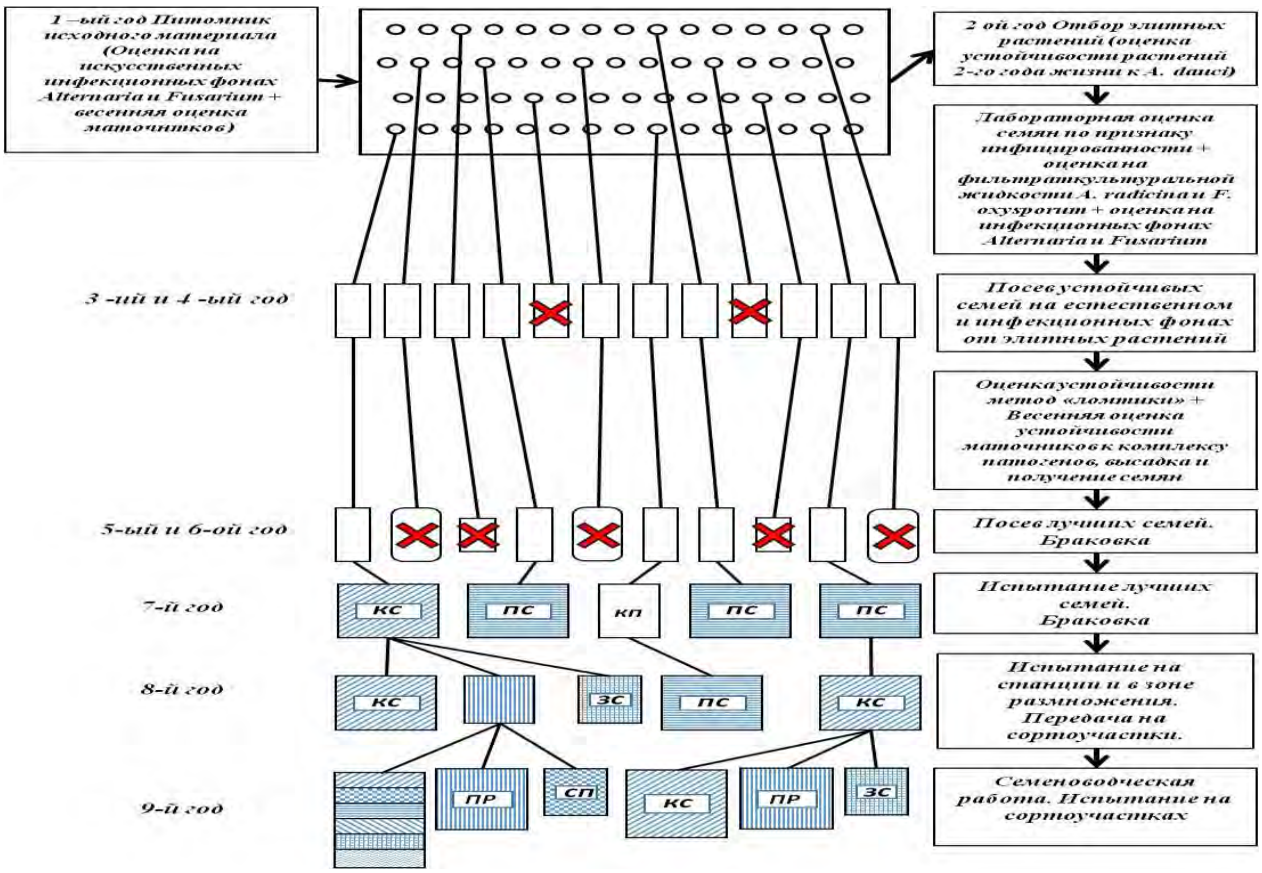


**Рисунок 20. Схема индивидуального отбора при создании гибридов F1 Красногорье и F1 Таврида с вовлечением комплекса лабораторных методов**

***Гибрид F1 Таврида*** создан из линий 690П х №79. В 2014 и 2015 годах, проходил испытания в контрольном и конкурсном питомниках. Стандартом служил гибрид F1 Канада (табл.9).

**Таблица 9. Урожайность гибрида Таврида $F_1$ (2014, 2015 гг.)**

| Гибрид | Урожайность, т/га | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2014 г | | 2015 г | |
| | т/га | % к контролю | т/га | % к контролю |
| Канада $F_1$ (St) | 51,0 | 100,0 | 66,0 | 100,0 |
| Таврида $F_1$ | 53,0 | 103,9 | 71,7 | 108,6 |

Гибрид Таврида F1 отличается высокой урожайностью - 71 т/га, выровненостью по форме корнеплода, среднеспелостью, начало хозяйственной годности корнеплодов на 110 сутки от всходов. Корнеплод цилиндрический, ярко-оранжевый, средняя масса 110-120 г. Содержание каротина 19,0 мг%, сахаров 8-10%.

***Гибрид F1 Красногорье*** создан из линий 661 П х ШР 47. Испытания в контрольном и конкурсном питомниках в 2016 г. и 2017 г. Среднеспелый, от массовых всходов до технической спелости 100-110 суток. Урожайность (табл.10) 71 т/га. Розетка листьев полураскидистая. Корнеплод длиной 14см, конический со слабым сбегом к основанию, оранжево-красные. Содержание каротина 18-20 мг%, сахаров 7-10 %.

**Таблица 10. Урожайность гибрида Красногорье $F_1$ (2016-2017 гг.)**

| Гибрид | Урожайность, т/га | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2016 г. | | 2017 г. | |
| | т/га | % к стандарту | т/га | % к стандарту |
| Камарилло $F_1$ St | 52,2 | 100,0 | 67,5 | 100,0 |
| Красногорье $F_1$ | 56,0 | 107,2 | 71,0 | 105,1 |

При создании новых сортов Крейсер моркови столовой использовали так же схему индивидуального и семейственного отборов (рис.21), которые включают в себя следующие методы оценки: первогодников на инфекционных фонах, второгодников к листовым патогенам и оценка проростков на фильтрат культуральной жидкости.

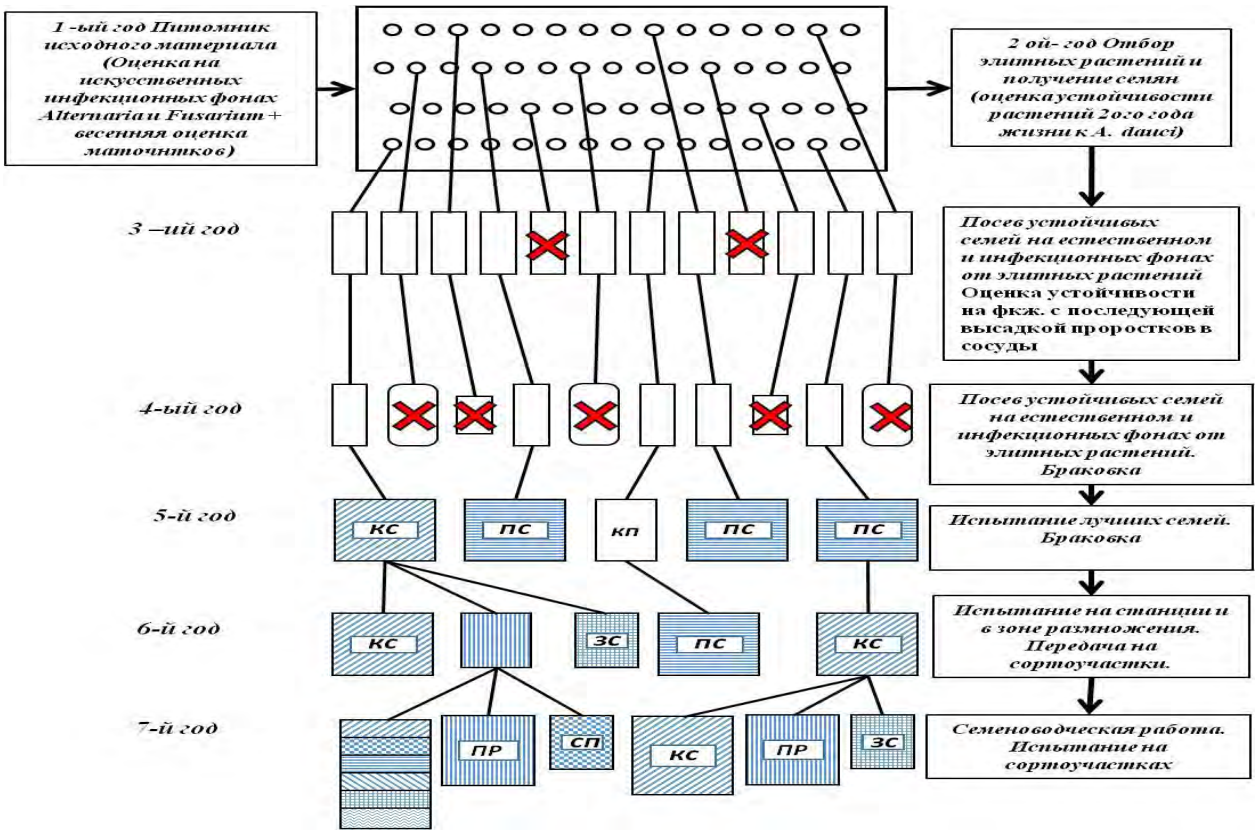


**Рисунок 21. Схема индивидуального отбора при создании сорта Крейсер с вовлечением комплекса лабораторных методов**

***Сорт Крейсер*** создан из сортотипа Берликум / Нантская из сортопопуляций Лосиноостровская 13 × Суражевская 1. Стандартами служили сорта Рогнеда (оригинатор Воронежская ООС – филиал ФГБНУ ФНЦО) и Неженка (оригинатор Агрохолдинг «Поиск»). Испытания в конкурсном питомнике были в 2018 г. и 2019 г. От массовых всходов до технической спелости 100-110 суток. Корнеплод длиной 17-20 см, конический со слабым сбегом к основанию. Окраска оранжево-красная. Содержание каротина в корнеплодах – 20мг %, сахаров - 10 %.

Учет урожайности показал стабильное превышение в конкурсном питомнике за 2018-2019 гг. (табл. 11). У сорта Крейсер в 2018 г. 66,3, а в 2019 г. - 59,8 т/га. У стандартов соответственно от 55 до 62 т/га. 2020 г. сорт Крейсер проходит испытание на госсортоучастках.

**Таблица 11.Урожайность сорта Крейсер (2018-2019 гг.)**

| Сорт | Урожайность, т/га | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2018 г. | | 2019 г. | |
| | т/га | % к стандартам | т/га | % к стандартам |
| Неженка St 1 | 60,2 | 100,0 | 55,8 | 100,0 |
| Рогнеда St 2 | 62,9 | 100,0 | 58,1 | 100,0 |
| Крейсер | 66,3 | 105,4-110,1 | 59,8 | 102,9-107,1 |

**5. Перспективы вовлечения в селекционный процесс дикорастущих видов и разновидностей рода *Daucus*.** Род *Daucus* L., насчитывает по разным данным от 20 до 25 видов. Межвидовая гибридизация культурной моркови с дикими видами изучена недостаточно. Однако, очевидно, дикорастущие виды обладают рядом ценных для селекции признаков и могут применяться с целью передачи генов, контролирующих устойчивость, к культурным видам.

В качестве исходного исследуемого материала послужили 27 образцов диких видов и разновидностей моркови рода *Daucus*. Семенной материал был предоставлен профессором Ботанического сада МГУ Пименовым М.Г.; доктором наук ФГБНУ ФНЦО Тиминым Н.И. и кандидатом наук Тиминой Л.Т. Линейный материал моркови столовой селекции ВНИИО, чистые культуры *Fusarium* и *Alternaria.*

На первоначальном этапе работы обследовали семена диких видов из разных экологических зон по признаку инфицированности семян. В результате при учете энергии прорастания семян выделены, патогенны рр. *Fusarium* и *Alternaria.*

Дикие виды считаются устойчивыми, но устойчивые они именно к тем болезням, где они произрастают. Поэтому на втором этапе была проведена комплексная селекционно-иммунологическая оценка устойчивости к местным патогенам (Московская область) образцов из различных зон происхождения. В результате четырехлетней оценки диких форм выделены устойчивые образцы (табл.12): №№10, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27 с баллом устойчивости от 0,3 до 0,9. Данные образцы являются ценным исходным селекционным материалом для проведения дальнейшей работы.

В ходе исследований дано ботаническое описание и выявлены: образцы с характерным бордовым цветочком: **Д 10** *Daucus carota* L.var. *maximus.* Turkey A 4 prov. Kastamonu, Küre, **Д 21** *Daucus carota.* Таджикистан, **Д 27** *Daucus carota*, Узбекистан Кашка-дорынская область; образцы с белой окраской зонтика: **Д 26** *Daucus carota,* Узбекистан к востоку от Самарканда

Зеравшанский заповедник, **Д 18** *Daucus carota* Ro Афганистан, **Д 13** *Daucus halophilus* Brot. Portugal, Estremadure, Cabo da Roca, (солелюбивая), **Д 17** - 70-13 *Daucus mexinus,* **Д 19** *Daucus carota* Таджикистан, **Д 20** *Daucus setifolius* Марокко, **Д 23** *Daucus setifolius* Dest Марокко*;* образец с желтой окраской зонтика: **Д 11** *Daucus broteri* Turkey, Karaman Toros Dağlari, Ermenek region, **Д 16** *Daucus carota* L. Portuqal, Modeira, E part, levada Machico-Maraços, **Д 22** *Daucus muricatus* Марокко.

**Таблица 12. Оценка устойчивости к *Alternaria dauci* дикорастущих видов и разновидностей рода *Daucus***

| Название | Происхождение | Средний балл поражения на трех инфекционных фонах | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2008 г. | 2010 г. | 2012 г. | 2014 г. |
| № 1. *Daucus littoralis* Sm. | Турция | 1,5 | 2 | 2 | 2,2 |
| № *2. Daucus carota* L. | Турция | 1,8 | 1,5 | 1,5 | 1,6 |
| № 3. *Daucus carota* L. | Турция | 1 | 1,2 | 1,5 | 1,7 |
| № 4. *Daucus guttatus* Sibth. | Турция | 1 | 1,8 | 1,9 | 1,3 |
| № 5. *Daucus bicolor* Sibth. | Турция | 2 | 2 | 2,1 | 2 |
| № 6. *Daucus guttatus* Sibth. | Турция | 1,5 | 1,3 | 1,7 | 2,1 |
| № 7. *Daucus involueratus* Sibth. | Греция | 0,9 | 1,2 | 1,6 | 1,5 |
| № 8. *Daucus carota* L. | Греция | 1 | 1,1 | 1,4 | 1,5 |
| № 9. *Daucus carota* L. | Турция | 1 | 1,5 | 1,7 | 1,5 |
| **№ 10. *Daucus carota* subsp. *maximus* (Desf.) Ball.** | **Турция** | **0,8** | **0,3** | **0,5** | **0,3** |
| **№ 11. *Daucus broteri* Ten.** | **Турция** | **0,6** | **0,8** | **0,8** | **0,8** |
| № 12 *Daucus carota* L. | Португалия | 0,8 | 1,1 | 1 | 1,3 |
| **№ 13. *Daucus halophilus* Brot.** | **Португалия** | **0,5** | **0,8** | **0,6** | **0,8** |
| № 14. *Daucus carota* L. | Турция | 0,9 | 1 | 1,2 | 1,3 |
| № 15. *Daucus carota* L. | Турция | 1 | 1,5 | 2 | 2,1 |
| **№ 16. *Daucus carota* L.** | **Португалия** | **0,9** | **0,8** | **0,8** | **0,8** |
| **№17. -70-13 *Daucus maximus* Desf.** | **Турция** | **-** | **-** | **0,8** | **0,4** |
| **№ 18. *Daucus carota* Roth.** | **Афганистан** | **-** | **-** | **0,5** | **0,5** |
| **№ 19. *Daucus carota* L.** | **Таджикистан** | **-** | **-** | **0,9** | **0,6** |
| **№ 20. *Daucus setifolius* Desf.** | **Марокко** | **-** | **-** | **0,7** | **0,8** |
| **№ 21. *Daucus carota* L.** | **Таджикистан** | **-** | **-** | **0,9** | **0,6** |
| **№ 22. *Daucus muricatus* (L.) L.** | **Марокко** | **-** | **-** | **0,8** | **0,7** |
| **№ 23. *Daucus setifolius* Desf.** | **Марокко** | **-** | **-** | **0,9** | **0,8** |
| № 24. *Daucus setifolius* Desf. | Марокко | - | - | 1,2 | 1,4 |
| № 25. *Daucus carota* L. | Испания | - | 1,8 | 1,5 | 1,2 |
| **№ 26. *Daucus carota* L.** | **Узбекистан** | **-** | **0,7** | **0,8** | **0,8** |
| **№ 27. *Daucus carota* L.** | **Узбекистан** | **-** | **0,9** | **0,3** | **0,3** |

Во время вегетации описаны морфологические особенности растений, отмена сильная вариабельность по окраске листьев от зеленых до темно-зеленых, выявлены растения с разнообразной формой листа и сегментиков. Данное описание будет учитываться в дальнейшей

селекционной работе при проведении насыщающих скрещиваний и характера передачи признаков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании многолетних лабораторных и полевых исследований с 2011 по 2019 гг. дано теоретическое обоснование и практические рекомендации ведения селекционной работы для повышения устойчивости моркови столовой к группе возбудителей наиболее вредоносных и распространенных микозов моркови столовой по альтернариозу и фузариозу.

В результате изучения микозов в лабораторных условиях с 2011 по 2014 гг. из разных эколого-географических зон – Ростовской, Воронежской и Московской областей – получены следующее результаты:

- при комплексном методологическом подходе проведена оценка инфицированности семян исходного, селекционного и гибридного материала моркови столовой. Методом покровных стекол из ризосферы и основной почвы выявлены патогены *Fusarium, Pythium, Mucor, Penicillium, Pythium, Botrytis cinerea*. Определены наиболее часто встречаемые возбудители из родов *Alternaria и Fusarium* на растениях и корнеплодах моркови столовой. По итогам исследований выделено более 60 изолятов.
- дано морфологическое описание изолятам родов *Alternaria и Fusarium* с использованием метода микроскопии, определены виды с помощью ПЦР анализа.
- получены чистые культуры грибов различного эколого-географического происхождения (17 изолятов *Alternaria* и 25 *Fusarium*). Выделены наиболее агрессивные штаммы из образцов моркови различного происхождения, по альтернариозу: Воронежская ООС (2,7 балл); ВНИИО (3 балл); Ростовская ООС (2,6 балл); по фузариозу: Воронежская ООС (3,3 балл); ВНИИО (2,5 балл); Ростовская ООС (1,5 балл).
- выявлена корреляционная зависимость между распространенностью микозов и агроклиматическими показателями. Наиболее тесная связь существует с влажностью почвы 0,91 и температурой 0,82. При высокой влажности почвы более 70% и высоких температурах +16 +25°С создаются оптимальные условия для развития болезней, которые поражают растения через корневую систему и полностью приводит к гибели растений.

Выявлен высокий коэффициент корреляционной зависимости (более 0,70) между оценкой устойчивости к микозам в полевых и лабораторных опытах: опрыскивание суспензией спор листовой пластины *A. dauci;* заражение сеянцев *A. radicina* и *F.oxysporum*; заражение дисков мицелиальными блоками *A. radicina* и *F. oxysporum*; оценка на фильтрат культуральной жидкости *A. dauci* и *F. oxysporum;* оценка устойчивости на искусственных инфекционных фонах *A. radicina, A. dauci* и *F. oxysporum.*

Разработан и применен на практике экспресс- метод оценки устойчивости исходного и селекционного материала моркови столовой к фитопатогенам с использованием фильтрата культуральной жидкости. Его преимущество: за зимний период проводится оценка большого количества образцов и высадка устойчивых проростков в сосуды для получения устойчивого материала. Установлено, что для экспресс - оценки моркови столовой на устойчивость к альтернариозу и фузариозу *in vitro* наиболее эффективным является использование 50%- ф.к.ж. Модифицирован метод отделенных листьев.

Разработаны схемы селекционного процесса позволяющие ускорить и повысить эффективность создания новых устойчивых сортов и гибридов. Показана результативность применении метода последовательных отборов для повышения устойчивости селектируемого материала к *Alternaria* и *Fusarium* (пораженность через пять лет снизилась с 83,3% до 16,7%). Обосновано применение математической обработки по критерию $\chi^2$ для оценки эффективности применяемых схем секции по отбору устойчивости генотипов.

В результате комплексных применения комплексных схем, было выявлено 54 сортообразца моркови столовой с устойчивостью, 247 слабовосприимчивых образца к *A. radicina, A. dauci* и *F. oxysporum.* В результате изучения сортообразцов моркови столовой в 2011-2019 гг. в условиях Московской области, выявлены источники групповой устойчивости к поражению *Alternaria и Fusarium* на разных стадиях онтогенеза,: сорта – Бирючекутская, Суражевская 1, Витаминная 6, НИИОХ-336; Лосиноостровская 13; Бессердцевинная, Королева осени, Леандр, Московская зимняя А-515, Королева осени, Шантенэ роял, Нюанс; линейный материал моркови столовой: 1238П, 1585П, 1585В, 661В, 661П, №45, 1238В, 1268, 690П, 690В, 11 СО, Addof 1, ШР – 47, МС 1-1, который может считаться источником устойчивости при создании новых гибридов.

Создано два новых сорта и три гибрида моркови столовой путем индивидуального и семейственного отборов: гибриды $F_1$ Корсар, $F_1$ Таврида, $F_1$ Красногорье; сорта Крейсер и Арго, которые обладают слабой восприимчивостью к микозам, высокой продуктивностью и комплексом конкурентных хозяйственно полезных признаков. Содержание каротина в корнеплодах гибрида Таврида $F_1$ – 19,0 мг%; Красногорье $F_1$ – 18-20 мг%, сахаров 8-10% и 7-10% соответственно; содержание каротина в корнеплодах сорта Крейсер – 20,1 мг%, сахаров 7-10%.

Выявлено, что устойчивость к патогенам наследуется по отцовскому компоненту, следовательно, в селекционном процессе следует использовать отцовские формы (линии). В результате получены новые гибридные комбинации: К-45 × 1238; №22 × 1268; №45 × 225В; №22 × 661В; №40 × 661В; МС 1-1 × 1268; К45 × 1268; К-45 × 225В, которые обладают высокой

продуктивностью и устойчивостью, товарность от 80 до 87%, массой корнеплода от 175 до 202 г.

Установлены источники устойчивости к местным патогенам родов *Fusarium* и *Alternaria* из дикорастущих видов и разновидностей рода *Daucus*: **Д 18** *Daucus carota* Ro Афганистан, **Д 21** *Daucus carota* Таджикистан, **Д 27** *Daucus carota* Узбекистан, **Д 10** *Daucus carota* L. var. *maximus*. Turkey, **Д 11** *Daucus broteri* Turkey, **Д 19** *Daucus carota* Таджикистан, **Д 23** *Daucus setifolius* Dest Марокко.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ

1. Использовать в селекционном процессе разработанные и апробированные комплекс селекционно-иммунологических схем, которые позволяют экономически эффективно сократить селекционный процесс.

2. Для ускоренного селекционного процесса применять экспресс метод - фильтрат культуральной жидкости для оценки устойчивости проростков моркови столовой с последующей высадкой в сосуды. Для получения достоверной оценки использовать 50%-ный ф.к.ж. Для проведения лабораторного опыта методом отделенных листовых пластин использованием 1% раствора гидрогеля.

3. Для достоверности данных при проведении отборов устойчивости-восприимчивости к патогенам растений моркови столовой на всех этапах двухлетнего цикла развития использовать математическую обработку $\chi^2$.

4. В качестве источников устойчивости вовлекать в селекционный процесс слабовосприимчивые сорта Суражевская, Витаминная 6, НИИОХ–336; Лосиноостровская 13; Бессердцевинная, Королева осени, Леандр, Московская зимняя А 515, Королева осени, Шантенэ роял, Нюанс; Линии: 1238П, 1585П, 1585В, 661В, 661П, №45, 1238В, 1268, 690П, 690В.

5. Для промышленного товарного производства и садово-огородного использования рекомендуются слабовосприимчивые, высокопродуктивные сорта и гибриды, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений: Королева осени, Амстердамская, Бессердцевинная, Суражевская 1, Несравненная, НИИОХ–336, гибриды Иркут $F_1$, Топаз $F_1$, Корсар $F_1$, Таврида $F_1$, Красногорье $F_1$.

6. Привлекать в селекционном процессе в качестве источников дикорастущие виды и разновидности рода *Daucus*, которые обладают устойчивостью к. *Alternaria* и *Fusarium:* № 26. *Daucus carota* L., № 13. *Daucus halophilus* Brot., № 10. *Daucus carota* subsp. *maximus* (Desf.) Ball., № 18. *Daucus carota* Roth., № 11. *Daucus broteri* Ten., № 22. *Daucus muricatus* (L.) L.

## Список работ, опубликованных по теме диссертации

**Свидетельство о регистрации базы данных:**

Болезни и повреждения столовой моркови при хранении / Масловский С. А., Замятина М. Е., Карпова Н. А., **Соколова Л. М.,** Шаповалова П. Н. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2018621664, 24.10.2018. Заявка № 2018621327 от 27.09.2018.

**Методические рекомендации**:

1. Методы ускоренной селекции моркови столовой на комплексную устойчивость к грибным болезням (*Alternaria* и *Fusarium*) / В. И. Леунов, А. Н. Ховрин, Т. А. Терешонкова, Н. С. Горшкова, К. Л. Алексеева, Л. М. Соколова / Методические рекомендации. 2011. 61 с.

2. Клеточная селекция моркови (*Daucus carota* L.) на устойчивость к фитопатогенам / А. В. Поляков, О. Ф. Шарафова, В. И. Леунов, Л. М. Соколова, Г. В. Никольская, С. Л. Каранова / Методические рекомендации. 2011. 43 с.

**В изданиях, рекомендованных ВАК РФ**:

1. **Соколова Л. М.** Создание и оценка коллекции диких видов и разновидностей моркови / М. Г. Пименов, В. И. Леунов, А. Н. Ховрин, Л. М. Соколова, Т. Э. Клыгина. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2009. Т. 166. С. 446-450. (Scopus).

2. **Соколова Л. М.,** Горшкова Н. С., Терешонкова Т. А., Ховрин А. Н., Леунов В. И. Использование искусственного инфекционного фона - эффективный способ повышения устойчивости моркови к альтернариозу. Картофель и овощи. 2010. № 4. С. 23-25.

3. **Соколова Л. М.,** Ховрин А. Н., Леунов В. И., Терешонкова Т. А. Оценка и создание исходного материала моркови столовой, устойчивого к наиболее вредоносным патогенам. Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 34. №2. С. 230-236.

4. **Соколова Л. М.** Иммунитет моркови зависит от окраски корнеплода. / А. В. Корнев, Л. М. Соколова, Т. А. Терешонкова, В. И. Леунов, А. Н. Ховрин. // Картофель и овощи. 2015. №2. С. 37-39.

5. **Соколова Л. М.** Причины увядания семенников моркови столовой. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № (127). С. 20-25.

6. **Соколова Л. М.** Оценка устойчивости диких видов и разновидностей рода *Daucus* к патогену *Alternaria*. / Ж. Франсишку, Е. В. Романова, Соколова Л. М. // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2015. №2 (23). С. 6-8.

7.**Соколова Л.М.** Сравнительный анализ полиморфизма микросателлитных маркеров у ряда видов рода *Fusarium*. / А. Н. Семенов, М. Г. Дивашук, М. С. Баженов, Г. И. Карлов, В. И. Леунов, А. Н. Ховрин, А. А. Егорова, Л. М. Соколова, Т. А. Терешонкова, К. Л. Алексеева, В. М. Леунова. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. №1. С. 40-50.

8. **Соколова Л. М**. Обработка семян для увеличения выхода маточников. / А. В. Янченко, М. И. Азопков, Л. М. Соколова. // Картофель и овощи. 2016. №10. С. 32-34.

9.**Соколова Л. М.** Идентификация грибов рода *Fusarium*. / А. Н. Семенов, М. Г. Дивашук, Г. И. Карлов, Т. А. Терешонкова, Л. М. Соколова, А. А. Егорова, А. Н. Ховрин, В. И. Леунов, К. Л. Алексеева. // Картофель и овощи. 2016. №2. С. 18-20.

10.**Соколова Л. М.** Приготовление постоянных препаратов патогенных штаммов из рр. *Alternaria* и *Fusarium* для селекции моркови столовой на устойчивость. / Егорова А. А., Соколова Л. М. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. №5 (139). С. 20-25.

11.**Соколова Л. М.** Повышение сохранности моркови столовой при отборе генотипов на устойчивость к грибным болезням рр. *Fusarium* и *Alternaria*. / Е. В. Янченко, Л. М. Соколова. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. №6 (140). С. 32-37.

12. **Соколова Л. М.** Характеристика изолятов рр. *Alternaria* и *Fusarium*, выделенных с моркови столовой из разных эколого-географических зон. Овощи России. 2016. №3 (32). С. 84-91.

13. **Соколова Л. М.,** Терешонкова Т. А., Леунов В. И., Ховрин А. Н., Корнев А. В. Изучение и создание исходного материала моркови столовой для селекции на устойчивость к грибным болезням. Картофель и овощи. 2017. №10. С. 35-38.

14. **Соколова Л. М.** Методы, контролирующие устойчивость на моркови столовой, и разработка схем селекционного процесса. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. №5 (151). С. 20-26.

15. **Соколова Л.М .** Выделение штаммов рр. *Alternaria* и *Fusarium* с семян дикорастущих видов и разновидностей рода *Daucus*. Морфологическая и патогенная характеристика. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. №7 (153). С. 91-100.

16. **Соколова Л. М.** Получение моноспоровой культуры грибов р. *Fusarium* на моркови столовой *Daucus carota* L. / А. А. Егорова, Л. М. Соколова. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. №9 (155). С. 115-119.

17. **Соколова Л. М.** Генетическая коллекция диких видов и гибридов моркови по устойчивости к грибам *Alternaria* sp. и *Fusarium* sp. / В. И. Леунов, А. Н. Ховрин, Л. М. Соколова, О. О. Белошапкина, В. И. Старцев. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. №7. С. 26-30.

18. **Соколова Л. М.** Выделение и агрессивность возбудителей болезней родов *Fusarium* и *Alternaria* на моркови столовой. Картофель и овощи. 2018. №3. С. 21-24.

19. **Соколова Л. М.** Отбор генисточников устойчивости моркови столовой к болезням рр. *Fusarium* и *Alternaria* при оценке двумя методами. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. №3 (161). С. 72-77.

20. **Соколова Л. М.,** Масловский С. А., Замятина М. Е., Карпова Н. А. Сравнительная оценка современных сортов и гибридов моркови на устойчивость к болезням при хранении. Международный научно-исследовательский журнал. 2018. №4 (70). С. 73-76.

21. **Соколова Л. М.** Анализ видового разнообразия грибов из рода *Fusarium*. Аграрная наука. 2019. №S1. С. 118-122.

22. **Sokolova L. M**., Shatilov M. V., Razin O. A. A Cost-effective evaluation of carrot resistance to *Alternaria* sp. and *Fusarium* sp. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. 2019. Sci. 395. 012050. DOI:10.1088/1755-1315/395/1/012050

23. **Соколова Л. М.** Сортоиспытание моркови столовой в условиях Московской и Ростовской областей. / Л. А. Юсупова, Л. М. Соколова, А. В. Корнев, А. Н. Ховрин. // Картофель и овощи. 2019. №1. С. 37-40.

24. **Соколова Л. М.,** Седов Е. А., Масловский С. А., Замятина М. Е., Карпова Н. А. Диагностика болезней моркови столовой с использованием лампы Вуда. Картофель и овощи. 2019. № 5. С. 19-21.

25. **Соколова Л. М**. Гибриды моркови для товарного производства. / А. Н. Ховрин, М. А. Косенко, А. В. Корнев, Л. М. Соколова. // Картофель и овощи. 2019. №7. С. 32-33.

26. **Соколова Л. М.,** Егорова А. А. Экспресс-оценка устойчивости моркови столовой к грибным болезням рр. *Alternaria* и *Fusarium* на фильтрате культуральной жидкости. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. №3 (173). С. 36-42.

27. **Соколова Л. М.** Влияние погодных условий на распространенность болезней и устойчивость моркови столовой. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. №4 (174). С. 21-26.

28. **Соколова Л. М.,** Масловский С. А., Панова М. Б., Замятина М. Е., Карпова Н. А. Устойчивость сортообразцов моркови к болезням при хранении в зависимости от инфекционного фона и послеуборочного фитосанитарного состояния растений. Аграрный научный журнал. 2019. №1. С. 26-31.

29. **Соколова Л. М.** Инфекционные болезни растений: этиология, современное состояние, проблемы и перспективы защиты растений. / П. А. Назаров, Д. Н. Балеев, М. И. Иванова, Л. М. Соколова. // Acta Naturae. 2020. Т. 12. №3. С. 135–148. (Scopus, Q2).

30. **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.

31. **Соколова Л. М.** Производство моркови столовой в России. / М. В. Шатилов, А. Ф. Разин, О. А. Разин, М. И. Иванова, Л. М. Соколова, А. А. Платицын, С. В. Шилов, Н. А. Орлова. // Аграрная Россия. 2020. № 1. С. 21-30.

**В изданиях РИНЦ**:

1.**Соколова Л. М.** Леунов В. И. Болезни столовой моркови в период хранения и защита он них. Вестник овощевода. 2010.№4. С.25.

2.**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.

3.**Соколова Л. М.** Влияние последовательного отбора на устойчивость моркови столовой к *Fusarium* и *Alternaria.* Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. №12. С.356-365.

4.**Соколова Л. М.** Проявление фузариоза на овощных культурах. Агропромышленные технологии Центральной России. 2019. №2(12). С.42-47.

**В сборниках научных трудов:**

1. **Соколова Л. М.** Экологически безопасная защита моркови столовой от болезней. Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки. / К. Л. Алексеева, Л. М. Соколова. // Материалы III Международной научной конференции. 2018. С.89-90.

2.**Соколова Л. М.,** Карпова Н. А., Масловский С. А. Сравнительная оценка биохимических показателей качества линейного материала столовой моркови селекции ВНИИ овощеводства - филиала ФНЦО. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. Сборник статей V Международной научно-практической конференции. 2020. С.153-156.