

СЕЛЕКЦИОННО-ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ В АГРОЦЕНОЗАХ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ

✉ Соколова Л.М.

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального научного центра овощеводства

Москва, Россия

✉ e-mail: lsokolova74@mail.ru

Представлены результаты исследований, направленных на повышение устойчивости моркови столовой к основным болезням культуры, вызванным грибами родов *Alternaria* и *Fusarium*. Отмечено, что фузариозные и альтернариозные инфекции поражают растения моркови первого и второго года жизни, снижают лежкость корнеплодов в период хранения, вызывают выпадения семенников, ухудшают посевные качества семян, что наносит значительный ущерб товарному производству и семеноводству. Многолетние исследования (2011–2020) проведены в Московской области. Эксперимент поставлен на инфекционно-провокационных фонах, *in vitro* и в естественных неконтролируемых условиях. Объект исследования – растения моркови столовой первого и второго года жизни. Использован исходный, сортовой, линейный, селекционный и гибридный материал моркови столовой отечественной селекции, образцы иностранной селекции, фитопатогенные грибы из родов *Alternaria*, *Fusarium*. В лабораторных и полевых условиях разработаны основные принципы последовательности включения различных методов иммунологической оценки и чередования двухлетнего и однолетнего циклов развития растений моркови столовой в схемы соответствующих этапов селекционного процесса с целью повышения напряженности и эффективности отбора, экономии времени и селекционного материала. В ходе исследований выявлена тесная корреляционная зависимость между лабораторными и полевыми опытами. В результате применения селекционно-иммунологических схем в селекционном процессе, выделены сорта – источники групповой устойчивости к поражению *Alternaria* и *Fusarium* на разных стадиях онтогенеза: Бирючукская, Суражевская 1, Витаминная 6, НИИОХ 336, Лосиноостровская 13, Бессердцевинная, Королева осени, Леандр, Московская зимняя А-515, Шантенэ роял, Ньюанс.

Ключевые слова: схемы, селекционный процесс, морковь столовая, устойчивость, *Alternaria*, *Fusarium*

SELECTION AND IMMUNOLOGICAL SCHEMES IN AGROCENOSES OF TABLE CARROTS

✉ Sokolova L.M.

All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal Scientific Vegetable Center

Moscow, Russia

✉ e-mail: lsokolova74@mail.ru

The results of research aimed at increasing the resistance of carrots to major crop diseases caused by fungi of genera *Alternaria* and *Fusarium* are presented. It has been noted that fusarium and alternaria infections affect carrot plants in the first and second years of life, reduce the storability of root crops during storage, cause seed-breeding plot drop-out, deteriorate seed quality, which causes significant damage to commercial production and seed production. Multi-year studies (2011-2020) were conducted in the Moscow region. The experiment was performed on infection-provoking backgrounds, *in vitro* and under natural uncontrolled conditions. The object of the study were table carrot plants of the first and second year of life. The original, varietal, linear, breeding and hybrid material of table carrots of domestic selection, samples of foreign selection, phytopathogenic fungi of genera *Alternaria*, *Fusarium* were used. In the laboratory and field conditions the basic principles of the sequence of inclusion of different methods of immunological evaluation and alternation of two-year and one-year cycles of development of carrot table plants in the schemes of the corresponding stages of the breeding process to increase the intensity and efficiency of selection, saving time and breeding material were developed. The research revealed a strong correlation

between laboratory and field experiments. As a result of the application of selection and immunological schemes in the breeding process, the following varieties - sources of group resistance to *Alternaria* and *Fusarium* infestation at different stages of ontogenesis were identified: Biryuchekutskaya, Surazhevskaya 1, Vitaminnaya 6, НИОН-336; Losinoostrovskaya 13; Bessertsevinnaya, Queen of Autumn, Leandr, Moscow winter A-515, Chantene royal, Nuance.

Keywords: schemes, breeding process, table carrot, stability, *Alternaria*, *Fusarium*

Для цитирования: Соколова Л.М. Селекционно-иммунологические схемы в агроценозах моркови столовой // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 4. С. 21–31. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-4-3>

For citation: Sokolova L.M. Selection and immunological schemes in agrocenoses of table carrots. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 4, pp. 21–31. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-4-3>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Морковь культурная (международное научное название – *Daucus carota*) – главная овощная культура семейства сельдерейных (Apiaceae). Ее широко возделывают в разных странах мира. В Российской Федерации морковь занимает около 70 000 га, из них 30 000 га – в товарных хозяйствах [1]. Подверженность корнеплодов моркови поражению грибными болезнями в мире составляет более 40%, что представляет основную трудность в получении стабильно высоких урожаев, сохранении товарности, выращивании полноценных здоровых семян¹ [2, 3]. Ситуация усугубляется появлением резистентных изолятов различных патогенных микроорганизмов [4]. Самые распространенные и вредоносные болезни на моркови столовой – альтернариоз и фузариоз. Гибель от альтернариоза во время хранения составляет 30–60% (загнивание точки роста), выпадения семенников могут достигать 40% [5]. Болезнь приводит к подсыханию и отмиранию листьев у первогодников, вследствие чего урожай корнеплодов снижается на 70–80% [6]. Большое распространение получают болезни моркови столовой, вызываемые грибами рода *Fusarium*, частота их встреча-

емости составляет 67% [7]. Зараженность семян моркови фузариозом может достигать 35%, вследствие чего снижается урожайность на 40% [8–10].

Химические меры борьбы с болезнями на моркови столовой часто малоэффективны и не экологичны. В связи с этим возникает необходимость создания толерантных сортов и гибридов моркови столовой к комплексу патогенов [11].

Оценка сортов и гибридов на толерантность к болезням – один из этапов селекции и государственного испытания на хозяйственную ценность. Оценку сортообразцов на всех этапах селекционного процесса необходимо проводить на инфекционно-провокационных фонах, *in vitro* и в естественных неконтролируемых условиях² [12–14].

Цель исследований – изучить способы повышения эффективности целевой селекции моркови столовой на толерантность к *Alternaria* и *Fusarium*, включающей комплексную оценку на всех этапах онтогенеза культуры с последующим выделением генисточников для создания новых сортов и гибридов.

¹Соколова Л.М. Создание исходного материала столовой моркови для селекции на устойчивость к *Alternaria radicina* M.DR.ET E, *Fusarium avenaceum*: дисс. ... канд. с.-х. наук: Верей, 2010. 171 с.

²Соколова Л.М. Создание исходного материала столовой моркови для селекции на устойчивость к *Alternaria radicina* M.DR.ET E, *Fusarium avenaceum*: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: Верей. 2010. 32 с.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в отделе селекции и семеноводства Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиала Федерального научного центра овощеводства в 2011–2020 гг. на инфекционно-провокационных фонах, *in vitro* и в естественных неконтролируемых условиях. Объект исследований – растения моркови столовой первого и второго года жизни. Использован исходный, сортовой, линейный, селекционный и гибридный материал моркови столовой отечественной селекции, а также образцы иностранной селекции, фитопатогенные грибы из родов *Alternaria*, *Fusarium*. В ходе исследования изучены методики селекционного процесса.

Учеты и наблюдения проводили по стандартным (согласно ГОСТ 12044–93 от 2000 г.) и новым усовершенствованным методическим рекомендациям (см. сноску 2)^{3,4}. В ходе исследований апробированы и широко использованы на толерантность к наиболее распространенным возбудителям pp. *Fusarium* и *Alternaria* следующие методы: выделение грибных фитопатогенных микроорганизмов из почвы и растительного материала, идентификация заспоренности семенного материала, получение чистых культур патогенов, оценка агрессивности возбудителей, размножение инфекционного субстрата (зерносмесь + патоген) с последующим внесением на провокационно-инфекционный фон, искусственное заражение отделенных листовых пластин (опрыскивание), заражение корнеплодных дисков (мицелиальные блочки), заражение на провокационно-инфекционных фонах вегетирующих растений моркови первого года жизни (опрыскивание суспензией спор патогенов), заражение семян в лабораторных условиях (внесение

патогенного субстрата в стерильный песок), оценка растений моркови столовой на фильтрате культуральной жидкости (микотоксин) (см. сноски 3, 4). Математическая обработка данных проведена методами дисперсионного и корреляционного анализа⁵, а также с помощью пакета прикладных программ Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Реакцию сортообразцов на поражение местными возбудителями *A. radicina*, *A. dauci* и *F. oxysporum* проводили в неконтролируемых условиях открытого грунта на естественном фоне, напряженность которого зависит от агроклиматических показателей года, и на искусственных провокационно-инфекционных фонах с контролируемой инфекционной нагрузкой. Это позволило ежегодно осуществлять объективный контроль за образцами по группам устойчивости. В результате ежегодной оценки по листовой пластине к альтернариозу и фузариозу выделились следующие толерантные сорта: Суражеская 1, Витаминная 6, Лосиноостровская 13, Леандр, Московская зимняя А-515, Королева осени, Шантенэ роял, Ньюанс (см. рис. 1).

На протяжении 7 мес хранения гибель корнеплодов от комплекса патогенов может достигать 60%. В связи с этим, информативным методом, по которому можно определить сохранность корнеплодов, является заражение корнеплодных дисков моркови столовой агаровыми блоками наиболее вредоносных патогенов *Alternaria radicina* и *Fusarium oxysporum*. В результате комплексной оценки выделились сорта Витаминная 6, Лосиноостровская 13, Суражеская 1 (см. рис. 2).

Метод заражения проростков в лабораторных условиях прост и доступен в исполнении. Данный метод обеспечивает, не-

³Леунов В.И., Ховрин А.Н., Терешонкова Т.А., Соколова Л.М., Горшкова Н.С., Алексеева К.Л. Методы ускоренной селекции моркови столовой на комплексную устойчивость к грибным болезням (*Alternaria* и *Fusarium*). Метод. рекомендации. М., 2011. 61 с

⁴Соколова Л.М. Система селекционно-иммунологических методов создания сортов и гибридов моркови столовой с групповой устойчивостью к *Alternaria* sp. и *Fusarium* sp. с комплексом хозяйственно ценных признаков: дисс. ... доктора с.-х. наук Одинцово, 2020. 321 с.

⁵Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985. 415 с.

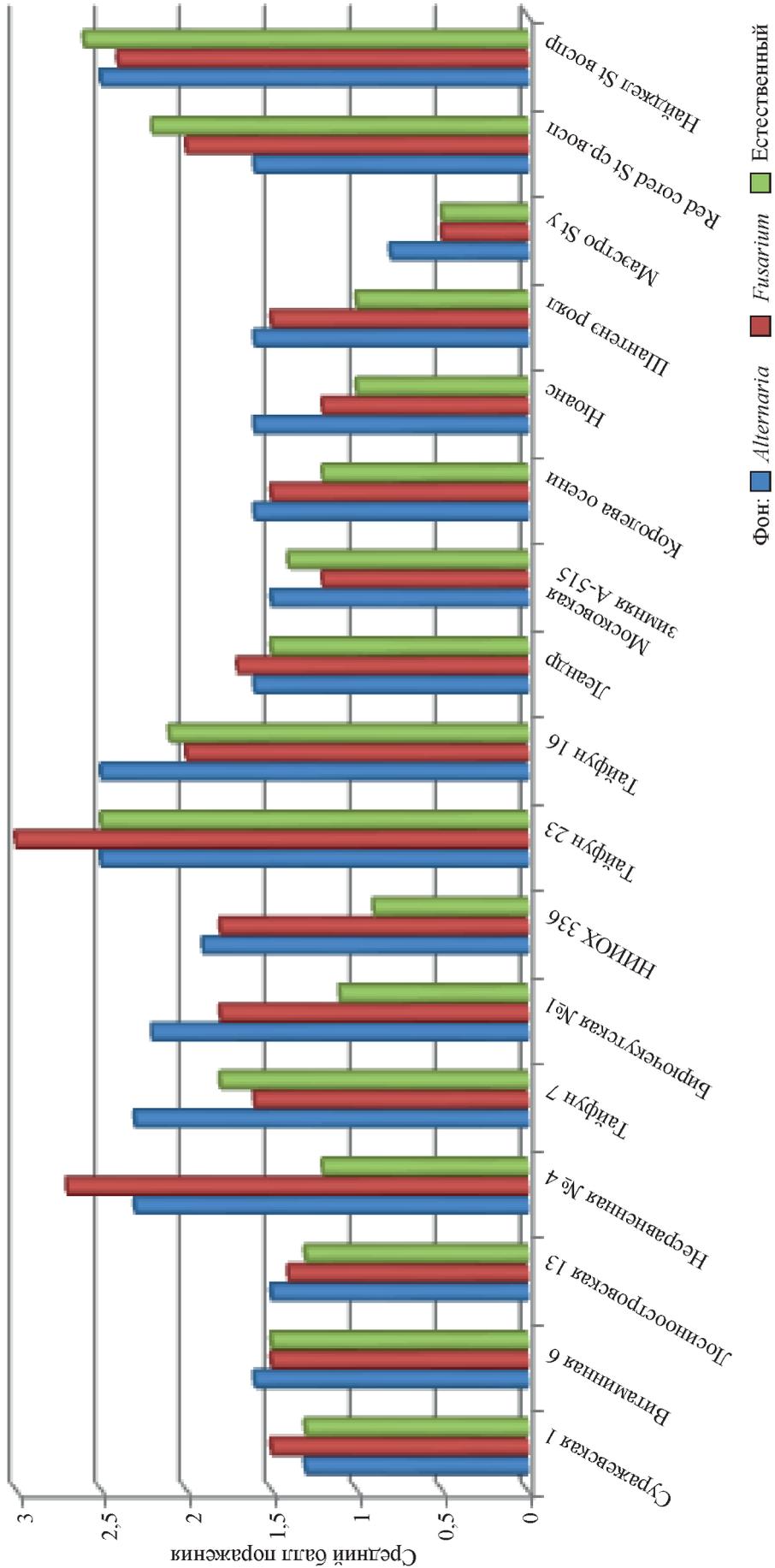


Рис. 1. Оценка устойчивости сортового материала моркови столовой к *Fusarium oxysporum* и *Alternaria dauci* на инфекционных фонах и в естественных условиях (2011–2019 гг.)
Fig. 1. Evaluation of varietal resistance of table carrots to *Fusarium oxysporum* and *Alternaria dauci* in infectious backgrounds and in natural conditions (2011–2019)

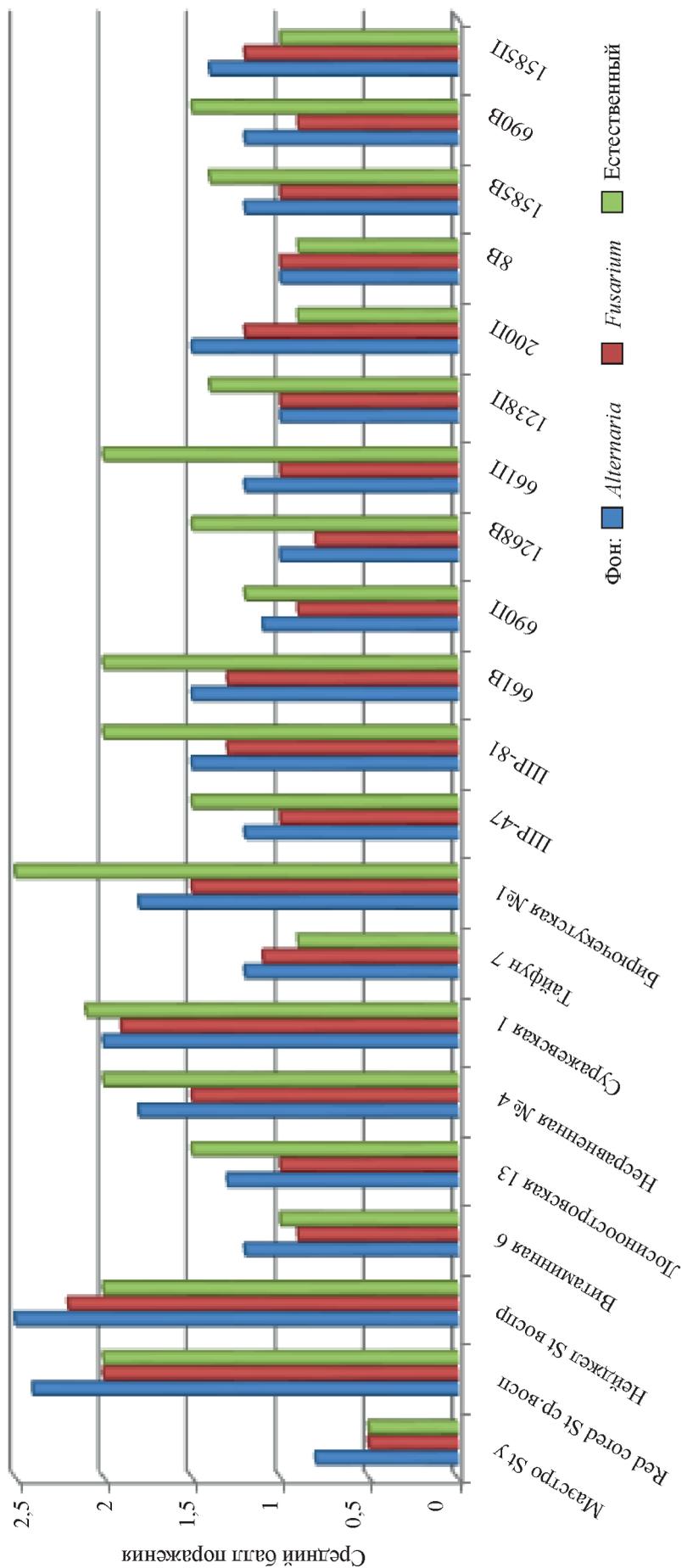


Рис. 2. Оценка устойчивости к патогенам *Alternaria radicina*, *Fusarium oxysporum* корнеплодов моркови столовой методом дисков (агаровые блоки) (2011–2019 гг.)

Fig. 2. Assessment of resistance to pathogens *Alternaria radicina*, *Fusarium oxysporum* of table carrots root crops by disk method (agar blocks) (2011–2019)

зависимо от периода вегетации, получение результатов, сопоставимых с полевой оценкой на провокационных фонах *A. radicina* и *F. oxysporum*. В результате комплексной оценки выделено четыре толерантных сорта.

Проведение предварительной оценки этим методом позволяет существенно сократить объем анализируемого материала на провокационных фонах в открытом грунте, так как из работы исключаются восприимчивые образцы, а толерантные генотипы сортообразцов высаживают в сосуды для дальнейшей селекционной работы.

Усовершенствован и апробирован методический прием оценки устойчивости проростков моркови столовой путем использования микотоксинов, выделяемых *A. radicina* и *F. oxysporum*. Метод основан на проращивании семян на фильтровальной бумаге, смоченной фильтратом культуральной жидкости. Устойчивость образцов определяли по всхожести и линейным параметрам проростков. Чем больше этот показатель, тем выше устойчивость исследуемого образца к патогенам. Семена неустойчивых к альтернариозу и фузариозу форм культуры не прорастают [15, 16]. В ходе исследований выделено семь толерантных сортообразцов моркови столовой к *A. radicina* и *F. oxysporum*.

Предложенный метод путем заражения чистыми культурами возбудителей, как и метод оценки проростков, позволяет ускорить селекционный процесс, проводя отбор устойчивых генотипов на стадии проростка, и получать их семенное потомство в однолетнем цикле развития. Для этого отобранные сеянцы высаживают в сосуды и в условиях открытого грунта выращивают 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.

Разработаны основные принципы последовательности включения различных методов иммунологической оценки и чередования 2- и 1-летнего циклов развития растений моркови столовой в схемы соответствующих этапов селекционного процесса с целью по-

вышения эффективности отбора генотипов и селекции по устойчивости, а также экономии времени и селекционного материала (см. рис. 3–5).

За годы исследований выделено 54 толерантных, 247 слабовосприимчивых, 213 средневосприимчивых и 124 восприимчивых сортообразца моркови столовой. В результате применения селекционно-иммунологической системы методов из линий сортовых и гибридных популяций был получен ценный материал моркови столовой, который обладает комплексной толерантностью к наиболее вредоносным патогенам из рр. *Alternaria* и *Fusarium*.

На этапе питомника исходного материала использована оценка устойчивости растений на почвенных инфекционных фонах в сочетании с опрыскиванием вегетирующих растений суспензией спор и комплексом лабораторных методов (см. рис. 4).

В результате получены первичная оценка устойчивости коллекции, оценка выровненности образцов и последовательного индивидуального отбора корнеплодов до и после хранения.

На этапе селекционного питомника для растений первого года жизни рекомендована та же схема, что и для питомника исходного материала (см. рис. 5). Для растений второго года жизни необходимо использовать метод заражения дисков корнеплодов, в результате которого должны быть проведены оценка выровненности линейных и сортовых образцов по устойчивости и индивидуальный отбор устойчивых растений (путем сохранения головки корнеплода). Предварительную оценку по признаку устойчивости к листовым болезням рекомендуется проводить методом опрыскивания суспензией (результат через 14 дней) в лабораторных условиях. Таким образом осуществляется комплексный контроль устойчивости семенников и сбор семян с устойчивых растений.

Информация о применении селекционно-иммунологических схем и о комплексном проведении лабораторных и полевых опытов получена при изучении корреляции между всеми исследованиями. В результа-

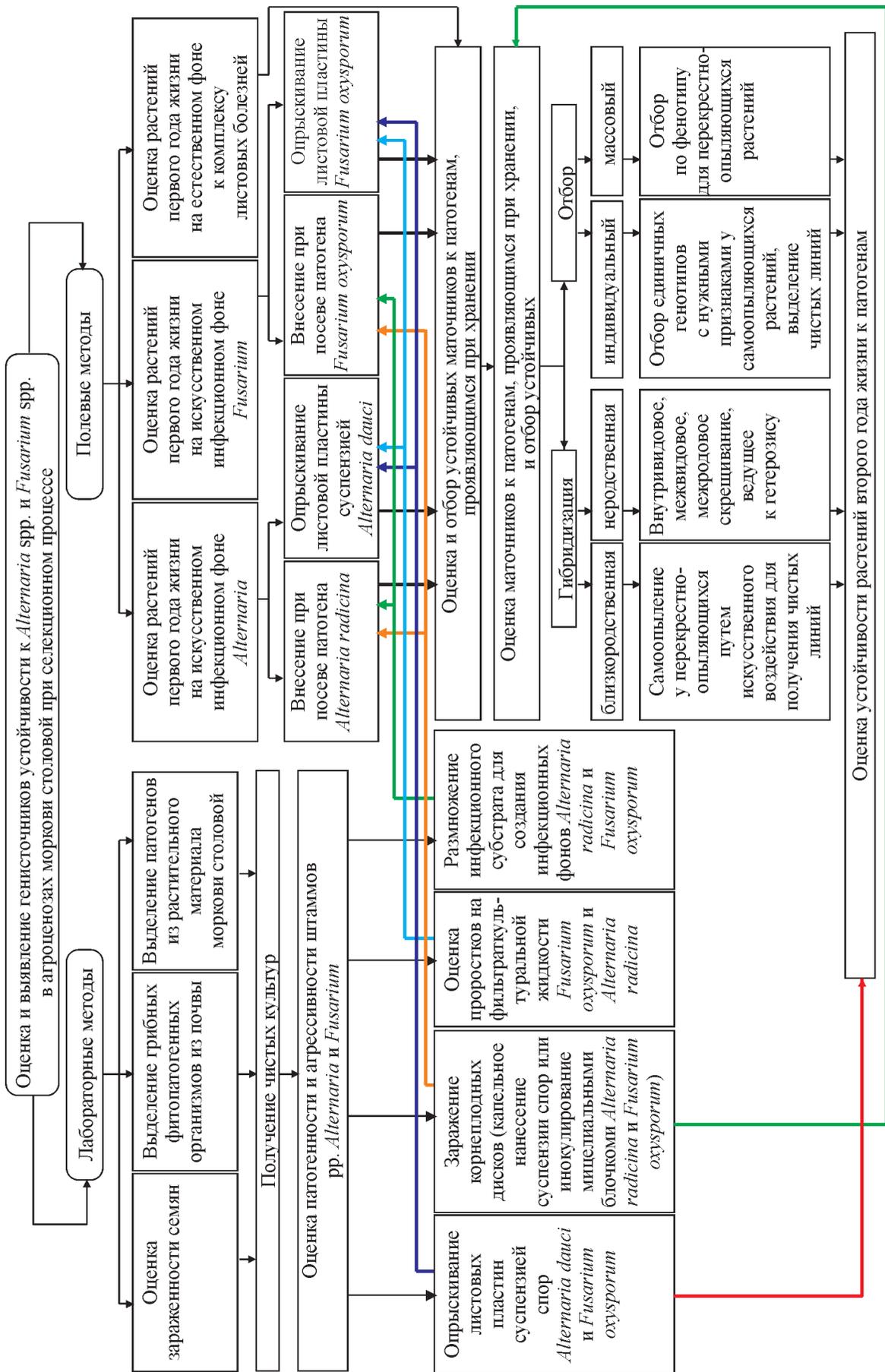


Рис. 3. Схема селекционного процесса, включающая мониторинг и выявление генисточников устойчивости в агроценозах моркови столовой (линии показывают, какие результаты из какого опыта вытекают и какие опыты можно проводить взаимосвязано)
 Fig. 3. Scheme of the breeding process, including monitoring and identification of resistance genes in carrot table agrocenoses (The lines show which results follow from which experiments and which experiments can be performed in correlation)

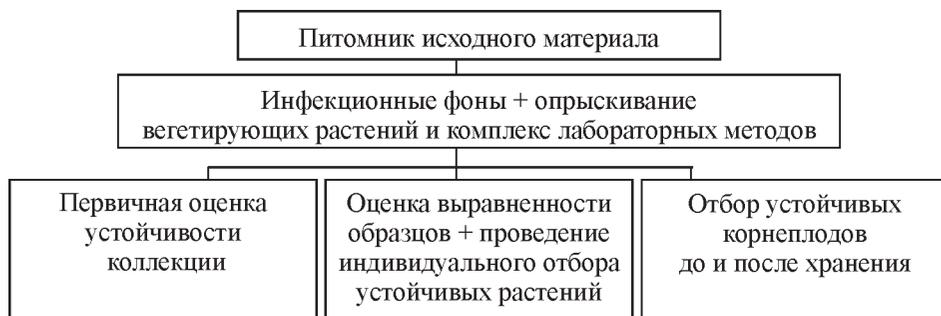


Рис. 4. Схема оценки устойчивости в питомнике исходного материала

Fig. 4. Sustainability assessment scheme in a parent material nursery

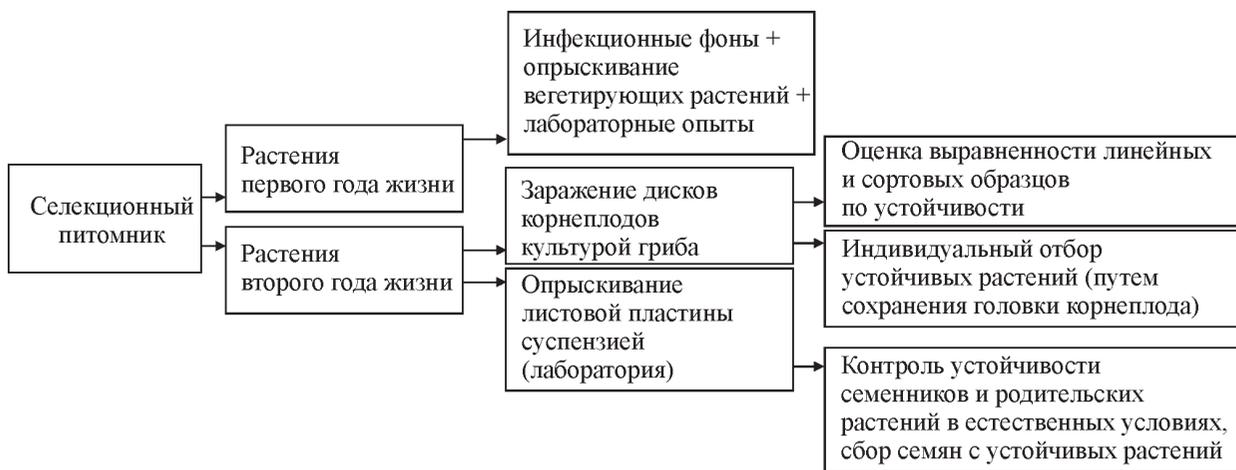


Рис. 5. Схема оценки устойчивости в селекционном питомнике

Fig. 5. Sustainability assessment scheme in a breeding nursery

Корреляционная зависимость между полевыми и лабораторными методами оценки устойчивости моркови столовой (2011–2019 гг.) ($r \pm Sr$)

Correlation relationship between field and laboratory methods for assessing stability of table carrots (2011-2019) ($r \pm Sr$)

| Параметр | Инфекционный фон (<i>A. dauci</i>) | Инфекционный фон (<i>A. radicina</i>) | Инфекционный фон (<i>Fusarium</i>) | Естественный фон (контроль) |
|--|--------------------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------------|
| <i>Полевые опыты</i> | | | | |
| Инфекционный фон (<i>A. dauci</i>) | | 0,69 | 0,65 | 0,55 |
| Инфекционный фон (<i>A. radicina</i>) | | | 0,63 | 0,58 |
| Инфекционный фон (<i>Fusarium</i>) | | | | 0,57 |
| <i>Лабораторные опыты</i> | | | | |
| Опрыскивание суспензией спор листовой пластины (<i>A. dauci</i>) | 0,73 | | 0,56 | 0,43 |
| Фильтрат культуральной жидкости (<i>A. dauci</i>) | 0,74 | | 0,68 | 0,59 |
| Заражение сеянцев (<i>A. radicina</i>) | | 0,61 | 0,71 | 0,44 |
| Заражение дисков мицелиарными блочками (<i>A. radicina</i>) | | 0,74 | 0,71 | 0,41 |
| Фильтрат культуральной жидкости (<i>A. radicina</i>) | | 0,78 | 0,63 | 0,45 |
| Заражение сеянцев (<i>Fusarium</i>) | | 0,7 | 0,75 | 0,53 |
| Заражение дисков мицелиальными блочками (<i>Fusarium</i>) | | 0,71 | 0,73 | 0,64 |
| Фильтрат культуральной жидкости (<i>Fusarium</i>) | | 0,68 | 0,71 | 0,54 |

те корреляционного анализа, проведенного с 2011 по 2019 г., отмечена достаточно тесная корреляционная зависимость между полевыми и лабораторными опытами (см. таблицу).

Отмечена тесная корреляционная зависимость между опрыскиванием суспензией спор листовой пластины (*A. dauci*) и инфекционным фоном (*A. dauci*) ($r = 0,73$), заражением семян (*A. radicina*) и инфекционным фоном (*Fusarium*) ($r = 0,70$), заражением семян (*Fusarium*) и инфекционным фоном (*A. radicina*) ($r = 0,70$), заражением семян (*Fusarium*) и инфекционным фоном (*Fusarium*) ($r = 0,75$), заражением дисков мицелиальными блочками (*A. radicina*) и инфекционным фоном (*A. radicina*) ($r = 0,74$), заражением дисков мицелиальными блочками (*A. radicina*) и инфекционным фоном (*Fusarium*) ($r = 0,71$), заражением дисков мицелиальными блочками (*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*) ($r = 0,71$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Иммунологический 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. Полевая или относительная устойчивость – наиболее сложный тип устойчивости. Полевую устойчивость могут определять такие признаки, как отсутствие или наличие опушенности на листе, окраска, строение листа и т.д. При этом результативность селекционного процесса по признаку болезнеустойчивости в основном зависит от методов оценки и отбора исходного материала. Реакцию сортообразцов на поражение возбудителями следует проводить в неконтро-

лируемых условиях открытого грунта на естественном фоне, напряженность которого зависит от агроклиматических показателей года, на искусственных провокационных инфекционных фонах с контролируемой инфекционной нагрузкой. Это позволяет ежегодно объективно оценивать образцы по группам устойчивости.

Предложенная комплексная оценка ускоряет селекционный процесс за счет проведения предварительной диагностики устойчивости большого количества сортообразцов моркови столовой и отбора устойчивых генотипов. Предварительная оценка лабораторными методами в межсезонный период времени позволяет существенно сократить объем анализируемого материала на провокационных фонах в открытом грунте, так как из работы исключаются восприимчивые образцы. В ходе исследований выявлена тесная корреляционная зависимость между лабораторными и полевыми опытами.

В результате применения селекционно-иммунологических схем в селекционном процессе в условиях Московской области выделены следующие сорта – источники групповой устойчивости к поражению *Alternaria* и *Fusarium* на разных стадиях онтогенеза: Бирючукутская, Суражевская 1, Витаминная 6, НИИОХ 336, Лосиноостровская 13, Бессердцевинная, Королева осени, Леандр, Московская зимняя А-515, Шантенэ роял, Ньюанс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леунов В.И. Направления в селекции и семеноводстве овощных корнеплодных культур // Картофель и овощи. 2017. № 10. С. 6–9.
2. Леунов В.И. Столовые корнеплоды в России: монография. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2011. 258 с.
3. Дрент А., Гест Д.И. Грибковые и оомицетные болезни плодовых культур тропических деревьев // Annual Review of Phytopathology. 2016. Vol. 54. P. 373–395. DOI: 10.1146/080615-095944.
4. Nicot P.S., Stewart A., Bardin M., Elad Yu. Biological control and suppression of diseases

- caused by Botrytis by biopesticides // Botrytis – the Fungus, the Pathogen and its Management in Agriculture Systems. 2016. P. 165–187. DOI: 10.1007/978-3-319-23371-0_9.
5. Ореховская М.В., Корганова Н.Н. Болезни овощных культур и меры борьбы с ними: монография. М.: Росагропромиздат. 1989. 64 с.
 6. Сазонова Л.В., Власова Э.А. Корнеплодные растения (морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, редька): монография. М.: Агропромиздат, 1990. 296 с.
 7. Налобова Ю.М., Бохан А.И. Урожайность – не всегда главный критерий // Защита и карантин растений. 2014. № 8. С. 34–35.
 8. Nazarov P.A., Baleev D.N., Sokolova L.V., Ivanova M.I., Karakozova M.V. Infectious Plant Diseases: Etiology, Current Status, Problems and Prospects in Plant Protection // Acta Naturae. 2020. Vol. 12 (3). P. 46–59. DOI: 10.32607/actanaturae.11026.
 9. Leunov V.I., Sokolova L.M., Beloshapkina O.O., Khovrin A.N. Resistance of carrots to *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. // And factors influencing it. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 624 (1). P. 012010. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012010.
 10. Mamgain A., Roychowdhury R., Tah J. *Alternaria* pathogenicity and its strategic controls // Biological Research. 2013. Vol. 1. P. 1–9.
 11. Czislowski E., Fraser-Smith S., Zander M., O'Neill W.T., Meldrum R.A., Tran-Nguyen L.T. Investigating the diversity of effector genes in the banana pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense, reveals evidence of horizontal gene transfer. // Molecular Plant Pathology. 2017. Vol. 19 (5) P. 1155–1171. DOI: 10.1111/mp.12594 [Epub ahead of print].
 12. Соколова Л.М. Отбор генисточников устойчивости моркови столовой к болезням прр. *Fusarium* и *Alternaria* при оценке двумя методами. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (161). С. 72–77.
 13. Алексева К.Л., Иванова М.И. Болезни зеленных овощных культур (диагностика, профилактика, защита): монография. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 188 с.
 14. Karaoglanidis G., Luo Y., Michailides T. Competitive ability and fitness of *Alternaria alternata* isolates resistant to QoI fungicides // Plant Dis. 2011. Vol. 95. P. 178–182. DOI: 10.1094/PDIS-07-10-0510.
 15. Соколова Л.М., Егорова А.А. Экспресс-оценка устойчивости моркови столовой к грибным болезням прр. *Alternaria* и *Fusarium* на фильтрат культуральной жидкости. // Вестник Алтайского аграрного университета. 2019. № 3 (173). С. 36–42.
 16. Jauhar P.P. Modern biotechnology as an integral supplement to conventional plant breeding: the prospects and challenges // Crop Science. 2006. Vol. 46 (5). P. 1841–1859. DOI: 10.2135/cropsci2005.07-0223.

REFERENCES

1. Leunov V.I. Trends in breeding and seed production of vegetable root crops. *Kartofel i ovoshi = Potatoe and vegetables*, 2017, no. 10, pp. 6–9. (In Russian).
2. Leunov V.I. *Table root crops in Russia*. Moscow, KMK Scientific Press LTD, 2011, 258 p. (In Russian).
3. Drent A., Guest D.I. Fungal and oomycete diseases of fruit crops of tropical trees. *Annual Review of Phytopathology*, 2016, vol. 54, pp. 373–395. DOI: 10.1146/080615-095944.
4. Nicot P.S., Stewart A., Bardin M., Elad Yu. Biological control and suppression of diseases caused by botrytis by biopesticides. *Botrytis - the Fungus, the Pathogen and its Management in Agriculture Systems*, 2016, pp. 165–187. DOI: 10.1007/978-3-319-23371-0_9.
5. Orekhovskaya M.V., Korganova N.N. *Diseases of vegetable crops and measures to combat them*. Moscow, Rosagropromizdat Publ., 1989, 64 p. (In Russian).
6. Sazonova L.V., Vlasova E.A. *Root-bearing plants (carrot, celery, parsley, parsnip, radish, radish)*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, p. 296. (In Russian).
7. Nalobova Yu.M., Bohan A.I. Productivity is not always the main criterion. *Zaschita i karantin rastenii = Plant protection and quarantine*. 2014, no. 8, pp. 34–35. (In Russian).
8. Nazarov P.A., Baleev D.N., Sokolova L.V., Ivanova M.I., Karakozova M.V. Infectious Plant Diseases: Etiology, Current Status, Problems and Prospects in Plant Protection. *Acta Naturae*, 2020, vol. 12 (3), pp. 46–59. DOI: 10.32607 / actanaturae.11026.
9. Leunov V.I., Sokolova L.M., Beloshapkina O.O., Khovrin A.N. Resistance of carrots to *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. *And factors influencing*

- it. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 624 (1), pp. 012010. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012010.
10. Mamgain A., Roychoudhury R., Tah J. Pathogenicity of alternaria and its strategic control. *Biological research*, 2013, vol. 1, pp. 1–9.
 11. Chislovsky E., Fraser–Smith S., Zander M., O'Neill W.T., Meldrum R.A., Tran-Nguyen L.T. A study of the diversity of effector genes in the banana pathogen, *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*, revealed evidence of horizontal gene transfer. *Molecular Plant Pathology*, 2017, vol. 19 (5), pp. 1155–1171. DOI: 10.1111/mpp.12594 [Epub ahead of print].
 12. Sokolova L.M. Selection of genetic sources of garden carrot resistance to *Fusarium* and *Alternaria* diseases when evaluated by two methods. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2018, no. 3 (161), pp. 72–77. (In Russian).
 13. Alekseeva K.L., Ivanova M.I. *Diseases of green vegetable crops (diagnosis, prevention, protection)*. Moscow, FSBI "Rosinformagrotech", 2015, 188 p. (In Russian).
 14. Karaoglanidis G., Luo Yu., Michailidis T. Competitiveness and suitability of *Alternaria alternata* isolates resistant to QoI fungicides. *Plant Dis*, 2011, vol. 95, pp. 178–182. DOI: 10.1094/PDIS-07-10-0510.
 15. Sokolova L.M., Egorova A.A. Rapid evaluation of garden carrot resistance to fungal diseases of genera *Alternaria* and *Fusarium* on culture liquid filtrate. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2019, no. 3 (173), pp. 36–42. (In Russian).
 16. Jauhar P.P. Modern biotechnology as an integral complement to traditional plant breeding: prospects and problems. *Crop Science*, 2006, vol. 46 (5), pp. 1841–1859. DOI: 10.2135/cropsci2005.07-0223.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ Соколова Л.М., доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, строение 500; e-mail: lsokolova74@mail.ru.

AUTHOR INFORMATION

✉ Lyubov M. Sokolova, Doctor of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia; e-mail: lsokolova74@mail.ru.

Дата поступления статьи / Received by the editors 11.04.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 22.07.2022
Дата публикации / Published 26.09.2022