

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»

На правах рукописи

МАРЧЕНКО Лилия Олеговна

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ САЖИСТОЙ
ПЯТНИСТОСТИ И МУХОСЕДА И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ В
ЯБЛОНЕВЫХ АГРОЦЕНОЗАХ**

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель —
кандидат биологических наук
Подгорная Марина Ефимовна

Краснодар – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САЖИСТОЙ ПЯТНИСТОСТИ И МУХОСЕДА (SBFS КОМПЛЕКСА) (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	11
1.1 Этиология комплекса сажистой пятнистости и мухоседа	11
1.2 Морфология и видовое разнообразие SBFS комплекса.....	14
1.3 Распространение и вредоносность SBFS комплекса.....	22
1.4 Биоэкология грибов SBFS	25
1.5 Меры борьбы с SBFS комплексом	31
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	40
2.1 Условия проведения исследований.....	40
2.2 Объекты исследований	44
2.3 Методы исследований.....	46
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	61
3.1 Частота встречаемости различных типов сажистой пятнистости и мухоседа на плодах яблони на территории Краснодарского края.....	61
3.2 Видовая идентификация возбудителей мухоседа (<i>Schizothyrium</i> spp.)....	63
3.3 Морфолого-культуральные признаки изолятов <i>Schizothyrium</i> spp.	64
3.4 Биоэкологические особенности развития возбудителей мухоседа	79
3.5 Оценка биологической эффективности фунгицидов в отношении возбудителей SBFS	89
3.5.1 Лабораторный скрининг фунгицидов различного генеза на антифунгальную активность в отношении <i>Schizothyrium</i> spp.	89
3.5.2 Мелкоделяночный полевой опыт по оценке антифунгальной активности пестицидов в отношении комплекса SBFS	93
3.6 Биологическая, экологическая и экономическая эффективность системы защиты яблоневого сада против комплекса SBFS	94

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	102
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	103
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ А Основные характеристики используемых в исследовании фунгицидов	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Системы защиты яблони сорта Флорина в СХ АО «Новомихайловское»	129
ПРИЛОЖЕНИЕ В Симптомы мухоседа на плодах яблони при проверке постулатов Коха.....	131
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Филогенетическое дерево	132
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Свидетельство о государственной регистрации базы данных.....	133
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Биологическая эффективность фунгицидов против изолятов возбудителей мухоседа 1S2, 1S4.4, 3S1.2, 5S1	134
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Биологическая эффективность фунгицидов против изолятов возбудителей мухоседа 1S4.4, 1S4.1, 1S3.5, 1S3.8, 1S3.12	136
ПРИЛОЖЕНИЕ З Акт внедрения результатов научно-исследовательских работ.....	138

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Яблоня является основной промышленной культурой юга России. Благоприятные погодные условия Краснодарского края позволяют не только выращивать яблоню, но и обеспечивают большое разнообразие патогенов в многолетних агроценозах. Тенденции к экологизации и биологизации систем защиты яблоневого сада зачастую обуславливают увеличение вредоносности, прежде не актуальных болезней. Так, если ранее, плоды, пораженные комплексом SBFS (комплекс, объединяющий в себе возбудителей сажистой пятнистости (Sooty Blotch) и мухоседа (Flyspeck)), отмечали лишь единично, и ассоциировали со старыми садами, заросшими сорной растительностью, то на протяжении последних лет регистрируются вспышки заболевания в садах с высоким уровнем агротехники. Поражение плодов патогенами SBFS комплекса не приводит к потере урожая, однако согласно ГОСТ 34314-2017 «Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле» [16], такие плоды не допускаются к реализации в свежем виде и используются только в перерабатывающей промышленности, что существенно снижает цену их реализации и влечет финансовые потери для сельхозпроизводителя. В годы проведения исследований на территории Черноморской зоны Краснодарского края потери качества урожая из-за поражения комплексом SBFS доходили до 50%. Сажистая пятнистость и мухосед являются малоизученными заболеваниями на территории Российской Федерации, что создает трудности в разработке эффективных мер борьбы с ними и обуславливает актуальность проводимых исследований.

Работа выполнена в рамках программы НИР ФГБНУ СКФНЦСВВ по теме FGRE-2022-0005 «Разработать многокритериальные модели повышения фитосанитарной устойчивости садовых и виноградных насаждений на организменном, популяционном и экосистемном уровнях перспективными

биологизированными методами на основе выявления закономерностей формирования биотических комплексов агроценозов» на 2022-2026 г.

Степень разработанности темы. Первые упоминания комплекса SBFS относятся к 1834–1920 гг. и связаны с именами таких ученых как Montagne С., Saccardo P. A., Duggar B. M., Selby A. D., Colby A. S.. Ключевыми событиями этого периода стало признание сажистой пятнистости и мухоседа отдельными заболеваниями и разработка ранней классификации типов проявления комплекса на плодах. Durbin R., Groves A. B., Baines R. C., Kirby R. S., Von Arx J. A. продолжали исследования, изучая инфекционный циклы заболеваний и разрабатывая способы борьбы с ними. На рубеже 1970-90 гг. Belding R. D., Brown E. M., Hickey K. D., Rosenberger D. A. посвятили много работ разработке систем прогноза развития заболеваний на основании метеорологических показателей. В 1996 году ученые Johnson E. M., Sutton T. B., Hodges C. S. заявили, что сажистая пятнистость имеет по меньшей мере трех возбудителей, а не одного, как считалось ранее [124]. Открытие новых видов-возбудителей мухоседа случилось через 12 лет, в 2008 году благодаря таким ученым как Batzer J. C., Arias M. M., Harrington T. C. [108]. За последние 18 лет произошло расширение списка возбудителей SBFS до более чем 100 грибов. К наиболее известным современным авторам, занимающихся изучением комплекса SBFS относятся ученые из США, Европы, Китая и других стран: Ismai S. I., Cooley D. R., Mayfield J. C., Spolti P., Wrona B., Grabowski M. , Williamson S. M., Gleason M. L., Ma Y., Zhang R., Sun G., Ivanović M. M., Ivanović S. M.

В отечественной литературе встречаются упоминания мухоседа и сажистой пятнистости в определителях Ячевского А.А. [71], Бережнева И.Е., Ибрагимова Г.Р., Потлайчук В.И. [11], Попушоя И.С. [49], Исаева Е.В, [25], Пидопличко Н.М. [48], Семеновой А.Я., Абрамова Л.П., Хохрякова М.К [52], в словаре-справочнике фитопатолога под редакцией Головина П.Н. [54] и в определителе Дементьевой М.И. и Выгонского М.И. [18] как болезнь хранения. В более поздних атласах-определителях Трейвас Л.Ю. и Каштановой О.А. [58] сажистые грибы, поражающие плоды, объединены с сапротрофами родов

Cladosporium и *Fumago*, которые развиваются преимущественно на сладких выделениях насекомых и не являются представителями комплекса SBFS. В публикациях российских научных журналов встречаются упоминания мухоседа в составе комплексов заболеваний садовых агроценозов [9, 26] и как болезнь плодов в хранении [64]. Однако, публикации, посвященные углубленным исследованиям комплекса SBFS на территории России, отсутствуют. В связи с этим, изучение биоэкологических особенностей развития наиболее вредоносных представителей SBFS комплекса и поиск высокоэффективных и безопасных мер борьбы с ним в условиях Краснодарского края является актуальным и своевременным.

Цель исследования. Выявить биоэкологические особенности развития комплекса сажистой пятнистости и мухоседа и разработать систему защитных мероприятий против них в яблоневых агроценозах Краснодарского края.

Задачи исследования:

1. Определить частоту встречаемости различных типов сажистой пятнистости и мухоседа на плодах яблони на территории Краснодарского края. Выявить наиболее вредоносных представителей комплекса.
2. Провести видовую идентификацию возбудителей мухоседа на территории Краснодарского края.
3. Изучить морфолого-культуральные признаки изолятов возбудителей мухоседа в культуре *in vitro*.
4. Получить новые знания о биоэкологических особенностях развития возбудителей мухоседа в яблоневых агроценозах.
5. Провести лабораторный и полевой скрининги фунгицидов различного генеза на биологическую эффективность в отношении возбудителей комплекса SBFS.
6. Оценить биологическую, экономическую и экологическую эффективность системы защиты яблони против комплекса SBFS.

Научная новизна. Впервые на территории Краснодарского края определена частота встречаемости различных морфологических типов SBFS комплекса. Мухосед выявлен, как наиболее распространённый и вредоносный представитель

комплекса (до 76%) в садах Черноморской зоны садоводства Краснодарского края. Впервые проведена видовая идентификация возбудителей мухоседа на территории юга России – *Schizothyrium wisconsinense* (Batzer & Crous) Crous & Batzer и *Schizothyrium cylindricum* (GY Sun, HY Li & Rong Zhang) Crous & Batzer. Описаны морфолого-культуральные особенности изолятов возбудителей мухоседа, выделенных на территории Краснодарского края. Получены новые знания о биоэкологических особенностях развития возбудителей мухоседа. Проведен лабораторный скрининг 22 фунгицидов различных химических групп на предмет биологической эффективности в отношении *Schizothyrium* spp., у 14 препаратов отмечена эффективность выше 80%. В ходе лабораторных и полевых опытов определены оптимальные сроки проведения защитных мероприятий. Разработана и апробирована система защиты яблони, позволяющая защитить до 100% урожая от поражения сажистой пятнистостью и мухоседом.

Теоретическая значимость работы. Получены данные о распространении SBFS комплекса на плодах яблони на территории юга России; установлен видовой состав возбудителей мухоседа в Краснодарском крае; дополнены данные о морфологических характеристиках изолятов возбудителей мухоседа в зависимости от состава питательной среды и происхождения изолята; определены растения-резерваты зимующей инфекции, сроки начала развития плодовых тел, динамика вылета аскоспор, инкубационный период возбудителей мухоседа на территории Черноморской зоны садоводства Краснодарского края; усовершенствованы методические подходы к разработке элементов системы защиты яблони от мухоседа и сажистой пятнистости.

Практическая значимость работы. Разработаны авторские методики по оценке распространенности и развития комплекса SBFS на плодах яблони и изучению биоэкологических особенностей *Schizothyrium* spp.; создана коллекция изолятов возбудителей мухоседа; зарегистрирована база данных по морфолого-культуральным признакам *Schizothyrium* spp. на различных питательных средах; выявлено влияние различных фунгицидов на изоляты возбудителей мухоседа в

условиях *in vitro* и *in vivo*; разработана система защиты яблони, проявляющая высокую эффективность против сажистой пятнистости и мухоседа.

Методология и методы исследования. В основе методологии проведенных исследований лежит системный подход, сочетающий в себе лабораторные, полевые, молекулярно-генетические, аналитические и математические методы и методики исследований. Методы исследований включали: обзор научной литературы, постановку проблемы, разработку цели, задач и алгоритма исследований, закладку лабораторных и полевых опытов, проведение учетов и наблюдений, математическую обработку экспериментальных данных (Excel, 2016; PAST) и анализ полученных результатов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Мухосед является доминирующим типом SBFS комплекса в садах Черноморской (52,0 – 76,0 % от общего числа колоний) и Предгорной (до 52,0 %) зон садоводства Краснодарского края, в Прикубанской зоне преобладает сажистая пятнистость (до 81,2 %).

2. Грибы *Schizothyrium wisconsinense* (Batzer & Crous) Crous & Batzer, и *Schizothyrium cylindricum* (GY Sun, HY Li & Rong Zhang) Crous & Batzer впервые установлены в качестве возбудителей мухоседа на территории Российской Федерации.

3. Включение в систему защиты сада фунгицидов, эффективных в отношении SBFS комплекса, в период разлета аскоспор *Schizothyrium* spp. (фаза развития культуры от ВВСН 71 (диаметр плодов до 10 мм) до ВВСН 75–76 (50–60% от сортотипичного размера плодов достигнуто)) позволяет защитить до 100% урожая от поражения сажистой пятнистостью и мухоседом.

Степень достоверности и обоснованность полученных результатов подтверждается использованием современных методов исследований и статистической обработкой экспериментальных данных в программах Microsoft Excel 2018, PAST, а также сопоставлением результатов исследований с данными, полученными другими учеными.

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы заслушаны и одобрены на заседаниях методического и ученого совета ФГБНУ СКФНЦСВВ в 2021-2025 гг., а также представлены на региональных и международных научно-практических конференциях и семинарах: 11-ой международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем» (г. Краснодар, ФГБНУ ФНЦБЗР, 2022 г.); 12-й международной научно-практической конференции молодых ученых «Совершенствование способов управления технологическими процессами в агроценозах» (г. Краснодар, ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2022 г.); пятом съезде микологов России (г. Москва, Национальная академия микологии, 2022 г.); 11-ой международной научно-практической конференции «Защита растений от вредных организмов» (г. Краснодар, ФГБОУВО КубГАУ, 2023 г.); XIII-ой международной научно-практической конференции молодых ученых «Совершенствование способов управления технологическими процессами в садоводстве и виноградарстве» (г. Краснодар, ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2023 г.); региональном научно–практическом семинаре «Особенности фитосанитарного состояния семечковых культур в современных условиях и эффективные способы защиты от вредных видов» (г. Краснодар, ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2024 г.); региональной научной конференции «Нано-, био-, информационные и когнитивные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности» (г. Краснодар, ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2024 г.); четвертом микологическом форуме (г. Москва, Национальная академия микологии, 2024 г.); 12-ой международной научно-практической конференции «Защита растений от вредных организмов» (г. Краснодар, ФГБОУВО КубГАУ, 2025 г.); междисциплинарной микологической конференции (г. Москва, Национальная академия микологии, 2026 г.).

Личный вклад автора состоит в участии на всех этапах планирования эксперимента, самостоятельном обзоре и анализе литературы, поиске методик, проведении полевых работ (обследования лесополос, определение запаса инфекции, сроков созревания тириотециев) и лабораторных опытов (выделение патогена в культуру, изучении морфолого-культуральных признаков, проведение опытов по оценке антифунгальной активности фунгицидов), в математической

обработке данных и анализе погодных условий, а так же в подготовке публикаций по диссертационной работе.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных статей, в том числе 5 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, из них 2 по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений, 3 в журналах международных систем цитирования (2 – Scopus, 1 – Springer). Зарегистрирована 1 база данных в соавторстве.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 138 страницах, содержит 20 рисунков и 27 таблиц, состоит из 3 глав и 8 приложений. Список литературы включает 181 наименование, 110 из которых – зарубежных авторов.

Благодарности. Выражаю глубокую благодарность моему научному руководителю, кандидату биологических наук Подгорной Марине Ефимовне за неоценимую помощь, ценные указания и поддержку на всех этапах работы над диссертацией. Благодарю сотрудников научного центра защиты и биотехнологии растений ФГБНУ СКФНЦСВВ, в частности Васильченко А. В., за помощь в отборе образцов для исследования, и Насонова А. И. за ценные советы по методической части лабораторных опытов; сотрудников СХ АО «Новомихайловское» Ачох С. К. и Гарезина И. А. за постоянное сотрудничество и помощь в организации исследований и полевых опытов. Выражаю особую признательность своей семье: Марченко Н. А., Лужковой Н. И., Сердюковой Н. И. за помощь и поддержку на всех этапах выполнения работы.

ГЛАВА 1 БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САЖИСТОЙ ПЯТНИСТОСТИ И МУХОСЕДА (SBFS КОМПЛЕКСА) (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Этиология комплекса сажистой пятнистости и мухоседа

До конца XIX–начала XX столетия комплекс SBFS ((sooty blotch (сажистая пятнистость) и flyspeck (мухосед)) не привлекал пристального внимания исследователей ввиду отсутствия значительных потерь урожая от него и невысоких стандартов предъявляемых к качеству сельскохозяйственной продукции. Первое научное свидетельство существования SBFS комплекса, вероятно, было сделано Montagne C. [139], когда он описал гриб *Labrella pomi* Mont. & Fr., связанный с симптомами мухоседа. Позднее, Saccardo P. A. [153], приняв плодовые тела (тириотеции) за пикнотирии, реклассифицировал данный вид, присвоив ему название *Leptothyrium pomi* (Mont. & Fr.) Sacc. В ранних исследованиях SBFS комплекса [98, 154] высказывалось предположение, что сажистая пятнистость и мухосед – разные стадии развития одного патогена – *L. pomi*. Однако уже в 1910 году Selby A. D. [155] подверг сомнению свои выводы, а к 1920 году Colby A. S. [87] подтвердил самостоятельность обоих заболеваний и описал новый род для возбудителя сажистой пятнистости яблони – *Gloeodes pomigena* (Schw.) Colby.

Наблюдая существенные различия в характере роста *G. pomigena* на плодах яблони Colby A. S. [87] выделил три морфологических типа мицелия: папоротниковидный, сотовый и сетчатый. Позднее Groves, A. B. [115] пересмотрел эту классификацию, предложив новые термины: разветвленный (аналог папоротниковидного типа), точечный, фулигинозный (объединяющий сетчатый и сотовый типы) и щелевой. Несмотря на многочисленные наблюдения за разнообразием проявлений сажистой пятнистости, *G. pomigena* долгое время рассматривался как единственный этиологический агент данного заболевания. Однако в 1996 году было установлено, что сажистая пятнистость в США

вызывается комплексом патогенов, включающим как минимум три вида: *Peltaster fructicola*, *Leptodontium elatius* и *Geastrumia polystigmatis*. При этом гриб, соответствующий описанию *G. pomigena*, обнаружен не был [124].

В 2000 году Williamson S. M. и Sutton T. B. [180] опубликовали литературный обзор, посвященный комплексу SBFS, в котором высказали предположение, что, скорее всего, комплекс возбудителей сажистой пятнистости не ограничивается тремя патогенами и в дальнейшем будет расширен. С внедрением методов молекулярной генетики количество идентифицированных видов и родов патогенов значительно увеличилось. Так, в результате исследований, проведенных в Китае [73, 95, 141, 142, 143, 167] были описаны пять новых родов – *Microcyclosporella*, *Microcyclospora*, *Phaeothecoidiella*, *Houjia* и *Sporidesmajora*, включающих девять новых видов, ассоциированных с SBFS. Дополнительные исследования в Сербии [109], Польше [181], Китае [141, 142, 107; 143], Германии [100, 134, 135, 163, 175, 176], Словении [136] и США [108, 105, 94, 106] позволили расширить список возбудителей до 80 видов. К 2019 году количество известных патогенов, связанных с комплексом SBFS, превысило 100 видов [166].

В 1940 году исследователь Baines R. C. установил, что плодовые тела, ассоциированные с мухоседом, представляют собой тиротеции, и идентифицировал возбудителя как *Microthyriella rubi* Petrak. [80]. Позднее, Von Arx J. A. реклассифицировал данный гриб, отнеся его к роду *Schizothyrium* под названием *Schizothyrium pomi* (Mont. & Fr.) Arx. [178]. В 1953 году гриб *Zygophiala jamaicensis* Mason (ныне известный как *Schizothyrium jamaicense* (E.W. Mason) Rossman) описали в качестве анаморфной стадии *S. pomi* (в то время обозначаемого как *M. rubi*) [174]. Эта взаимосвязь впоследствии неоднократно подтверждалась и не вызывала сомнений до 2008 года, когда после серии исследований было высказано предположение, что анаморфа *S. pomi* представляет собой новый, неописанный вид *Zygophiala*, а не *Z. jamaicensis* [108]. Кроме того, были описаны три новых вида возбудителей мухоседа: *Zygophiala tardicrescens* Batzer & Crous, *Z. wisconsinensis* Batzer & Crous и *Z. cryptogama* Batzer & Crous (впоследствии переименованные в *Schizothyrium tardicrescens* Batzer &

Crous, *S. wisconsinense* (Batzer & Crous) Crous & Batzer и *S. cryptogamum* (Batzer & Crous) Crous & Batzer соответственно). В 2010 году исследователи из Китая сообщили об обнаружении еще одного вида – *Z. qianensis* G.Y. Sun & Y.Q. Ma (ныне *S. qianense* (G.Y. Sun & Y.Q. Ma) Crous & Batzer) [73]. К 2024 году список возбудителей мухоседа пополнился семью новыми патогенами: *S. musae* (G.Y. Sun & L. Gao) Crous & Batzer, *S. sunii* Crous & Batzer, *S. inaequale* (G.Y. Sun & L. Gao) Crous & Batzer, *Z. trispora* G.Y. Sun & Liu Gao, *S. imperorae* (G.Y. Sun & L. Gao) Crous & Batzer, *Z. montenegroensis* G.Y. Sun & M. Zhang и *S. cylindricum* (G.Y. Sun, H.Y. Li & Rong Zhang) Crous & Batzer [140].

На данный момент считается, что большинство возбудителей SBFS принадлежат к отделу Ascomycota, классам Dothideomycetes, Sordariomycetes и Eurotiomycetes. Несколько видов SBFS относятся к отделу Basidiomycota [179]. Роды, которые были установлены для патогенов SBFS, включают *Cyphellophora*, *Chaetothyria*, *Devriesia*, *Dissoconium*, *Houjia*, *Microcyclospora*, *Microcyclosporella*, *Ochroconis*, *Phaeothecoidiella*, *Phialophora*, *Pseudoveronaea*, *Ramichloridium*, *Scleroramularia* и *Zasmidium*, *Geastrumia*, *Leptodontidium*, *Neophaeococcomyces*, *Peltaster*, *Phaeococcus*, *Pleosporales*, *Seudocercospora*, *Schizothyrium*, *Sporidesmajora*, *Translucidithyrium*, *Uwebraunia*, *Wallemia*. Виды рода *Stomiopeltis*, обнаруженные в Северном полушарии, до сих пор не получили официальных латинских названий, поскольку не образуют спор в культуре [97].

Проблема видовой идентификации возбудителей мухоседа и сажистой пятнистости продолжительное время оставалась недостаточно изученной, ввиду комплекса причин. В первую очередь, значительное влияние оказывала высокая степень морфологического сходства симптомов, вызываемых разными патогенами, так, например, в исследованиях [74] не менее двадцати возбудителей SBFS проявлялись сажистым морфотипом колоний. Во-вторых, выделение патогенов в культуру *in vitro* сопряжено с методологическими трудностями: стерилизация поверхности яблок от сапрофитных грибов так же приводит к гибели возбудителей SBFS, а из-за медленного роста SBFS патогенов на агаризированных средах их часто подавляют другие быстрорастущие микромицеты. В-третьих,

морфологические характеристики многих представителей SBFS могут значительно варьироваться в зависимости от условий роста [74].

Таким образом, продолжительный период изучения комплекса SBFS характеризовался дефицитом достоверных данных о его таксономической структуре, что существенно ограничивало понимание биоэкологических особенностей его возбудителей. Многие ранее установленные закономерности в настоящее время подвергаются критическому пересмотру на основании современных исследований, что подтверждает необходимость и актуальность углубленного изучения грибов, ассоциированных с сажистой пятнистости и мухоседом.

1.2 Морфология и видовое разнообразие SBFS комплекса

Морфология колоний возбудителей SBFS на поверхности плодов имеет постоянный характер. Однако многие роды и виды имеют сходную морфологию. Тема морфологических проявлений уже была затронута ранее в описании этиологии, где сообщалось о трех типах мицелия по Colby A. S. [87] и четырех переписанных и переименованных типов по Groves A. B. [115]. В 2005 году типы колонии разделили на три группы: 1. Склероциеподобные тела без мицелия (speck); 2. Склероциеподобные тела с мицелием (blotch); 3. Колонии с темноокрашенным мицелием, без склероцие-подобных тел. Под термином «склероциеподобные тела» подразумевали темно окрашенные структуры, которые могли представлять собой плотное переплетение гиф, конидиомы и, в некоторых случаях, плодовые тела. На основании этого разделения выделили три морфологических типа в первой группе: мухосед (flyspeck), компактное пятно (compact speck), дискретное пятно (discrete speck); два типа во второй группе: разветвленный (ramose), пунктирный (punctate) и два типа в третьей группе: сотоподобный (ridged honeycomb), сажистый (fuliginous) [105]. В исследованиях [166] упоминаются новые для предыдущей

классификации типы колоний: древовидно точечный (arborescent punctate), редко разветвленный (sparse ramose), легкий сажистый (light fuliginous), большой мухосед (large flyspeck). Авторы не упоминают морфологические признаки этих типов колоний, однако указывают виды грибов – возбудителей, подобных симптомов. В ходе анализа литературы встречалось упоминание точечного/крапистого (fleck) типа колонии [74] однако, вероятно, авторы позже исключили его из классификации, поскольку в более поздних работах коллектива нет упоминаний о нем. Описание типов мицелия с установленными грибами-возбудителями представлено в таблице 1 [105, 166].

Таблица 1 – Описание типов мицелия SBFS

Тип SBFS 1	Морфология типа 2	Возбудители 3
Мухосед	тириотетии темные, блестящие, от округлых до овальных, уплощенные, диаметром от 109 до 600 мкм; плотность расположения плодовых тел в колонии 0,5–2 микроструктуры/мм ²	<i>Schizothyrium pomi</i> , <i>S. cryptogama</i> , <i>S. cylindrica</i> , <i>S. qianensis</i> , <i>S. tardicrescens</i> , <i>S. jamaicensis</i> , <i>S. imperorae</i> , <i>S. trispora</i> , <i>S. musae</i> , <i>S. inaequalis</i> , <i>S. longispora</i> , <i>S. montenegroensis</i> , <i>Translucidithyrium thailandicum</i> X.Y. Zeng & K.D. Hyde, <i>Chaetothyria musarum</i> (Speg.) Theiss.
Компактное пятно	плодовые тела блестящие, черные, уплощенные, круглые или неправильной формы, диаметром 35–418 мкм, плотно расположенные (5–22 микроструктуры/мм ²).	<i>Phaeococcus</i> sp., <i>Scleroramularia abundans</i> Batzer, D. Mayfield & Crous, <i>S. henaniensis</i> Y. Sun, H.Y. Li & Crous, <i>S. asiminae</i> Batzer, Hemnani & Crous, <i>S. pomigena</i> Batzer & Crous, <i>S. shaanxiensis</i> G.Y. Sun, H.Y. Li & Crous, <i>S. musae</i> G.Y. Sun & Liu Gao.
Дискретное пятно	плодовые тела диаметром 35–170 мкм с многочисленными щетинками, видимыми только при увеличении; плотность расположения плодовых тел в колонии 5–20 микроструктур/мм ² .	<i>Dissoconium aciculare</i> de Hoog, Oorschot & Hijwegen, <i>Zasmidium angulare</i> Batzer & Crous.
Разветвленный тип	склероциеподобные тела диаметром 45–278 мкм, в центре колонии микроструктуры крупнее, чем по краям. Плотность расположения 3–10 микроструктур/мм ² . Склероциеподобные тела представляют собой переплетающиеся гифы.	<i>Uwebraunia commune</i> (Crous & Mansilla) Crous, <i>Stomiopeltis</i> sp, <i>Ramichloridium</i> sp, <i>Cyphellophora phyllostachydis</i> G.Y. Sun & Liu Gao, <i>C. sessilis</i> (de Hoog) Réblová & Unter., <i>C. artocarpi</i> G.Y. Sun & Liu Gao, <i>C. musae</i> G.Y. Sun & Liu Gao.
Пунктирный тип	склероциеподобные тела диаметром от 18 до 216 мкм тускло-коричневые, состоят из нескольких переплетающихся тяжелой гиф. Размер тел одинаковый от центра до края колонии, в отличие от разветвленного типа. Плотность расположения структур – 12–33 микроструктур/мм ² .	<i>Peltaster fruticola</i> , <i>P. cerophilus</i> J. Frank & Schroers, <i>P. gemmifer</i> H. Rosli & J.C. Batzer, <i>Ramichloridium punctatum</i> D. Mayfield, Batzer & Crous, <i>Uwebraunia dekkeri</i> (de Hoog & Hijwegen) Crous, <i>Chaetothyria guttulata</i> Hongsanan & K.D. Hyde, <i>Pleosporales</i> sp., <i>Neophaeococcomyces catenatus</i> (de Hoog & Herm.-Nijh.) Crous & M.J. Wingf., <i>Wallemia sebi</i> (Fr.) Arx.
Сотоподобный тип	мицелий образует «гребни», визуально напоминающие пчелиные соты. Некоторыми исследователями отмечались структуры, похожие на склероции, но они никогда не были достаточно сформированы	<i>Microcyclosporella mali</i> J. Frank, Schroers & Crous, <i>Pseudocercospora</i> sp.

Продолжение таблицы 1		
1	2	3
Сажистый тип	колонии представляют собой равномерные участки темноокрашенного мицелия.	<i>Pseudoveronaea obclavate</i> Batzer & Crous, <i>P. ellipsoidea</i> Batzer & Crous, <i>Ramichloridium apiculatum</i> (J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster) de Hoog, <i>R. cucurbitae</i> D. Mayfield, Batzer & Crous, <i>R. luteum</i> G.Y. Sun, H.Y. Li & Crous, <i>R. mali</i> (G.Y. Sun, Z. Zhang & Rong Zhang) G.Y. Sun, H.Y. Li & Crous, <i>Uwebraunia musae</i> (Arzanlou & Crous) Crous, <i>Microcyclospora malicola</i> J. Frank, Schroers & Crous, <i>M. pomicola</i> J. Frank, B. Oertel, Schroers & Crous, <i>M. tardicrescens</i> J. Frank, Schroers & Crous, <i>Houjia pomigena</i> Batzer & Crous, <i>Houjia yanglingensis</i> G.Y. Sun & Crous.
Древовидно точечный тип	описание отсутствует	<i>Phaeothecoidiella illinoisensis</i> Batzer & Crous, <i>Phaeothecoidiella missouriensis</i> Batzer & Crous, <i>Sporidesmajora pennsylvaniensis</i> Batzer & Crous.
Редкое разветвление	описание отсутствует	<i>Geastrumia</i> sp.
Большой мухосед	описание отсутствует	<i>S. wisconsinense</i> .
Легкий сажистый тип	описание отсутствует	<i>Leptodontidium elatius</i> (F. Mangenot) de Hoog
Не установлено	<i>Geastrumia polystigmatis</i> (разветвленный или сажистый), <i>Scolecobasidium musae</i> G.Y. Sun & Lu Hao, представители Chaetothyriales (пунктирный, сажистый, разветвленный, сотоподобный).	

Изображение мицелиальных типов представлены на рисунке 1.

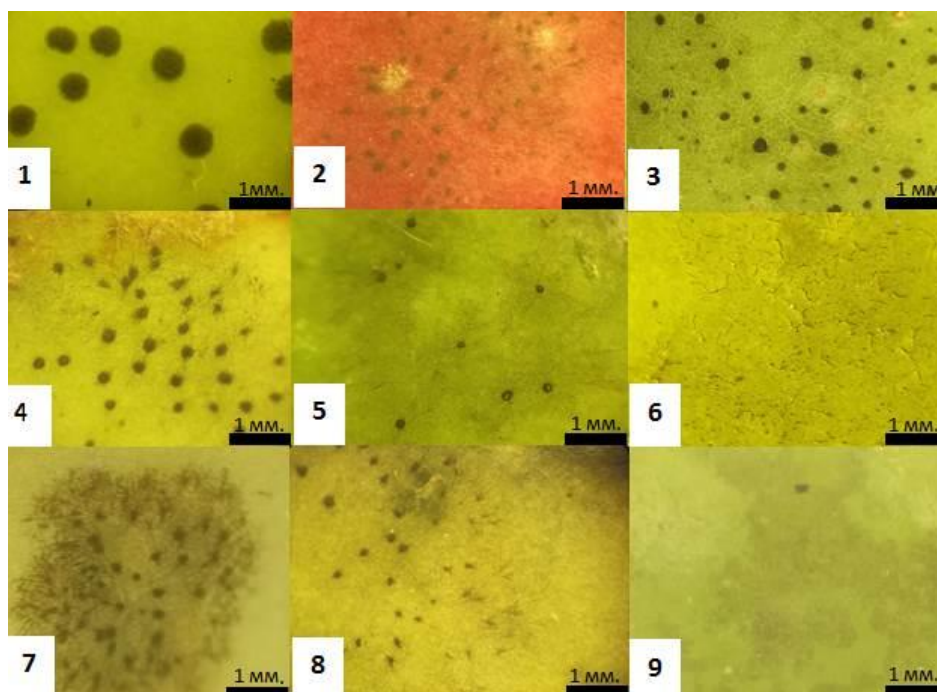


Рисунок 1 – Проявление на поверхности яблок мицелиальных типов грибов комплекса сажистой пятнистости и мухоседа (SBFS): 1 – мухосед, 2 – компактное пятно, 3 – дискретное пятно, 4 – разветвленный тип, 5 – редкое разветвление, 6 – сотоподобный тип, 7 – древовидно точечный тип, 8 – пунктирный тип, 9 – сажистый тип [41]

Некоторые виды SBFS ограничены одним географическим регионом, тогда как другие являются космополитами: *Peltaster fructicola*, *Schizothyrium pomi*, *S. cryptogama*, *S. cylindrica*, *S. wisconsinense*, *Pseudoveronea ellipsoidea*, *Microcyclospora malicola*, *Microcyclosporella mali*, *Geastrumia polystigmatis*, *Scleroramularia abundans*, *S. henaniensis*, *Cyphellophora sessilis* [166].

Окружающая среда играет значительную роль в формировании морфологических характеристик грибов, ассоциированных с комплексом SBFS, на плодах яблони. В исследовании [166], было продемонстрировано, что изоляты грибов родов *Dissoconium* spp. и *Pseudocercospora* spp. при инокуляции незрелых плодов проявляли различную морфологию в зависимости от условий культивирования. В естественных условиях сада наблюдали формирование дискретных пятен и сотоподобного мицелия, тогда как в контролируемых условиях климатической камеры при температуре 25°C мицелий развивался в виде однородного светлого покрова, по всей поверхности плода. Такая вариабельность морфологических проявлений создает определенные трудности в изучении комплекса SBFS, особенно при проверке постулатов Коха.

Большое разнообразие возбудителей SBFS инфекции закономерно влечет за собой множество морфологических проявлений на плодах. Каждому типу мицелия может соответствовать несколько десятков видов грибов, что делает определение видовой принадлежности на основе морфологии колоний только приблизительным. Однако прогресс в изучении морфологических признаков, сопровождающийся постоянным пополнением перечня описанных типов колоний, позволяет надеяться на появление усовершенствованной классификации, способствующей более точной видовой идентификации SBFS патогенов на основе морфологии. Существующая классификация остается полезным инструментом для мониторинга SBFS-комплекса в полевых условиях и анализа общих закономерностей его распространения в различных регионах [41, 131].

Среди многообразия патогенов комплекса SBFS возбудители мухоседа привлекают особое внимание исследователей в различных регионах мира. Ученые из США и Китая отмечают, что данные патогены демонстрируют повышенную

устойчивость к воздействию пестицидов по сравнению с другими представителями комплекса SBFS, что обуславливает их более высокую вредоносность [91, 107, 141]. Аналогичная тенденция наблюдается на территории России [43]. В связи с чем морфологические особенности этой группы патогенов рассмотрены подробнее.

Тириотеции возбудителей мухоседа начинают созревания ранней весной. Созревшие плодовые тела растрескиваются в центре неравномерно, обнажая аски. Аски имеют сферическую или овальную форму, битуникатную структуру и располагаются по отдельности в тканях центра. Каждый аск содержит восемь гиалиновых двухклеточных аскоспор, при этом верхняя клетка короче, шире и менее заострена, по сравнению с нижней. При созревании аска тонкая внешняя стенка разрушается, а толстая внутренняя стенка поглощает воду и расширяется, что приводит к выбросу аскоспор в воздух. После выброса аскоспор тириотеции приобретают вид небольших коричневых колец [91].

Конидии созревают на конидиеносцах, которые состоят из четырех частей: модифицированная мицелиальная базальная клетка, субгиалиновая; заметный извилистый, гладкий, толстостенный, темно-коричневый сектор; угловая субгиалиновая терминальная клетка; и две гиалиновые конидиогенные клетки. Конидии двухклеточные, от эллиптических до обратнойцевидных, гладкие, гиалиновые, тонкостенные, часто сбрасываются парами. Высвобождение конидий происходит при переходе конидиеносцев из влажных условий в сухие. По мере высыхания конидиеносца ножка сжимается, а затем внезапно удлиняется, выпуская конидии. Формирование газового пузыря на ножке, по-видимому, снимает напряжение, заставляя конидиеносец отскакивать. Конидии распространяются воздушными потоками или с брызгами дождя [73].

Возбудители мухоседа относятся к роду *Schizothyrium* (отдел Ascomycota, класс Dothideomycetes, отряд Mycosphaerellales, семейство Schizothyriaceae). К наиболее распространенным видам возбудителей относятся – *Schizothyrium pomi*, *S. cryptogama*, *S. cylindrica*, *S. wisconsinense* [166] (рисунок 2).

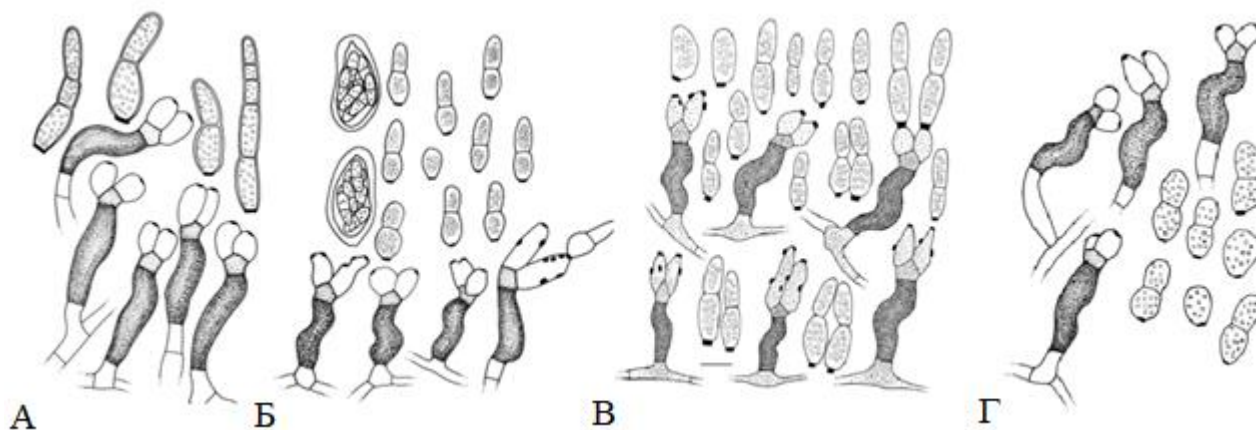


Рисунок 2 – Конидиеносцы с конидиями: А – *Schizothyrium pomi*; Б – *S. cryptogatum* [108]; В – *S. cylindricum* [107]; Г – *S. wisconsinense* [108].

***Schizothyrium pomi*.** Плодовое тело диаметром 150–375 мкм, высотой 30 – 50 мкм, с неровными краями; верхний слой состоит из переплетенного мицелия, формирующего 2–4 слоя толстостенных, коричневых, псевдопаренхиматозных клеток толщиной 4–8 мкм; аскوماتы расположены на тонкой, гиалиновой базальной строме. Аски битуникатные, 8-споровые, овальные или эллипсоидные до булавовидных, апикальная камера присутствует, но малозаметна при созревании, размером $20\text{--}45 \times 8\text{--}16$ мкм; формируются в один слой в ткани гаматеция. Аскоспоры гиалиновые, с каплями масла, толстостенные, срединно односептатные, суженные на септе, эллипсоидальные, наиболее широкие в середине апикальной клетки, которая остро закруглена, тогда как нижняя клетка тупо закруглена, размером $10\text{--}14 \times 3\text{--}5$ мкм. Аскоспоры прорастают через 24 часа на солодовом агаре, не деформируются, прорастают с обоих концов, с 2–3 ростковыми трубками [108].

Конидиеносцы возникают из поверхностных гиф, шириной 2–3 мкм, прямостоячие, рассеянные, 3–4-септатные, субцилиндрические, редко прямые, чаще изогнутые, темно коричневая ножка размером $25\text{--}35 \times 7\text{--}8$ мкм (от базальной септы до ниже фиалиды), апикальная клетка $6\text{--}7 \times 6\text{--}7$ мкм, конидиогенные клетки размером $8\text{--}12 \times 6\text{--}7$ мкм; рубцы заметные, апикальные, потемневшие, утолщенные, слегка преломляющие свет. Конидии одиночные, веретеновидные до обратобулавовидных, гиалиновые, гладкие и толстостенные, поперечно 1(–7)-септатные, заметно суженные на септах, размером $20\text{--}30 \times 5\text{--}8$ мкм, если

односептатные, и до 110 мкм длиной, если 7-септатные; апикальный конец тупой, основание слегка усеченное [108] (рисунок 2А).

Культуральные характеристики. Колонии через 2 недели на овсяном агаре в темноте плоские, распространяющиеся с редким воздушным мицелием и гладкими, ровными краями; бледно-оливково-серые до оливково-серых в центре, становятся кремовыми до бледно-желтыми к краю; в старых культурах развиваются эруптивные инициали аском [108].

S. cryptogatum. Конидиеносцы, отходящие от поверхностных гиф, шириной 1,5–3 мкм, прямые, разбросанные, с тремя перегородками, субцилиндрические, неравномерно извилистые, состоящие из гиалиновой опорной клетки, которая дает начало гладкой темно-коричневой ножке, 17–22×4–5 мкм (от базальной перегородки до нижней фиалиды), заканчивающаяся мелкобородавчатой, средне-коричневой апикальной клеткой, 3–4 × 4–5 мкм, которая дает начало двум средне-коричневым, мелкобородавчатым, долотовидным или удлинено-цилиндрическим, конидиогенным клеткам размером 6–15 × 5–6 мкм; рубцы выраженные, апикальные и боковые, затемненные, утолщенные, шириной 1–2 мкм. Конидии одиночные, веретеновидные или обратнобулавовидные, гиалиновые, гладкие и толстостенные, поперечно 1–2-септированные; безсептированные, 6–9 × 5–7 мкм, с 1 перегородкой, 12–20 × 4–8 мкм, 2- септированный, 19–30 × 5–7 мкм, заметно сужен в перегородки; вершина почти тупая, основание почти усеченное, с затемненным, утолщенным рубчиком, шириной 1–2 мкм. Образуют шаровидные аскомы на поверхности пластинок ОА. Аски 8-споровые, обратнойцевидные до эллипсовидных, битуникальные, с апикальной камерой 20–25 × 12–13 мкм. Аскоспоры многорядные, гиалиновые, гладкие, веретеновидно-эллипсоидальные, посередине 1-септированные, 7–8 × 3 мкм [108] (рисунок 2Б).

Культуральные характеристики. Колонии через 2 недели на овсяном агаре в темноте плоские, раскидистые, воздушный мицелий отсутствует, края гладкие, ровные; оливково-серые по всей поверхности; развиваются от погруженных до прорывающихся, шаровидных аскоматозных инициалиях [108].

***S. cylindricum*.** Конидиеносцы, возникающие из поверхностных гиф, прямые, разбросанные, с 3 перегородками, субцилиндрические, извилистые, $13\text{--}33 \times 3\text{--}11$ мкм (от базальной перегородки до нижней фиалиды), состоящие из гиалиновой или субгиалиновой, полупрозрачной базальной клетки, которая дает начало гладкой темно-коричневой клетке, заканчивающейся мелкобородавчатой, средне-коричневой, апикальной клеткой, $2\text{--}10 \times 2\text{--}9$ мкм, из которой возникают две конидиогенные клетки. Конидиогенные клетки средне-коричневые, мелкобородавчатые, от дольчатой до эллиптической или субцилиндрической формы, $3\text{--}21 \times 4\text{--}9$ мкм, с затемненными рубцами, утолщенные, выступающие, верхушечные и боковые, несколько преломляющие, шириной 2–3 мкм. Конидии одиночные, обратнобулавовидные, овальные до удлинено-субцилиндрических, субгиалиновые до гиалиновых, гладкие, толстостенные, 1–2-септированные; 0-септированные размером $9\text{--}22 \times 3\text{--}13$ мкм, 1-септированный $14\text{--}46 \times 4\text{--}14$ мкм, суженные в септах; вершина тупая, основание полуусеченное, с затемненным, утолщенным рубчиком, шириной 2–3 мкм [107] (рисунок 2В).

Культуральные характеристики. На картофельно-глюкозном агаре колония серая или белая с неровным краем, достигающая 12–22 мм через месяц и гофрированная в центре, слегка холмистая с небольшими темными каплями в центре [107].

***S. wisconsinense*.** Конидиеносцы, отходящие от поверхностных гиф, шириной 2–3 мкм, прямые, разбросанные, с 3–4 перегородками, субцилиндрические, неравномерно извилистые, темно-коричневая ножка размером $15\text{--}20 \times 4\text{--}7$ мкм (от базальной перегородки до нижней фиалиды), заканчивающийся мелкобородавчатой, средне-коричневой апикальной клеткой $3\text{--}4 \times 4\text{--}5$ мкм, которая дает начало двум средне-коричневым, мелкобородавчатым, долиообразным или эллипсоидальным, конидиогенным клеткам, $7\text{--}11 \times 5\text{--}6$ мкм, с 1–2 выраженными рубцами, апикальными и боковыми, затемненными, утолщенными, несколько преломляющими свет, шириной 2 мкм. Конидии одиночные, веретеновидные или обратнобулавовидные, гиалиновые, гладкие и толстостенные, зернистые, без перегородок, $6\text{--}8 \times 6\text{--}8$ мкм или поперечно

1- септированные (редко срединные), $13\text{--}23 \times 6\text{--}8$ мкм, заметно суженные у перегородки; вершина тупая, основание полуусеченное, с затемненным, утолщенным рубчиком, шириной 2–3 мкм [108] (рисунок 2Г).

Культуральные характеристики. Колонии через 2 недели на овсяном агаре в темной плоской среде, распространяющиеся с умеренный воздушный мицелий и гладкие, ровные края; бледно-оливково-серый в середине, с большой, грязно-белой до кремовой внешней зоной [108].

Таким образом, основные отличия между космополитическими видами рода *Schizothyrium* заключаются в морфологических признаках, таких как размер и форма конидиеносцев, структура и септация конидий, а также особенности роста колоний на питательных средах. *S. pomi* выделяется наиболее крупными конидиеносцами и конидиями, достигающими 110 мкм, тогда как *S. wisconsinense* имеет самые мелкие конидии (до 23 мкм). *S. cylindricum* отличается извилистыми конидиеносцами и гофрированными колониями, *S. cryptogatum* – отсутствием воздушного мицелия и шаровидными аскомами. Хотя морфолого-культуральные признаки уступают по точности молекулярным методам исследования, они остаются важной частью определения видовой принадлежности.

1.3 Распространение и вредоносность SBFS комплекса

Заболевание встречается во всем мире в регионах с влажным вегетационным периодом. Поражение плодов комплексом SBFS не приводит к потере урожая, но значительно снижает качество получаемой продукции, что влечет за собой серьезные финансовые потери.

В последние десятилетия наблюдается увеличение вредоносности SBFS в различных странах, включая США, Сербию, Черногорию, Германию, Турцию, Норвегию, Словению, Польшу, Бразилию, Болгарию, Китай, Испанию, Республику

Корея, Ямайку, Индию, Таиланд, Японию и Иран [74, 94, 96, 97, 109, 122, 133]. На территории России мухосед ранее отмечался единично [9, 26, 64], однако с 2021 года фиксировались вспышки заболевания на участках выращивания сортов яблони, устойчивых к доминирующим заболеваниям [42].

Согласно исследованиям Williamson S. M. и Sutton T. B. в США сажистая пятнистость и мухосед являются повсеместно распространенными заболеваниями в регионах возделывания яблонь [180]. В работе [150] авторы отмечают, что на юго-востоке США интенсивные фунгицидные обработки позволяют сдерживать пораженность урожая на уровне 5–10%, тогда как отказ от химической защиты может приводить к 100% утрате товарного качества плодов. В Бразилии значимость SBFS комплекса возрастает в контексте органического земледелия, а так же в насаждениях, где выращиваются сорта яблонь, устойчивые к парше [160]. В Испании актуальность проблемы возросла с распространением сортов, устойчивых к парше, мучнистой росе и европейскому раку [97]. Китай известен широким разнообразием видов, вызывающих мухосед, в исследованиях [142] выявлено не менее шести возбудителей рода *Zygophiala* (в настоящее время *Schizothyrium* spp.). Помимо яблони, комплекс SBFS отмечен на других плодовых культурах: на манго в Малайзии [161], на хурме в Корее [145] и на киви в Новой Зеландии, где потери качества урожая могут достигать 30-60% [90].

Общая площадь насаждений яблони в России по данным Мережко О.Е. и Аминовой Е.В. [46] на 2023 год составляет 142,4 тыс. га в промышленном секторе садоводства, из них на Краснодарский край приходится по разным сообщениям от 21,3 тыс. га до 35 тыс. га [2, 46, 62]. В Российской Федерации сады, придерживающиеся принципов органического земледелия распространены мало, на долю наиболее крупных производителей: ООО «Агроном сад» (Липецкая область) и ЗАО «Центрально-Черноземная Плодово-Ягодная компания» (Воронежская область) приходится 41 га и 254 га насаждений соответственно [56]. Однако много внимания уделяется экологизации выращивания плодовой продукции, путем выращивания сортов, устойчивых к доминирующим заболеваниям [13, 14, 15, 21]. В южных регионах России к доминирующим

болезням относятся парша (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter) и мучнистая роса яблони (*Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh.) E.S. Salmon) потери урожая от которых могут достигать 40-50%, а на высоковосприимчивых сортах до 70-80% [24, 30, 51, 63, 66, 70]. По данным Ренгартен Г. А. Россия является лидером по объёму созданных иммунных сортов [51]. Не смотря на то, что использование иммунных сортов позволяет в значительной степени снизить издержки производств и негативное влияние на экологию, оно так же создает благоприятные условия для повышения вредоносности таких заболеваний как: монилиальный ожог [60, 61], гнили сердцевины (*Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Botrytis* spp.) [65, 1], бактериоз (*Pseudomonas* sp. и *Erwinia* sp.) [23, 29], антракноз (*Cryptosporiopsis curvispora* (Peck) Gremmen), черный рак (*Sphaeropsis malorum* (Berk.) Berk.), обыкновенный рак (*Cylindrocarpon mali* (Allesch.) Wollenw.), поверхностный некроз (*Cryptosporiopsis corticola* (Edgerton) Nannf.), фомоз (*Phoma pomorum* Thüm.), фомопсис (*Phomopsis prunorum* (Cooke) Grove, цитоспороз (*Cytospora* spp.) [55, 67, 69], филлостиктоз (*Phyllosticta* spp.), альтернариоз (*Alternaria* spp.) [6], плодовая гниль, гнили плодов при хранении (*Monilinia* spp., *Penicillium* spp., *Botrytis* sp., *Cladosporium* spp., *Neofabraea* spp., *Alternaria* spp., *Fusarium* spp.) заражение которыми происходит еще в саду, до уборки урожая [44, 45]. И если в исследованиях 2013-2016 годов обсуждалась возможность сведения обработок на иммунных сортах к минимуму (1-2 за сезон) [14, 15], то настоящее время система защиты иммунных и устойчивых сортов приближается к системам защиты восприимчивых садов, однако даже проводя обработки в начале сезона по микозным усыханиям, монилиальному ожогу и гнилям сердцевины и в конце вегетации по плодовым гнилям, образуется окно для заражения комплексом SBFS в период роста плодов.

Таким образом, распространение комплекса SBFS носит космополитический характер, хотя отдельные виды могут быть ограничены пределами континента, страны или региона. Вредоносность патогенов определяется множеством факторов, среди которых ключевую роль играют погодные условия вегетационного периода и применяемая система защиты сада. Многие ученые высказывают

предположение, что ключевые причины повышения вредоносности SBFS инфекции заключаются в снижении количества обработок, их отсутствие или отказ от химически синтезированных пестицидов (в органическом производстве). Широкое использование иммунных сортов яблонь в России несет в себе неоспоримые плюсы в виде экологизации производств, но в то же время создает благоприятные условия для увеличения вредоносности комплекса SBFS.

1.4 Биэкология грибов SBFS

Несмотря на прогресс в изучении SBFS комплекса, сведения по экологии и биологии его возбудителей остаются неполными. Открытие за последнее десятилетие значительного числа новых видов обуславливает необходимость пересмотра и переоценки предшествующих исследований с учетом современных представлений о таксономическом разнообразии данной группы возбудителей.

Основная часть информации о жизненных циклах возбудителей SBFS была получена в результате исследований, проведенных на востоке США. Было установлено, что грибы, входящие в комплекс SBFS, способны колонизировать широкий спектр древесных и кустарниковых растений, включая виноградные лозы, как в пределах садовых агроценозов, так и на прилегающих территориях. Экспериментальные данные Baines R. C. [80] и Hickey K. D. [119] свидетельствуют о способности изолятов возбудителей SBFS, выделенных с таких растений-хозяев, как ежевика, ива, платан, сассафрас и дикий виноград, индуцировать характерные симптомы на плодах яблони при искусственном заражении. Споры, образующиеся на растениях-резервуарах переносятся ветром и дождем в сады в течение всего периода развития плодов [74, 77, 79, 93, 106, 120, 148, 166].

Ключевым фактором, определяющим развитие грибов SBFS, является продолжительность периодов повышенной влажности. Наличие капельной влаги

на поверхности плодов создает благоприятные условия для роста мицелия, споруляции и распространения конидий, что способствует образованию новых колоний [180]. Согласно исследованиям Brown E. M. и Sutton T. B. [85], интенсивность проявления симптомов SBFS в Северной Каролине коррелировала с частотой и объемом осадков, выпадавших в июне. В исследовании Kirby R. S. [126] была установлена прямая корреляция между распространенностью SBFS комплекса в садах Пенсильвании и количеством осадков выпавших в июле, при этом влияние осадков в августе и сентябре было менее выраженным. Позднее Sharp W. L. и Yoder K. S. [156] выявили положительную корреляцию между суммарной продолжительностью периодов с относительной влажностью выше 95% и степенью вредоносности SBFS в садах Вирджинии.

Многие виды грибов, входящих в комплекс SBFS, характеризуются широким температурным оптимумом, что снижает значимость этого показателя в развитие патогенов [75, 99, 125]. В ходе исследований, посвященных изучению воздействия температуры и относительной влажности на рост культур *Peltaster fructicola* и *Leptodontium elatius* in vitro, было установлено, что оптимальные температурные диапазоны для мицелиального роста *P. fructicola* составляют 12–24 °С, для *L. elatius* – 16–28 °С. При этом мицелий *L. elatius* демонстрировал устойчивость к длительному воздействию температур ≥ 32 °С, тогда как *P. fructicola* подобной толерантностью не обладал. Рост мицелия обоих видов подавлялся при относительной влажности воздуха ниже 95 %, тогда как максимальную споруляцию наблюдали при влажности 97–99 % [125].

Биохимический состав плодов яблони претерпевает существенные изменения по мере их развития. На начальных этапах формирования кутикула плодов яблони характеризуется низким содержанием питательных веществ, а мякоть преимущественно состоит из сложных углеводов. В процессе созревания в кутикулярный слой начинают проникать простые сахара и органические кислоты, что, стимулирует увеличение распространенности колоний SBFS к концу сезона [114, 143]. Лабораторные исследования подтвердили положительное влияние яблочного сока на скорость роста мицелия некоторых видов SBFS [99, 166].

Согласно исследованиям Sutton T. B., продолжительность инкубационного периода инфекции SBFS на территории Соединенных Штатов в среднем составляет 20–25 дней, однако при благоприятных условиях первые симптомы могут наблюдаться уже через 8–12 дней [168]. Первые колонии патогенов на плодах яблони становятся видимыми спустя 30–90 дней после завершения формирования аскоспор [91]. В исследованиях, проведенных в Польше продолжительность инкубационного периода варьировалась от 29 до 45 дней [114], в Бразилии до 48 дней [165].

Вопрос о биологическом цикле возбудителей SBFS оставался дискуссионным долгое время. Авторы ранних работ [91, 130] ставили под сомнение возможность аскоспор инициировать болезнь на яблоне и склонялись к идее, что яблони в течение сезона заражаются конидиями, однако эта идея прямо противоречила исследованиям Williamson S. M. и Sutton T. B. [180], в котором авторы заявляли, что именно аскоспоры являются первичным источником инфекции. Исследователи Mayr U., Späth S. и Buchleither S. в ходе серии экспериментов пришли к выводу, что заражение носит моноциклический характер, происходит в течение всего вегетационного периода, однако в начале сезона оно имеет большее значение, чем в конце [134, 135]. Авторы более поздних работ [120, 173], пришли к таким же выводам. Ismai S. I., Batzer J. C., Harrington T. C. и коллеги провели серию опытов для определения сроков заражения яблони грибами-возбудителями SBFS разных родов и подтвердили предыдущие результаты, полученные в Польше, Германии и Бразилии [135, 158, 181], доказав, что у большинства видов-возбудителей SBFS заражение происходит в первой половине периода развития плодов, а вторичные циклы образования спор и развития колоний на плодах яблони не происходят [148]. Сообщалось, что заражение *Schizothyrium pomi* было максимальным в течение первых 8 недель после завязывания плодов, а затем постепенно снижалось до сбора урожая. У грибов *Microcyclosporella mali* и *Stomiopeltis sp.* наиболее интенсивное инфицирование происходило в течение первых 2 недель после завязывания плодов. *Dissoconium aciculare*, *Colletogloeopsis*-подобный вид FG2 и *Peltaster sp.*, значительно сильнее заражали плоды яблони в

течение первых 4 недель после их завязывания [148]. Однако для *Peltaster fructicola* не были обнаружены пики инфекции, что может быть связано с его способностью продуцировать большое количество дрожжеподобных бластоспор в качестве вторичного инокулята во влажных условиях и вероятно перезаражать плоды в течение всего периода вегетации [99, 123, 181]. На контрольных яблоках, которые были постоянно покрыты мешками для фруктов (специальные мешки из воощенной бумаги, сетки или органзы, использующиеся в качестве физического барьера для защиты развивающихся плодов от вредителей, болезней и солнечных ожогов) с 12 по 21 день после опадания лепестков, колонии SBFS не наблюдались. В отличие от этого, на яблоках, открытых в течение всего периода развития плодов (контроль без мешков), наблюдалось гораздо больше колоний SBFS, чем суммарное число колоний, образовавшихся на яблоках, которые подвергались периодическому освобождению от мешка. Все роды грибов SBFS, которые образовали колонии в контрольном варианте без укрытия, также образовали колонии в вариантах с укрытием. Укрытие плодов значительно снизило общее количество колоний видов, подобных *Stomiopeltis*, *Dissoconium* sp. и *Peltaster* spp. на 80, 93 и 97 % соответственно, и не оказало существенного влияния на количество колоний *Schizothyrium* sp., *Microcyclosporella* sp. и *Colletogloeopsis*-подобных видов. *D. aciculare* заражал яблоки в начале сезона примерно в то же время, что и другие грибы SBFS, однако первые симптомы отмечались только в конце сезона из-за более медленного развития видимых колоний по сравнению с другими видами. В экспериментах *in vitro*, *D. aciculare* рос относительно медленно при высоких (30–35 °C в сутки максимальных) температурах, типичных для середины периода развития плодов (июль и август) в Айове, но рос быстрее, чем другие таксоны при 15 °C, что ближе к среднесуточной температуре в Айове в сентябре, в течение последнего месяца созревания плодов [123].

Биоэкологические особенности возбудителей мухоседа изучены более подробно по сравнению с другими грибами-возбудителями SBFS, что обуславливается его повышенной вредоносностью по сравнению с другими представителями комплекса во многих регионах возделывания яблонь, а также

исторической обособленностью. Несмотря на то, что по своей сути мухосед является лишь одним из типов сажистой пятнистости, с самого начала он был отделен от остального комплекса в виду более легкой идентификации и до сих пор формально упоминается как отдельное от сажистой пятнистости заболевание, объединённое с ним в единый комплекс под названием SBFS. Это повышает уровень доверия к ранним работам, посвященным биологическим особенностям возбудителей мухоседа, поскольку не смотря на неоднократные реклассификации симптоматики SBFS, понимание термина «мухосед» оставалось неизменным у разных поколений ученых.

Период созревания и разлета аскоспор у представителей грибов рода *Schizothyrium* зависит от метеорологических условий. В исследованиях [180] отмечено, что в Массачусетсе разлет аскоспор длится 3-4 недели с пиком в конце мая или июне. Не все тириотеции способны к созреванию, 33-69% плодовых тел не начинают развития к концу периода разлета зимующей инфекции. Так же было отмечено, что тириотеции не формируют аскоспор без периода перезимовки [91].

Формирование конидиального спороношения отмечали через 45-54 дня после начала разлета аскоспор [91]. Распространение конидий фиксировали преимущественно в утренние часы, до полудня, что связывают с предположением, что высыхание утренней россы – создает оптимальные условия для выброса спор [130, 169].

Таким образом, комплексный анализ биоэкологии SBFS сопряжен с объективными трудностями, поскольку заболевание вызывается сообществом фитопатогенов, принадлежащих к разным таксономическим группам. К настоящему моменту в науке сформировано ясное представление о общих закономерностях биологии патогенов: возбудители SBFS зимуют на растениях-хозяевах в лесополосах; росы, повышенные влажность воздуха и сумма осадков увеличивают вредоносность патогенов; распространенность и развитие инфекции резко возрастает к уборке урожая. В научной литературе наблюдается тенденция к исследованию видового разнообразия SBFS-комплекса с использованием методов

молекулярной генетики, в то время как фундаментальные знания о биоэкологии патогенов не обновляются с той же интенсивностью.

Эволюция и адаптивные механизмы SBFS патогенов. Авторы исследования [147] поставили под сомнение классическую модель эволюции паразитизма у грибов SBFS, согласно которой сапрофитные грибы были предками гемибiotрофных патогенов растений, которые затем эволюционировали либо в некротрофов, либо в облигатных биотрофов [162], предположив, что вместо этого грибы SBFS пошли по другому эволюционному пути: от паразитов, проникающих в растения, к эктофитам. Согласно исследованиям [77, 147] геномы SBFS-патогенов характеризуются меньшим размером, что обусловлено сниженным содержанием повторяющихся последовательностей и уменьшенным количеством генов. В частности, отмечен дефицит генов патогенности таких как мембранные транспортеры (MFS) и ферменты разрушения клеточных стенок (PCWDE) [88, 112]. Однако гены, способствующие выживанию на поверхности растений, более многочисленны и/или активны, чем у некротрофных или гемибiotрофных грибов. В исследованиях [110, 147] авторы сообщали, что гены, синтеза кутиназ и липаз, которые связаны с расщеплением кутина и эпикутикулярных восков, – либо сохранились, либо значительно увеличились в количестве по сравнению с видами проникающими в растения. В этих же исследованиях с помощью сканирующей электронной микроскопии были получены изображения, доказывающие, что грибы *P. fruticola* и *R. luteum* могут частично растворять кутикулу и внедряться в неё. При этом SBFS-патогены не проникают в живые клетки, что позволяет им избегать иммунного ответа хозяина [89, 111, 117, 172].

Таким образом, геномы SBFS-патогенов эволюционировали в сторону упрощения и ослабления паразитических функций, что связано с их поверхностным образом жизни и адаптацией к олиготрофным условиям. Их геномные особенности, включая потерю генов, связанных с патогенностью, и ограниченное создание новых генов, отличают их от более агрессивных фитопатогенных грибов. Возбудители SBFS являются скрытыми патогенами, совершенно незаметными для растений-хозяев. Эта особенность позволяет SBFS

патогенам избегать узкой специализации и выживать в периоды быстрых изменений окружающей среды [97].

1.5 Меры борьбы с SBFS комплексом

Борьба с SBFS патогенами требует применения комплексного подхода, включающего агротехнические, биологизированные, химические и организационно-хозяйственные методы. Каждый из указанных подходов обладает определёнными преимуществами и ограничениями, а их эффективность зависит от специфики условий выращивания и степени пораженности растений. В современных условиях особый акцент делается на внедрении интегрированных систем защиты, которые комбинируют все эти методы для достижения оптимального эффекта при минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Такой подход не только способствует эффективному контролю SBFS-комплекса, но и снижает вероятность развития резистентности у патогенов, и способствует сохранению экологического равновесия агроэкосистем.

Агротехнические меры борьбы. Основной принцип агротехнических мер заключается в создании или выборе условий, которые ограничивают развитие патогена. Уже на рубеже XX века Selby A. D. [154] и Sheldon J. L. [157] подчеркнули значимость хорошо проветриваемых участков для снижения риска заболевания. Более поздние исследования подтверждали эффективность обрезки как метода контроля SBFS комплекса. Latham A. J. и Hollingsworth M. H. [129] продемонстрировали, что регулярная обрезка позволяет снизить частоту возникновения заболевания в среднем на 30%. Летняя обрезка способствовала улучшению микроклиматических условий в саду: сокращалась продолжительность периодов с относительной влажностью воздуха выше 95% и повышался испарительный потенциал [118]. Ocamo-Basu C. M., Sutton T. B. и Nelson L. A. установили, что зимняя обрезка в садах значительно уменьшала развитие сажистой

пятнистости в период наблюдений, однако её влияние на частоту и интенсивность поражения мухоседом оказалось нестабильным [144]. Cooley D. R., Gamble J. W., Autio W. R. в ходе двухлетнего исследования, проведённого без применения фунгицидов, выяснили, что летняя обрезка (в начале июля) снижала частоту появления мухоседа на 50% [92].

Особое внимание в исследованиях уделяли роли растений-резерваторов в распространении инфекции. Hickey K. D. впервые указал на необходимость удаления восприимчивых растений вблизи садов для снижения количества инокулята [118, 119]. Sutton T. B. используя ловушки для спор, зафиксировал, что виды рода *Rubus* являются одними из наиболее распространённых растений-хозяев вблизи садов в Северной Каролине, и рекомендовал регулярное удаление этих растений вдоль границ садов для снижения уровня инокулята [168, 169].

Таким образом, агротехнические меры борьбы с SBFS инфекцией включающие обрезку яблоневых деревьев и контроль растений-резерваторов, остаются важным инструментом в интегрированной системе защиты садов.

Сортовая устойчивость. Belding R. D. отмечал, что развитие SBFS различалось между сортами в один и тот же день уборки урожая в течение вегетационного периода 1989–1992 годов. Он предполагал, что, поскольку гриб растёт на кутикуле, любое различие между сортами может быть связано с отличиями в одном или нескольких компонентах эпикутикулярного воска. Дальнейшие исследования обнаружили разницу между сортами в пяти основных компонентах воска, но ни один из них не поддерживал рост SBFS патогенов *in vitro*, если в него не был добавлен яблочный сок. Belding R. D. пришел к выводу, что питательные вещества поступают в кутикулу в основном из сока плода. Таким образом, любые различия в степени заболевания между сортами могут быть связаны с проницаемостью кутикулы для этих веществ [81].

Сорта могут различаться по восприимчивости к колонизации SBFS в зависимости от сроков созревания. Раннеспелые яблони как правило избегают поражения сажистой пятнистостью и мухоседом, в то время как позднеспелые сорта подвергаются высокому риску. Таким образом, возможно минимизировать

вредоносность SBFS за счет выбора подходящих сортов для новых садов. Однако такие критерии, как урожайность, рыночный спрос, долгосрочное хранение и устойчивость к широкому спектру заболеваний, вероятно, будут иметь более высокий приоритет среди коммерческих производителей яблок, чем снижение риска SBFS инфекции [74]. В России яблоня занимает до 70% всех плодовых насаждений [27]. На 2021 год в России было допущено к использованию 494 сорта яблони, из которых зимние сорта – 241 ед., осенние – 132 ед. Летние сорта являются самой малочисленной группой [2]. Большая часть производства яблок приходится на Кабардино-Балкарскую республику, Краснодарский край и республику Крым [46]. В Крыму до 70% насаждений отводится под яблони средних и поздних сроков созревания, вероятно это тенденция распространяется и на другие южные регионы выращивания [5, 6].

Экологизированные и биологические меры борьбы. Возрастающая популярность органически выращенных яблок в Северной Америке и Северной Европе способствовала оптимизации контроля над SBFS с использованием фунгицидов, сертифицированных для применения в органических производствах. Ellis M. A., Madden L. V. и Wilson L. L. сравнили органические и стандартные системы защиты на устойчивых и восприимчивых к парше сортах яблони в Огайо, и сделали вывод, что применение органических фунгицидов эффективно в сухие летние периоды, но не обеспечивает приемлемого контроля SBFS патогенов во влажные летние сезоны [102]. В нескольких исследованиях оценивали эффективность биологических препаратов на основе *Chaetomium globosum* Kunze [82] и покрытия каолином [72, 101], однако уровень подавления SBFS часто уступал химическим фунгицидам. Методики с использованием метионина–рибофлавина и бикарбоната калия снижали развитие и распространенность сажистой пятнистости, но не обеспечивали экономически значимого контроля мухоседа в Висконсине [78]. В 2007 году в Массачусетсе оценили несколько комбинаций соединений кальция вместе с бикарбонатом калия и коммерческим биологическим препаратом, получив схожие результаты [91]. Формулы на основе бикарбоната калия показали обнадеживающие результаты в подавлении SBFS на

устойчивых к парше сортах в Германии [163] и Швейцарии [100], в результате применения пестицидов было получено более 85% товарных яблок по сравнению с 7% для необработанного контроля. Зимние обработки медью или известковой серой с целью подавления зимующего инокулюма SBFS, были менее эффективны, чем летнее применение органических фунгицидов. В европейских яблоневых садах SBFS представляет собой серьезную проблему для органического производства [175, 176]. Обработки известковой серой, калийным и кокосовым мылом, показывали нестабильные результаты [100].

В исследованиях [82] авторы продемонстрировали, что применение *Chaetomium globosum* вместе с 0,5% коллоидной целлюлозой снижает на 63% пораженность мухоседом и на 79% сажистой пятнистостью по сравнению с необработанным контролем, что подчеркнуло его потенциальную применимость в сельском хозяйстве. Однако дальнейшего распространения идея не получила.

В исследовании, проведенном Kiyomoto R. K. [127] была изучена эффективность применения штамма *Trichoderma harzianum* T-22, который вносился с интервалом в 7 или 14 дней, начиная с середины августа и до момента сбора урожая. Однако данный подход не привел к статистически значимому снижению частоты появления SBFS по сравнению с необработанным контролем. Это указывает на ограниченную эффективность данного штамма в условиях проведенного эксперимента.

Ploper L. D. и Backman P. A. в своей работе [149] исследовали влияние некорневой обработки коллоидными суспензиями различных биополимеров на популяцию SBFS. Их результаты подтвердили, что применение таких составов способствует снижению распространённости заболеваний.

В Китае и Японии существует практика упаковки плодов яблони в индивидуальные, воздухопроницаемые двухслойные пакеты в течение 3–4 недель после завязывания плодов и до сбора урожая. Внешний непрозрачный слой удаляют до уборки урожая, чтобы плоды могли приобрести сортотипичный окрас. Упаковка может быть очень эффективной против SBFS, поскольку пакеты предотвращают попадание спор на поверхность плодов. Однако стратегия

упаковки имеет несколько потенциальных рисков. В садах Айовы, например, предварительные полевые исследования показали, что многочисленные споры возбудителей SBFS заселяют плоды в первые недели их развития, что как правило происходит до помещения плодов в пакеты. Еще одним недостатком является то, что пакеты необходимо устанавливать и снимать вручную. Так в Китае, например, затраты на ручную упаковку фруктов является экономически не выгодной стратегией, ввиду необходимости так же продолжать проводить обработки против листовых болезней. Однако, эта стратегия может быть применима в органических производствах [74].

Послеуборочная очистка. Colby A. S. отмечал, что «сажистые пятна легко удаляются путем погружения яблок на 3–6 минут в воду Javelle» (вода Javelle [гипохлорит натрия] производится путем кипячения бикарбоната соды в воде в течение 15 минут и перемешивания с хлором извести). Используя эту технику, он смог снизить распространенность SBFS с 100% до 27% [87]. В последующих исследованиях было обнаружено, что 7-минутное погружение плодов в раствор хлора концентрацией 0,08% эффективно удаляло симптомы у плодов сортов «Джонатан» и «Голден Делишес». Однако, удаление пятен SBFS не было эффективным на сильно зараженных яблоках, некоторые типы мицелия удалялись тяжелее, чем другие, и так же было отмечено, что некоторые сорта яблок очищались тяжелее [104].

Таким образом, хотя некоторые экологизированные подходы демонстрируют перспективность в снижении распространенности SBFS на яблоне, их практическое применение остается ограниченным из-за отсутствия коммерческих решений и необходимости дополнительных исследований для подтверждения их эффективности в различных агроэкологических условиях.

Химические меры борьбы. Химическая борьба с сажистой пятнистостью и мухоседом за последние 110 лет прошла как минимум четыре этапа:

- использование неорганических фунгицидов;
- переход от неорганических фунгицидов к органическим;

- возрастание вредоносности заболевания в результате ограничения использования различных действующих веществ;

- улучшенный контроль за счет применения систем защиты на основе математических моделей для определения времени внесения фунгицидов [180].

Первый отчет об испытании фунгицидов против сажистой пятнистости и мухоседа был сделан Lamson H. H., когда он сообщил о снижении распространенности SBFS с 77% до 18% при применении Бордосской смеси [128]. В течение первого десятилетия двадцатого века для борьбы с болезнями Бордосскую смесь применяли каждые 2–4 недели в течение сезона. Большинство авторов отмечали, что фунгициды, применяемые для борьбы с более серьезными заболеваниями яблони (например, горькой гнилью), удовлетворительно подавляли и SBFS патогенов. К 1910 г. Бордосская смесь была заменена известковой серой, которая была менее фитотоксичной. С того времени до конца 1940-х и начала 1950 -х годов Бордосская смесь и известковая сера были основными фунгицидами, используемыми для борьбы с сажистыми пятнами и мухоседом.

С появлением моноалкилдитиокарбаматного фунгицида Фербама и фталамидного фунгицида Каптана, SBFS стали более серьезной проблемой во многих садах. Groves A. B. отчасти объяснял рост заболеваемости меньшей стойкостью органических фунгицидов и использованием меньшего количества опрыскиваний в конце сезона из-за уменьшения проблем с насекомыми благодаря использованию ДДТ и других инсектицидов [115, 116]. В дополнение к этим причинам Hickey K. D. [119] предположил, что рост заболеваний был вызван большей специфичностью органических фунгицидов и тенденцией производителей применять комбинированные инсектицидно-фунгицидные обработки вместо использования заранее определенной фунгицидной системы защиты. Hickey K. D. отмечал, что Фербам эффективней Бордосской смеси при борьбе с сажистой пятнистостью, но не с мухоседом [119]. Авторы [119, 170] сообщали, что остаточная активность Каптана увеличивалась при его сочетании с инсектицидом – Арсенатом свинца.

В конце 1950-х и 1960-х годах были включены в системы защиты яблоч фунгициды этилен-бис дитиокарбаматы (Цинеб, Манкоцеб). Эти фунгициды обладали большей остаточной активностью, чем Каптан. Hickey K. D. обнаружил, что Цинеб обеспечивал остаточную активность до 60 дней, и предложил комбинации Каптана и Цинеба для борьбы с сажистыми пятнами и мухоседом в среднеатлантическом регионе выращивания яблонь [118, 119]. Brown E. M., Sutton T. B. [84] обнаружили, что контроль, обеспечиваемый Манкоцебом, был на 30–50 дней дольше, чем Каптаном. Из-за их высокой остаточной активности и широкого спектра действия этилен-бис дитиокарбаматы широко использовали с середины 1960-х до начала 1990-х годов.

Rosenberger D. A., Meyer F. W. и Rist D. L. обнаружили, что применение Беномила, при первом проявлении мухоседа, задерживало последующее развитие симптомов, однако в отношении сажистой пятнистости такого эффекта не отмечали [151]. Brown E. M. и Sutton T. B. провели серию экспериментов, в которых выяснили, что Каптан и Манкоцеб не проявляли эрадикационной активности, но были способны задерживать развитие симптомов [83, 85]. Комбинации Каптана или Манкоцеба с Беномилом останавливали развитие симптомов и приводили к уменьшению распространенности сажистых пятен по сравнению с необработанным контролем. Авторы пришли к выводу, что система защиты, которая начинается с появления первых симптомов, может быть полезной для задержки развития SBFS, но качество фруктов будет неудовлетворительным для продажи в свежем виде.

Brown E. M. и Sutton T. B. наблюдали, что симптомы сажистого пятна и мухоседа появлялись в саду с начала июня до середины июля, и предположили, что, фунгициды могут быть использованы более эффективно с возможностью прогнозировать появление симптомов [85]. Они рекомендовали использовать порог накопленного увлажнения листьев в 200–225 часов для определения времени применения Бензимидазола, но предполагали, что в ситуациях с низким инокулюмом можно использовать более высокий порог.

Smigell C. G. и Hartman J. R. в серии исследований, продолжавшихся более 5 лет, использовали электронный датчик влажности листа и обнаружили, что первые симптомы наблюдались при накоплении от 185 до 251 часа увлажнения листа, начиная с 10 дня после опадения лепестков [159]. Впоследствии они предложили 175 часов полного увлажнения в качестве порогового значения для включения бензимидазольного фунгицида в программу опрыскивания. С помощью этой программы в Кентукки удалось сократить до четырех опрыскиваний бензимидазола в год. Gleason M. L., Zriba N. и Domoto P. A. используя ту же модель, смогли сократить два опрыскивания бензимидазолом [113]. В Нью-Йорке, Rosenberger D. A., Meyer F. W. и Engle C. A. добавили пороговое значение количества осадков к пороговому значению часов увлажнения листьев [152]. В северной части Среднего Запада сбои в контроле сажистой пятнистости и мухоседа, которые произошли при использовании системы Brown-Sutton-Hartman, послужили толчком к проведению исследований, показавших, что пороговое значение на основе относительной влажности, т. е. совокупные часы относительной влажности выше 97% предсказали появление SBFS точнее, чем показатели часов увлажнения листьев [75]. В полевых испытаниях в Айове, используя новую систему прогноза заболеваний Gleason - Duttweiler удалось на 2,6 раз уменьшить количество фунгицидных обработок [103]. В обзоре систем прогноза SBFS авторы [166, 177] поставили под сомнение ценность использования часов увлажнения листьев в качестве предикторского параметра из-за его высокого уровня пространственной изменчивости в кронах деревьев. Система предупреждения Rosenberger в том виде, в котором она используется в настоящее время, рекомендует применять фунгицид, когда с момента опадения лепестков накопилось 270 часов увлажнения листьев. После этого дополнительные обработки фунгицидами применяются, когда в общей сложности выпадет 5,1 см дождя или по прошествии 21 дня с последней обработки (если необходимое количество осадков не набралось) [74]. В Висконсине и Айове сумма часов относительной влажности выше 97% была более точным предиктором, чем сумма часов увлажнения листьев, поскольку роса была основной причиной их увлажнения, в отличие от регионов,

где большая часть часов увлажнения вызывалась дождями. В результате был сделан вывод, что часы увлажнения листьев лучше прогнозируют риски SBFS инфекции в климате с преобладанием дождей, тогда как сумма часов относительной влажности выше 97% работают лучше в климате с преобладанием росы. Этот результат усилил опасения о том, что системы прогнозирования SBFS должны быть тщательно проверены в полевых испытаниях, прежде чем их начнут применять производители в новом регионе [74].

За последние 20 лет в инструментарий управления SBFS было добавлено несколько классов фунгицидов. Препараты на основе стробилурина и ингибитора сукцинатдегидрогеназы обладают превосходной активностью против грибов SBFS. Однако эти химические группы подвержены риску развития резистентности у многих грибных патогенов яблонь, в связи с чем количество обработок ими в сезон строго ограничено [7, 8, 166].

Таким образом, борьба с сажистой пятнистостью (SBFS) и мухоседом за последние десятилетия значительно эволюционировала: от неорганических и органических фунгицидов к современным системам прогнозирования, основанным на математических моделях (часы увлажнения листьев, относительная влажность, количество осадков). Эти системы позволяют сокращать количество обработок и повышать их эффективность. Однако их применение требует адаптации к конкретным климатическим условиям. Современные фунгициды (стробилурины, ингибиторы сукцинатдегидрогеназы) демонстрируют высокую эффективность, но их использование ограничено из-за риска развития резистентности у доминирующих возбудителей заболеваний высокой стоимости.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Условия проведения исследований

Лабораторные исследования проводили на базе лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Исследования биоэкологических особенностей возбудителей мухоседа, мелкоделяночный и производственный полевые опыты по оценке биологической эффективности фунгицидов проводили на территории Черноморской зоны садоводства Краснодарского края в СХ АО «Новомихайловское», ПГТ «Новомихайловский» Туапсинского района Краснодарского края.

Зоны садоводства указаны в соответствии с «Системой плодоводства в зональных условиях Краснодарского края (культура яблони). Методические рекомендации» [53].

Для Черноморской зоны, центральной подзоны климатические условия характеризуются трансформацией континентальных воздушных масс в южной части изучаемой территории. Средне июльская температура в северных районах зоны составляет $+22^{\circ}\text{C}$, что соответствует умеренно-теплому термическому режиму [19]. Среднегодовая сумма осадков составляет 700 ± 110 мм, коэффициент увлажнения местности – 0,850 [53].

Преобладающий тип почв – горные дерново-карбонатные, типичные и типичные неполноразвитые, средне- и тяжелосуглинистые, малогумусные. Несмотря на преобладание тяжелых фракций в гранулометрическом составе, исследуемые почвы демонстрируют благоприятные физические свойства: рыхлое сложение и хорошую оструктуренность, что обуславливает высокие дренажные характеристики почвенного профиля. Установлено, что водно-воздушный режим данных почвенных образований находится в прямой зависимости от степени каменистости и содержания скелетного материала. Важной морфологической особенностью является выраженная скелетность профиля с наличием каменистых

включений уже на глубине 50–60 см. Почвообразующими породами служат продукты выветривания карбонатных отложений – известняков и мергелей [19].

Погодные условия в годы проведения исследований (2021–2025 гг.) согласно метеорологической станции №37018, города Туапсе:

В 2021 году среднемесячная температура января составляла 8,4°C; февраля – 6,0°C; марта – 6,5°C; апреля – 12,2°C; мая – 17,2°C; июня – 21,4°C; июля – 26,1°C; августа – 26,3°C; сентября – 19,2°C; октября – 14,3°C; ноября – 12,4°C; декабря – 9,4°C. **В 2022** году: января – 5,4°C; февраля – 7,9°C; марта – 5,1°C; апреля – 12,6°C; мая – 15,0°C; июня – 23,1°C; июля – 24,2°C; августа – 27,3°C; сентября – 21,2°C; октября – 16,0°C; ноября – 13,2°C; декабря – 9,0°C. **В 2023** году: января – 7,3°C; февраля – 4,6°C; марта – 9,7°C; апреля – 13,3°C; мая – 16,7°C; июня – 22,9°C; июля – 24,2°C; августа – 28,1°C; сентября – 23,3°C; октября – 17,2°C; ноября – 13,7°C; декабря – 10,3°C. **В 2024** году: января – 6,5°C; февраля – 9,4°C; марта – 10,1°C; апреля – 16,9°C; мая – 17,9°C; июня – 24,3°C; июля – 27,7°C; августа – 26,7°C; сентября – 24,2°C; октября – 15,7°C; ноября – 10,2°C; декабря – 9,1°C. **В 2025:** января – 8,0°C; февраля – 2,4°C; марта – 11,0°C; апреля – 11,5°C; мая – 16,6°C; июня – 20,4°C; июля – 26,2°C; августа – 26,2°C; сентября – 20,8°C; октября – 15,9°C; ноября – 14,9°C; декабря – 7,3°C (рисунок 3).

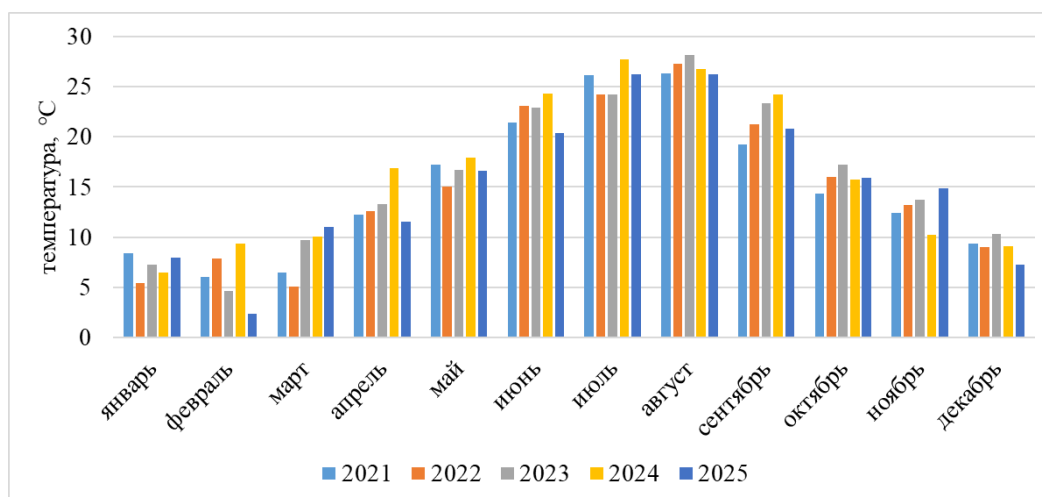


Рисунок 3 – Средняя температура воздуха, г. Туапсе, 2021–2025 года

Таким образом, 2021 год характеризовался наиболее теплым январем и прохладными сентябрем и октябрем; в 2022 году отмечался наиболее холодный

январь, март и май; 2023 год выделялся теплым августом, октябрем и декабрем; 2024 год наиболее теплыми февралем, апрелем, маем, июнем, июлем и сентябрем и наиболее холодным ноябрем; в 2025 году были отмечены самые прохладные февраль, апрель, июнь и декабрь и самый теплый март за весь период наблюдений.

Средняя влажность воздуха в 2021 году, составляла в январе – 62,8%; феврале – 68,8%; марте – 67,8%; апреле – 72,9%; мае – 69,6%; июне – 75,8%; июле – 67,8%; августе – 70,7%; сентябре – 68,2%; октябре – 67,3%; ноябре – 68,9%; декабре – 64,7%. **В 2022 году:** в январе – 73,3%; феврале – 70,2%; марте – 64,1%; апреле – 70,8%; мае – 71,8%; июне – 71,6%; июле – 67,6%; августе – 66,0%; сентябре – 62,6%; октябре – 70,6%; ноябре – 68,1%; декабре – 71,0%. **В 2023 году** в январе – 62,7%; феврале – 68,8%; марте – 77,6%; апреле – 72,6%; мае – 77,3%; июне – 72,0%; июле – 69,8%; августе – 60,2%; сентябре – 53,1%; октябре – 68,7%; ноябре – 73,5%; декабре – 74,3%. **В 2024 году** в январе – 73,0%; феврале – 67,8%; марте – 71,4%; апреле – 64,6%; мае – 68,4%; июне – 69,5%; июле – 64,3%; августе – 60,3%; сентябре – 63,6%; октябре – 75,1%; ноябре – 75,7%; декабре – 70,9%. **В 2025** в январе – 67,3%; феврале – 64,2%; марте – 63,6%; апреле – 80,3%; мае – 76,5%; июне – 80,5%; июле – 72,6%; августе – 62,4%; сентябре – 69,1%; октябре – 77,5%; ноябре – 67,8%; декабре – 77,4% (рисунок 4)

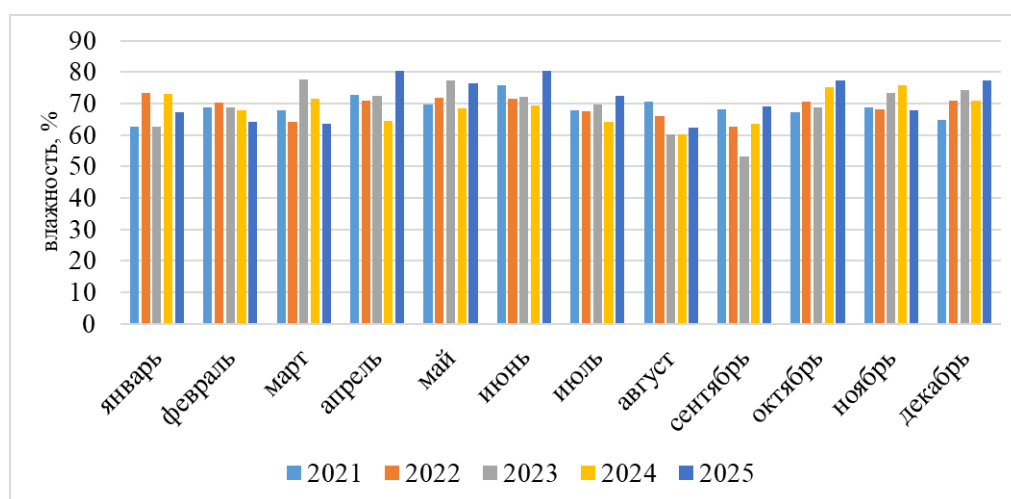


Рисунок 4 – Средняя влажность воздуха, г. Туапсе, 2021–2025 года

Таким образом, наиболее высокий уровень относительной влажности воздуха был отмечен в 2025 году, что обуславливалось рекордными показателями

весны, начала лета и начала осени. 2023 год характеризовался наименьшими показателями влажности в сентябре.

Всего, за вегетационный период **2021 года** (март-сентябрь) выпало 999,8 мм **осадков**, из них 162,1 мм в марте; 93,2 мм в апреле; 70,5 мм в мае; 129,2 мм в июне; 206,2 мм в июле; 157,4 мм в августе; 181,2 мм в сентябре. **В 2022 году** за вегетационный период выпало 621,7 мм осадков, из них 125,6 мм в марте; 100,5 мм в апреле; 86,1 мм в мае; 55,9 мм в июне; 106,7 мм в июле; 67,4 мм в августе; 79,5 мм в сентябре. **В 2023 году** за вегетационный период выпало 669,6 мм осадков, из них 123,6 мм в марте; 175,6 мм в апреле; 77,5 мм в мае; 64,3 мм в июне; 201,1 мм в июле; 0,0 мм в августе; 27,5 мм в сентябре. **В 2024 году** за вегетационный период выпало 324,0 мм осадков, из них 71,4 мм в марте; 5,9 мм в апреле; 72,8 мм в мае; 21,6 мм в июне; 55,1 мм в июле; 31,8 мм в августе; 65,4 мм в сентябре. **В 2025 году** за вегетационный период (март-сентябрь) выпало 648,8 мм осадков, из них 64,2 мм в марте; 118,9 мм в апреле; 64,2 мм в мае; 187 мм в июне; 64 мм в июле; 80,4 мм в августе; 70,1 мм в сентябре (рисунок 5).

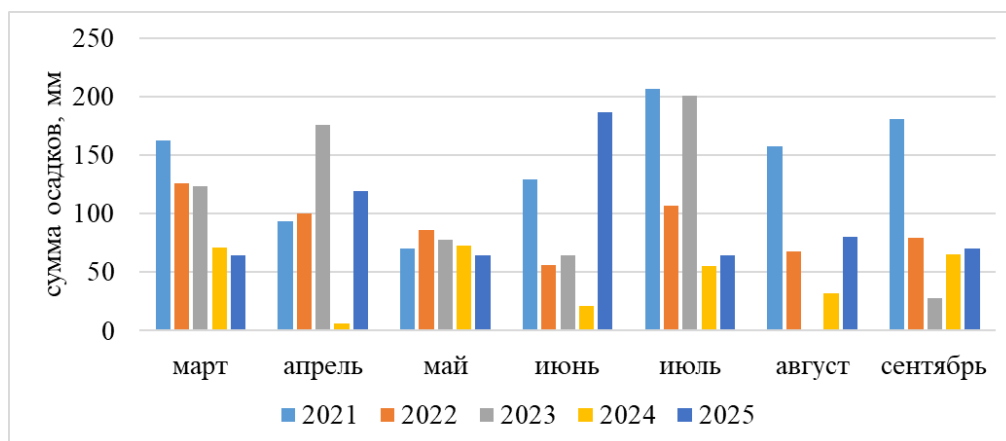


Рисунок 5 – Сумма осадков, г. Туапсе, 2021–2025 года

Таким образом, 2021 год отличался наиболее обильными осадками; 2022, 2023 и 2025 года в среднем были близки по общей сумме осадков за год, однако 2023 год выделялся дождливым апрелем и июлем, при засушливом августе; 2024 год характеризовался наименьшим количеством осадков за год.

Гидротермический коэффициент в период вегетации 2021 года имел следующие среднемесячные значения: март – 1,1; апрель – 2,7; май – 1,3; июнь – 2,2; июль – 2,6; август – 2,2; сентябрь – 3,4. **В 2022 году:** март – 0; апрель – 0,5; май

– 1,9; июнь – 0,8; июль – 1,4; август – 0,8; сентябрь – 1,3. **В 2023 году:** март – 2,9; апрель – 4,6; май – 1,7; июнь – 2,8; июль – 2,8; август – 0,0; сентябрь – 0,3. **В 2024 году:** март – 0,0; апрель – 0,1; май – 1,5; июнь – 0,7; июль – 0,2; август – 0,4; сентябрь – 0,9. **В 2025 году:** март – 2,5; апрель – 3,4; май – 1,2; июнь – 3,1; июль – 0,8; август – 1,0; сентябрь – 1,3 (рисунок 6).

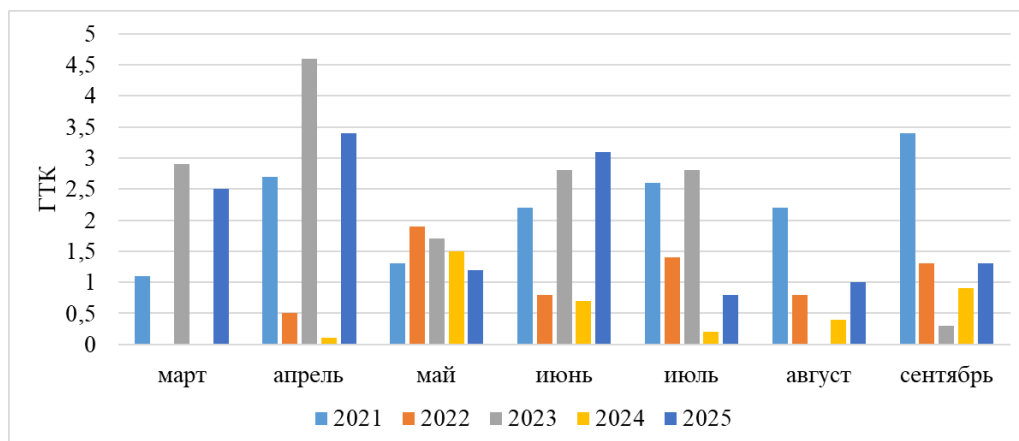


Рисунок 6 – Гидротермический коэффициент, г. Туапсе, 2021–2025 года

Таким образом, вегетационные периоды 2022 и 2024 года в среднем характеризовались меньшей влагообеспеченностью, по сравнению с 2021, 2023 и 2025 годом.

2.2 Объекты исследований

Комплекс сажистой пятнистости и мухоседа (SBFS), возбудители мухоседа на территории Краснодарского края: *Schizothyrium wisconsinense* (Batzner & Crous) Crous & Batzer.; *S. cylindrica* (G.Y. Sun, H.Y. Li & Rong Zhang) Crous & Batzer., коллекция изолятов *Schizothyrium* spp. (1S1, 1S2, 1S3.0, 1S3.1, 1S3.3, 1S3.4, 1S3.5, 1S3.6, 1S3.7, 1S3.8, 1S3.9, 1S3.10, 1S3.11, 1S3.12, 1S4, 1S4.1, 1S4.2, 1S4.3, 1S4.4, 1S7.1, 1S7.2, 1S7.3, 1S7.4, 1S7.5, 1S7.6, 1S7.7, 1S5, 1S6, 5E1S.0, 5E1S.1, 5E1S.2, 2S1, 3S1.0, 3S1.1, 3S1.2, 6S1, 6S2, 6S3, 6S7, 6S8, 6S9, 5S1, 5S1.3, 10S1, 10S2, 10S3, 10S4, 10S5, 10S6, 10S7, 10S8, 10S9, 10S10, 8S1).

Фунгициды биологического происхождения: Фитоспорин-М, Ж (*Bacillus subtilis*, штамм 26 Д титр не менее 1 млрд. живых клеток и спор/мл); Бактофит, СК (*Bacillus subtilis*, штамм ИПМ 215 БА-10000 ЕА/мл, титр не менее 2 млрд. спор/мл). химического происхождения: Грануфло, ВДГ (800 г/кг тирама); Полирам ДФ, ВДГ (700 г/кг метирама); Антракол, ВДГ (700 г/кг пропинеба); Строби, ВДГ (500 г/кг крезоксим-метила); Зато, ВДГ (500 г/кг трифлуксистробина); Геокс, ВДГ (500 г/кг флудиоксона); Хорус, ВДГ (750 г/кг ципродинила); Беллис, ВДГ (252 г/кг боскалида + 128 г/кг пираклостробина); Мерпан, СП (500 г/кг каптана); Митар, ВДГ (800 г/кг тирама); Цидели Топ, ДК (125 г/л дифеноконазола + 15 г/л цифлуфенамида); Пирус, КС (400 г/л пириметанила); Медея, МЭ (50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола); Делан, ВГ (700 г/кг дитианона); Миравис, СК (200 г/л пидифлуметофена); Луна Транквилити, КС (125 г/л флуопирама + 375 г/л пириметанила); Ширма, КС (500 г/л флуазинома); Кумулус ДФ, ВГД (800 г/кг серы); Купидон Голд, СП (770 г/кг меди гидроксида); Скор, КЭ (250 г/л дифеноконазола). Характеристика препаратов представлена в приложении А.

Насаждения яблони. Характеристика сортов яблони, упоминаемых в исследованиях представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика сортов яблони, встречаемых в исследовании

Срок созревания	Сорт	Устойчивость	
		к парше	к мучнистой россе
Осенний	Старкримсон	восприимчивый	устойчивый
	Гала	восприимчивый	среднеустойчивый
	Рэд Чив	восприимчивый	устойчивый
	Джеромини	восприимчивый	среднеустойчивый
Раннезимний	Либерти	иммунный	среднеустойчивый
Зимний	Ренет Симиренко	восприимчивый	среднеустойчивый
	Флорина	иммунный	восприимчивый
	Голден Делишес	восприимчивый	среднеустойчивый
	Джонатан	среднеустойчивый	восприимчивый
	Голд Раш	устойчивый	среднеустойчивый
	Моди	иммунный	иммунный
	Джонаголд	восприимчивый	восприимчивый

Мелкоделяночный и полевой опыт проводили на яблоне сорта Флорина. Согласно описанию, в реестре селекционных достижений сорт включен в Госреестр по Северо-Кавказскому региону с 2000 года. Зимнего срока созревания. Плоды одномерные, массой 140-160 г, округлой или плоскоокруглой формы.

Окраска желтовато-зеленая с сизовато-красным сплошным румянцем и заметными штрихами и восковым налетом. Плоды хранятся 200 дней (до мая). Зимостойкость и засухоустойчивость на уровне сорта Ренет Симиренко. Средняя урожайность за годы испытания в зоне составила 115 ц/га. По данным заявителя, сорт иммунный к парше (ген Vf) [59]. Урожайность сорта варьируется от 149,4 ц/га [31] до 172-191 ц/га [10], отмечена сильная периодичность плодоношения [31]. В ходе исследований установлено, что сорт не поражается паршой, мучнистой росой и филлостиктозом в Краснодарском крае [20], паршой и мучнистой росой в предгорьях северо-западного Кавказа [30]. В работе [3] отмечалась не достаточная морозоустойчивость и повреждаемость низкими температурами, что в свою очередь увеличивало поражаемость деревьев некрозами коры, антракнозом, черным и обыкновенным раком [68].

2.3 Методы исследований

Оценка частоты встречаемости различных типов сажистой пятнистости и мухоседа на плодах яблони. Комплекс сажистой пятнистости и мухоседа (SBFS) – включает в себя более 100 возможных возбудителей. Внешние признаки поражения плода классифицируются по 11 морфологическим типам: мухосед, большой мухосед, компактное пятно, дискретное пятно, разветвленный, сотоподобный, пунктирный, сажистый, древовидно точечный, редко разветвленный и легкий сажистый.

Для определения распространенности каждого морфологического типа случайным образом отбирали 100 плодов с симптомами с каждого исследуемого участка и подсчитывали количество колонии каждого типа. Далее вычисляли процентное соотношение каждого типа колонии к их общему числу. За колонию принимался размер пятна в 1 см², колонии большего размера засчитывали за две и более колонии в зависимости от занимаемой площади, колонии меньшего размера суммировали друг с другом.

Места отбора образцов. При создании коллекции изолятов возбудителей мухоседа проводился отбор пораженных плодов яблони и побегов ежевики с различных зон садоводства Краснодарского края. В Черноморской зоне, южной подзоне на территории СХ АО «Новомихайловское» (44.258540°N, 38.871770°E); в Прикубанской зоне, центральной подзоне – на территории садового товарищества (45.199147°N, 39.119451°E) и АО ОПХ «Центральное» (45.155283°N, 38.931772°E); в Предгорной зоне, западной подзоне – в лесу (44.730685°N, 38.737167°E), центральной подзоне – в г. Горячий ключ, КФХ Коваль А.И. (44.43499°N, 38.44117°E), в лесу станицы Кутаисская (44.645027°N, 39.309845°E), в юго - восточной подзоне – в лесу станицы Даховская (44.240479°N, 40.237329°E). С поверхности отобранных плодов и побегов было успешно выделено 54 изолята возбудителей мухоседа, для дальнейшего изучения (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика коллекции изолятов *Schizothyrium* spp.

Зона выделения	Культура, сорт	Наличие обработок	Год	Номер изолята
Черноморская зона				
южная подзона				
СХ АО «Новомихайловское»	ежевика	нет	2020	1S1
	яблоня сорт Флорина	нет	2021	1S2
	яблоня сорт Флорина	да	2021	1S3.0, 1S3.1, 1S3.3, 1S3.4, 1S3.5, 1S3.6, 1S3.7, 1S3.8, 1S3.9, 1S3.10, 1S3.11, 1S3.12
	яблоня сорт Голд Раш	да	2021	1S4, 1S4.1, 1S4.2, 1S4.3, 1S4.4
			2025	1S7.1, 1S7.2, 1S7.3, 1S7.4, 1S7.5, 1S7.6, 1S7.7
	яблоня сорт Гренни Смит	да	2023	1S5, 1S6
	ежевика	нет	2024	5E1S.0, 5E1S.1, 5E1S.2
Прикубанская зона				
центральная подзона				
личное подсобное хозяйство (ЛПХ)	яблоня сорт Джонатан	нет	2021	2S1
АО ОПХ Центральное, Коллекция сортов	яблоня сорт Джеромини	нет	2021	3S1.0, 3S1.1, 3S1.2
Предгорная зона				
западная подзона				
лес	яблоня дичка	нет	2024	6S1, 6S2, 6S3, 6S7, 6S8, 6S9
юго – восточная подзона				
лес	яблоня дичка	нет	2021	5S1, 5S1.3
центральная подзона				
КФХ Коваль А.И.	яблоня сорт Айдаред	нет	2025	10S1, 10S2, 10S3, 10S4, 10S5, 10S6, 10S7, 10S8, 10S9, 10S10
станция Кутаисская	яблоня дичка		2024	8S1

Изоляция патогенов. Плоды промывали под проточной водой с использованием моющих средств, затем ополаскивали стерилизованной водой. Далее плодовые тела отсеивали на голодный агар (ГА), и в течении 7–14 дней наблюдали за образованием конидиального спороношения, при обнаружении которого осуществлялся отсев изолята на картофельно-глюкозный агар (КГА).

Описание морфолого-культуральных признаков. Моноспоровые культуры пересеивали методом агаровых блоков диаметром 6 мм на различные виды агаризированных сред (таблица 4) в 5 повторностях. Культуры инкубировали в течении 30 суток в термостате при температуре – 24°C, влажности 30%, с 5-и часовым периодом естественного освещения. При описании культур учитывали следующие признаки: 1 – форма, 2 – цвет, 3 – структура мицелия, 4 – профиль, 5 – край колонии, 6 – структура колонии, 7 – характеристики реверса.

Таблица 4 – Составы питательных сред, используемые в исследовании

Питательная среда	Состав
Картофельно-глюкозный агар (КГА)	вода – 1000 мл, очищенный картофель – 200 г, глюкоза – 20 г, агар – 16 г.
Томатный агар (ТА)	вода – 800 мл, томатный сок – 200 мл, мел – 2-4 г, агар – 16 г.
Яблочный – глюкозный агар (ЯГА)	вода – 1000 мл, яблоки – 200 г, глюкоза – 20 г, агар – 16 г.
Овсяный агар (ОА)	вода – 1000 мл, овсяные хлопья – 130 г, агар – 14 г.
Солодовый агар (СА)	Вода – 800 мл, сусло – 200 мл, агар – 16 г.
Среда Чапека (ЧА)	дистиллированная вода – 1000 мл, сахароза – 30г, NaNO_3 – 2 г, KH_2PO_4 – 1 г, KCl – 0,5 г, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5 г, FeSO_4 – 0,01 г, агар – 16 г.
Голодный агар (ГА)	вода – 1000 мл, агар – 16 г.
Рисовый агар (РА)	рисовый экстракт – 1000 мл, KH_2PO_4 – 0,5 г, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,3 г, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 1 г, KNO_3 – 1 г, агар – 12 г.
Медо-пептонный агар (М-ПА)	вода – 1000 мл, мед – 60 г, пептон – 10 г, агар – 14 г.
Овощной агар (ОВА)	вода – 1000 мл, морковь – 100 г, томат – 100 г, капуста белокочанная – 100 г, сельдерей – 100 г, свекла – 100 г, агар – 18 г.
Среда Крабиля (КраА)	дистиллированная вода – 1000 мл., крахмал – 40 г, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5 г, KH_2PO_4 – 1 г, NaNO_3 – 2 г, KCl – 0,5 г, агар – 14 г.
Кукурузный агар (КуА)	вода – 1000 мл, кукурузная мука – 45 г, агар – 14 г.

Диаметр культур измеряли линейкой. Скорость роста вычисляли математически, путем деления диаметра в мм на количество дней инкубации. Измерение микроструктур выполняли на микроскопе Levenhuk MED10B с

использованием одноименной компьютерной программы. Калибровку микроскопа проводили с помощью калибровочной линейки микроскоп-микрометра с ценой деления 0,1 мм при 40-кратном увеличении. Измерения конидиеносцев проводили в 30 повторах при 40-кратном увеличении. Минимальные и максимальные значения измерений указаны в скобках, средние значения – через дефис. Подсчет интенсивности спороношения осуществляли с помощью камеры Горяева. Скорость прорастания конидий измеряли в стерилизованной воде с добавлением автоклавированного яблочного сока ручного отжима в соотношении 5:1 (5 частей воды к 1 части сока).

Проверка патогенности. Инокуляцию проводили конидиальной суспензией, полученной смывом с поверхности 30-дневных колоний, выращенных на КГА в термостате (температура – 24°C, влажность 30%, отсутствие освещения). Средняя концентрация спор в суспензии составляла – $2,5 \times 10^4$ спор/мл. Незрелые плоды яблок сорта Айдаред (диаметром 2-4 см, фаза роста по шкале ВВСН 72–74) протирали 96% этанолом и высушивали на воздухе при комнатной температуре (24 ± 2 °C). После высыхания плоды помещали в споровую суспензию на 15 минут. Зараженные яблоки инкубировали под лабораторным колпаком из прозрачного стекла на столе с доступом естественного солнечного света. С помощью термогигрометра ИВТМ-7Р-02-И были зафиксированы среднедневные условия: 23-30°C, 90-95% влажности, и средненочные условия: 19–25°C, 90–95% влажности. Оценка результата проводилась ежедневно. Опыт включал пять повторностей для каждого изолята. Постулаты Коха были выполнены: возбудителя повторно изолировали с поверхности пораженных плодов. При проверке оптимальных сроков заражения плодов в лабораторных условиях отбиралось по 10 экземпляров разных диаметров: от сформировавшейся завязи до 45 мм, заражение проводилось изолятом 2S1 по вышеописанной методике. Результаты оценивались на 14-е сутки.

Кластерный анализ. Для проведения кластерного анализа все исследуемые изоляты были пересеяны методом агаровых блоков диаметром 6 мм на агар Чапека. Измерение и оценку морфолого-культуральных признаков производили на 30-е сутки.

Всем исследуемым характеристикам был присвоен цифровой код согласно следующей расшифровке: **скорость роста:** 0 – менее или равно 1,4 мм/с; 1 – 1,5-1,7 мм/с; 2 – 1,8-2,0 мм/с; 3 – 2,1-2,3 мм/с; 4 – более или равно 2,4 мм/с; **мицелий:** 0 – плотный; 1 – воздушный; **вращение в агар:** 0 – не отмечается; 1 – отмечается; **структура мицелия:** 0 – мелкозернистая; 1 – гомогенная; 2 – гомогенная с вкраплениями; **форма колонии:** 0 – складчатая, фестончатая, гофрированная; 1 – ровная, плоская; **экссудат:** 0 – не отмечается; 1 – присутствует; **окрас агара:** 0 – не отмечается; 1 – присутствует; **край:** 0 – ровный, гладкий; 1 – отрывистый; **средняя длина конидии:** 0 – конидий не обнаружено; 1 – менее или равно 13,9 мкм; 2 – 14,0-15,4 мкм; 3 – более 18,5 мкм; **форма конидии:** 0 – конидий не обнаружено; 1 – округлая; 2 – вытянутая овальная.

Шаг шкалы скорости роста определялся наименьшей существенной разницей (НСР) в росте между всеми вариантами опыта (равного 0,2 мм/сутки). Шаг шкалы среднего размера конидии так же определялся НСР (равного 1,4 мкм), однако значения от 15,4 до 18,9 мкм были пропущены в виду отсутствия таких показателей среди изолятов. Построение дендрограммы проводили с использованием программы Past 4.11.

Молекулярно-генетическая идентификация изолятов возбудителей мухоседа. Выделение ДНК из мицелия чистых культур грибов проводили в соответствии с методикой [138]. Качество и количество выделенной ДНК проверяли с помощью электрофореза в 1% агарозном геле и спектрофотометра Nano-500 (Allsheng, Ханчжоу, Китай). Экстрагированную ДНК хранили при -20°C .

Для определения видовой принадлежности изолятов использовали три маркера: фактор элонгации трансляции 1 альфа (TEF), актин (ACT), внутренний транскрибируемый спейсер (ITS). ПЦР проводили с помощью следующих специфичных праймеров: EF-728F/EF-986R [164], ACT512F/ACT783R [86], ITS1-F/ITS4 [76].

Продукты амплификации визуализировали в 1 % агарозном геле и очищали на колонках с использованием набора Cleanup Standard (Евроген, Москва, Россия) и секвенировали с помощью двунаправленного секвенирования по Сэнгеру с

помощью набора GenSeq (Синтол, Москва, Россия) на приборе НАНОФОР 05 (Синтол, Москва, Россия) в соответствии с инструкциями производителя.

Полученные нуклеотидные последовательности анализировали с использованием инструмента NCBI BLASTn, программ Finch TV 1.4.0 (Geospiza Inc., Сиэтл, США) и MEGA11 [171]. Полученные нуклеотидные последовательности репрезентативных изолятов были загружены в GenBank (ITS: PV750903 – PV750905; ACT: PV890697 – PV890699; TEF: PV890694 – PV890696). Для проведения мультилокусного типирования изолятов нуклеотидные последовательности каждого маркера были выравнены, обрезаны и слиты в единую последовательность. Анализ включал 30 референсных последовательностей *Schizothyrium* spp. из предыдущих исследований [137, 140]. Дендрограмма, основанная на конкатенированных последовательностях трех маркеров, была получена методом максимального правдоподобия (Maximum Likelihood, ML) с использованием модели эволюции GTR+G (General Time Reversible) программе MEGA11. Бутстреп-анализ был проведен с 1000 повторностями. В качестве внешней группы использовали гомологичные последовательности маркеров TEF, ACT и ITS *Pseudocercospora fraxinites* (CPC 10743).

Исследование биоэкологических особенностей мухоседа проводилось по авторской методике [35]:

Определение растений-резерваторов на участке. Определение растений – резерваторов на территории Краснодарского края проводили ранней весной, когда на деревьях и кустарниках присутствовали вегетативные и/или генеративные органы, для определения видовой принадлежности растений, но при этом низкая облиственность не препятствовала визуальному обследованию ветвей.

В ходе исследований совершался обход лесополос и прилегающей территории по периметру сада, с особым вниманием к загущенным и/или мало проветриваемым местам. Осматривали молодые 1-2 годичные побеги различных многолетних растений. В случае обнаружения тириотециев, проводили отбор пробы для дальнейших исследований. Побеги отбирали произвольно с нескольких

растений одного вида, длина побегов составляла не менее 10 см. Все отобранные пробы доставляли в лабораторию для определения зимующего запаса инфекции.

Определение запаса зимующей инфекции Schizothyrium sp. Для определения зимующего запаса мухоседа в первую очередь определяли среднее количество тириотециев в колонии. Для этого подсчитывали количество тириотециев в трех колониях на 10 побегах и вычисляли среднее значение.

Далее подсчитывали количество колоний на каждом 10-ти сантиметровом побеге в 10-ти повторностях.

Запас инфекции высчитывался по формуле 1:

$$S = \frac{A * a}{n * l} \quad (1)$$

где S – запас зимующей инфекции, шт./см

A – количество учтенных колоний, шт.

a – среднее количество плодовых тел в колонии, шт.

n – количество учтенных побегов, шт.

l – средняя длина учтенных побегов, см.

Определение сроков созревания плодовых тел возбудителей мухоседа. Отбор проб на определение сроков созревания производился с ежевики, каждые 7–10 дней, начиная с марта. В лабораторных условиях с 10 побегов составляли среднюю выборку из 20 тириотециев для исследования под микроскопом. Плодовые тела помещали в каплю, прижимали покровным стеклом, для высвобождения содержимого.

Степень зрелости оценивали по методике Cooley D. R., Susan M., Arthur F. M. [91] в соответствии со следующими классами зрелости: 0 – неразвитые (аски отсутствуют), 1 – незрелые аски без аскоспор, 2 – наличие зрелых асков, содержащих аскоспоры, 3 – большинство асков с разрывом или пустыми.

В ходе наблюдений отмечали дату начала созревания тириотециев, появление зрелых асков содержащих аскоспоры, и дату разрыва асков при микроскопировании. Датой нахождения тириотециев в какой – либо фазе, считался день, в который 50% плодовых тел достигали этого этапа развития.

Разлет аскоспоровой инфекции мухоседа. Учет разлета аскоспор начинался с обнаружения открывшихся тириотециев. После вылета аскоспор от тириотециев остается характерное черное кольцо.

Для учета разлетевшихся аскоспор, на каждом побеге в трех местах длиной 1 см подсчитывали количество открывшихся тириотециев к их общему числу по формуле 2.

$$T = \frac{\sum a}{\sum(a + b)} * 100\% \quad (2)$$

где T – разлет аскоспоровой инфекции, %

a – количество учтенных разорвавшихся тириотеции, шт.

b – количество учтенных целых тириотециев, шт.

Отмечали даты начала (первые раскрывшиеся тириотеции), пика (более 50% раскрывшихся тириотециев) и конец разлета (большая часть плодовых тел раскрылась, оставшиеся тириотеции не начали развитие).

Учет не вызревших тириотециев. К концу разлета аскоспор, на побегах оставались тириотеции не начавшие развитие. Не вызревшие тириотеции вычисляли математически по формуле 3:

$$F = \frac{(100 - T) * c}{100\%} \quad (3)$$

где F – процент не вызревших тириотециев, %

T – разлет аскоспоровой инфекции, %

c – тириотеции 0 стадии развития, %

Оценка распространенности и развития комплекса сажистой пятнистости и мухоседа проводилась по авторской методике [38]:

Для проведения учетов поражения плодов комплексом SBFS, на каждом учетном дереве этикетировали 4 ветви длиной 2 м первого или второго порядка, ориентированные по сторонам света, на которых просматривали 100 плодов (по 25 плодов на каждой из 4-х веток).

Поражения SBFS патогенами, проявляющимися в виде колоний плодовых тел, определяли по шкале (в баллах):

0 = признаков поражения нет

1 = колонии единичные до 10 мм

2 = колонии площадью до 10 мм, поражено до 10% поверхности плода
 3 = колонии до 20 мм, могут сливаться, поражено 11–25% поверхности плода
 4 = колонии размером от 10 до 30 мм, сливающиеся, поражено 26–50% поверхности плода
 5 = колонии многочисленные, крупные (более 30 мм), сливающиеся, поражено более 50% поверхности плода (рисунок 7).

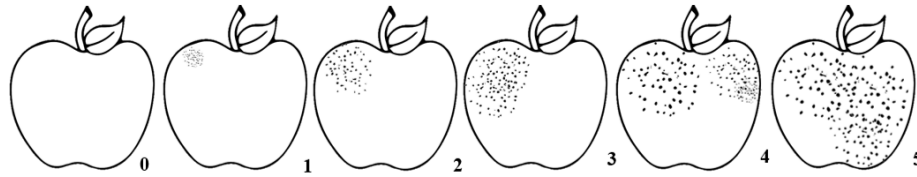


Рисунок 7 – Шкала для оценки степени поражения плодов яблони SBFS патогенами, проявляющимися в виде колоний плодовых тел (в баллах)

В случае слияния колоний, или для морфологических типов SBFS проявляющихся темноокрашенным мицелием без плодовых тел, использовали следующую шкалу (в баллах):

0 = признаков поражения нет
 1 = единичные пятна мицелия
 2 = поражено до 10% поверхности плода
 3 = поражено 11–25% поверхности плода
 4 = поражено 26–50% поверхности плода
 5 = поражено более 50% поверхности плода (рисунок 8).

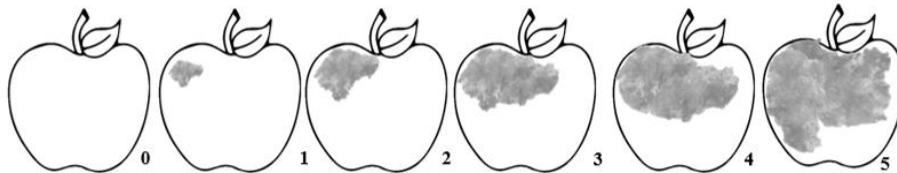


Рисунок 8 – Шкала для оценки степени поражения плодов яблони SBFS патогенами, проявляющимися в виде темноокрашенного мицелия без плодовых тел (в баллах)

Отмечали появление первых признаков заболевания, далее учеты проводили раз в 14 дней. Последний учет проводили в период съема урожая.

Распространенность и развитие заболеваний вычисляли по следующим формулам [47].

Распространенность болезни по формуле 4:

$$P = \frac{n}{N} * 100\% \quad (4)$$

где P – распространенность болезни (%)

n – количество больных растений в пробе, шт.

N – общее количество растений в пробе (больных и здоровых), шт.

Развитие болезни вычисляли по формуле 5:

$$R = \frac{\sum(a * b)}{N * k} * 100\% \quad (5)$$

где: R – развитие болезни (%)

$\sum(a \cdot b)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b)

N – общее количество растений в пробе (больных и здоровых), шт.

k – высший балл шкалы учета.

Анализ погодных условий. При расчетах метеорологических параметров использовали информацию со специализированных массивов для климатических исследований ВНИИГМИ-МЦД [57] (значения температур и осадков) и архива погоды RP5 [50] (значения относительной влажности воздуха).

Градусо-дни роста (GDD – Growing Degree Days) – рассчитывали по формуле 6 [146]:

$$GDD = \frac{T_{\text{макс}} + T_{\text{мин}}}{2} - T_{\text{базовая}} \quad (6)$$

где GDD – градусо-дни роста, °C×сут;

$T_{\text{макс}}$ – максимальная температура дня, °C;

$T_{\text{мин}}$ – минимальная температура дня, °C;

$T_{\text{базовая}}$ – минимальная температура для развития объекта, °C.

Если значение GDD было отрицательным, то GDD считался равным 0. Значение $T_{\text{базовая}}$ было принято как температура в 0°C

Гидротермический коэффициент считался по методике Селянинова Г.Т. [28].

Коэффициенты корреляции Спирмена между погодными условиями года и распространенностью SBFS в урожай считали с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2010.

Оценка антифунгальной активности пестицидов, лабораторный опыт.

Первый лабораторный скрининг пестицидов на антифунгальную активность проводился с четырьмя изолятами *Schizothyrium* sp. выделенных с разных зон садоводства – 1S2, 1S4.4, 3S1.2, 5S1, десятью химически синтезированными фунгицидами: Грануфло, ВДГ (800 г/кг тирама); Полирам ДФ, ВДГ (700 г/кг

метирама); Антракол, ВДГ (700 г/кг пропинеба); Строби, ВДГ (500 г/кг крезоксим-метила); Зато, ВДГ (500 г/кг трифлуксистробина); Геокс, ВДГ (500 г/кг флудиоксонила); Хорус, ВДГ (750 г/кг ципродинила); Беллис, ВДГ (252 г/кг боскалида + 128 г/кг пираклостробина); Мерпан, СП (500 г/кг каптана); Митар, ВДГ (800 г/кг тирама), и двумя препаратами биологического происхождения: Фитоспорин-М, Ж (*Bacillus subtilis*, штамм 26 Д титр не менее 1 млрд живых клеток и спор/мл); Бактофит, СК (*Bacillus subtilis*, штамм ИПМ 215 БА-10000 ЕА/мл, титр не менее 2 млрд спор/мл).

Второй лабораторный скрининг пестицидов на антифунгальную активность проводился с пятью изолятами *Schizothyrium* sp. выделенных с обрабатываемых садов Черноморской зоны садоводства – 1S4.4, 1S4.1, 1S3.5, 1S3.8, 1S3.12 и одиннадцатью химически синтезированными фунгицидами: Цидели Топ, ДК (125 г/л дифеноконазола + 15 г/л цифлufenамида); Пирус, КС (400 г/л пириметанила); Медея, МЭ (50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола); Делан, ВГ (700 г/кг дитианона); Миравис, СК (200 г/л пидифлуметофена); Луна Транквилити, КС (125 г/л флуопирама + 375 г/л пириметанила); Ширма, КС (500 г/л флуазинома); Кумулус ДФ, ВГД (800 г/кг серы); Купидон Голд, СП (770 г/кг меди гидроксида); Скор, КЭ (250 г/л дифеноконазола); Строби, ВДГ (500 г/кг крезоксим-метила).

Для оценки химических фунгицидов использовали следующую методику: в остывшую питательную среду (КГА) добавляли раствор фунгицида, приготовленный в 20 мл стерилизованной воды, (в контрольном варианте использовали среда с добавлением 20 мл стерилизованной воды). Далее среду хорошо встряхивали, и разливали по чашкам Петри. Для расчетов брали среднюю рекомендованную норму применения препаратов. Схема введения препаратов в питательную среду представлена в таблице 5:

Таблица 5 – Схема лабораторного опыта по оценке антифунгальной активности пестицидов *in vitro*

№ опыта	Препарат, препаративная форма	Норма применения препарата кг /га, л/га	Количество препарата (г/мл, мл/мл) на 400 мл питательной среды
1	Грануфло, ВДГ	2,50	1,00
	Полирам ДФ, ВДГ	2,00	0,80
	Антракол, ВДГ	2,10	0,84
	Строби, ВДГ	0,23	0,09
	Зато, ВДГ	0,14	0,06
	Беллис, ВДГ	0,80	0,32
	Мерпан, СП	2,50	1,00
	Геокс, ВДГ	0,40	0,16
	Хорус, ВДГ	0,20	0,08
	Митар, ВДГ	2,50	1,00
2	Строби, ВДГ	0,23	0,09
	Скор, КЭ	0,17	0,07
	Цидели Топ, ДК	0,60	0,24
	Пирус, КС	1,00	0,40
	Медея, МЭ	1,00	0,40
	Делан, ВГ	0,60	0,24
	Миравис, СК	0,30	0,12
	Луна Транквилити, КС	1,00	0,40
	Ширма, КС	0,70	0,28
	Кумулус ДФ, ВГД	6,00	2,40
	Купидон Голд, СП	1,60	0,65

После полного застывания агара в центр чашки Петри помещали 4 мицелиальных блока исследуемого изолята.

Для оценки антифунгальной активности биологических фунгицидов использовался метод колодцев. В центр чашки Петри с картофельно-глюкозным агаром (КГА) помещали мицелиальный блок изолята, по четырем сторонам чашки Петри вырезали колодцы диаметром 6 мм, в которые вносили рабочие растворы биологических препаратов (150 мкл).

Культивацию культур осуществляли в термостате при температуре 23,5 °С в отсутствии освещения. Измерение роста и оценка биологической эффективности проводили на 30-е сутки культивирования.

Подсчет биологической эффективности проводили по формуле 7 [47]:

$$\text{БЭ}\% = ((r - R)/r) * 100\% \quad (7)$$

где r – радиус культуры в контроле, мм;
 R – радиус культуры в варианте, мм.

Мелкоделяночный полевой опыт. Мелкоделяночный опыт проводили в 2022 году на базе СХ АО Новомихайловское, на участке яблони сорта Флорина, год посадки 2010 г., схема посадки 4,0 x 1,2 м, подвой М9. Обработку проводили ранцевым опрыскивателем «Solo 423 PORT», расход рабочей жидкости из расчета 1000 л/га. Каждый вариант опыта включал 16 деревьев, (4 повторности по 4 дерева). Схема опыта представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Схема мелкоделяночного полевого опыта

Вариант опыта	Норма применения препарата, л, кг/га	Кратность обработок
Антракол, ВДГ	2,25	2
Луна Транквилити, КС	1,20	2
Митар, ВДГ	3,00	2
Медея, МЭ	1,20	2
Зато, ВДГ	0,15	2
Хорус, ВДГ	0,30	2
Ширма, КС	0,75	2
Грануфло, ВДГ	3,00	2
Мерпан, СП	3,00	2
Беллис, ВДГ	0,80	2
Строби, ВДГ (стандарт)	0,20	2
Контроль (без обработки)	-	-

Обработки проводили дважды, по массовому разлету аскоспор *Schizothyrium* sp.: 25 мая (конец цветения, все лепестки опали; ВВСН 69) и 8 июня (диаметр плодов до 20 мм, размер лещинного ореха; ВВСН 72). Учет развития и распространенности SBFS комплекса проводили в период уборки урожая 12 сентября. Биологическую эффективность оценивали по формуле 8 [47].

$$\text{БЭ}\% = ((r - R)/r) * 100\% \quad (8)$$

где r – развитие заболевания в контроле, %
 R – развитие заболевания в варианте, %.

На опытном участке, по всем вариантам опыта проводили фоновые обработки аналогичные системе защиты 2021 года, представленной в приложении Б.

Производственный полевой опыт. Производственный полевой опыт проводили в вегетационные периоды 2023 и 2024 года, на базе СХ АО Новомихайловское, на участке яблони сорта Флорина, год посадки 2010 г., схема

посадки 4,0 x 1,2 м, расход рабочей жидкости из расчета 1000 л/га. Размер делянок варианта и стандарт 1 составлял 2 га. Контроль без обработок и стандарт 2—отдельные участки на пяти рядах общей площадью 100 м². Схема опыта представлена в Приложении Б. Фенологические фазы указаны в соответствии с шкалой ВВСН для семечковых плодовых культур.

Расчет экологической нагрузки экспериментальной системы защиты.

Расчет экологической нагрузки на почву проводили согласно Зинченко В. А. [22] формула 9.

$$\text{ЭН} = \frac{A * \text{ДТ50}}{\text{ЛД50}} \quad (9)$$

где ЭН – экологическая нагрузка;

A – суммарная за сезон доза действующего вещества, мг/га;

ДТ50 – период полураспада пестицида в почве, недель;

ЛД50 – среднелетальная доза пестицида для млекопитающих, мг/кг.

При расчетах использовали эколого-токсикологические показатели действующих веществ пестицидов с базы данных свойств пестицидов Международного союза теоретической и прикладной химии (International Union of Pure and Applied Chemistry Pesticides Properties DataBase) [121] и Государственного реестра пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации 2025 г. [17].

Расчет экономической эффективности экспериментальной системы защиты производился согласно Боеву В. Р. [12].

Выручку от продаж считали по формуле 10:

$$R = a * b \quad (10)$$

где *R* – выручка от продаж, тыс. руб./га;

a – средняя цена реализации, руб./кг;

b – урожайность, т/га

Прибыль от продаж считали по формуле 11:

$$OP = R - C \quad (11)$$

где *OP* – прибыль от продаж, тыс. руб./га;

R – выручка от продаж, тыс. руб./га;

C – затраты на производство, тыс. руб./га.

Экономическую эффективность (рентабельность продукции) считали по формуле 12:

$$EE = \frac{OP}{C} * 100\% \quad (12)$$

где EE – экономическая эффективность, %;

OP – прибыль от продаж, тыс. руб./га;

C – затраты на производство, тыс. руб./га [12].

Статистическую обработку данных проводили с использованием программ Past 4.11. и Microsoft Excel 2010. Оценка показателей тесноты связи коэффициентов корреляции проводилась по согласно шкале Чеддока: 0 (связь отсутствует); 0,1 – 0,3 (слабая связь); 0,3 – 0,5 (умеренная связь); 0,5 – 0,7 (заметная связь); 0,7 – 0,9 (высокая связь); 0,9 – 1,0 (весьма высокая или сильная связь).

Алгоритм исследований представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Алгоритм исследований

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Частота встречаемости различных типов сажистой пятнистости и мухоседа на плодах яблони на территории Краснодарского края

Несмотря на широкое разнообразие возбудителей сажистой пятнистости и мухоседа, деление симптоматики на 11 типов остается важным инструментом в полевой диагностики заболевания и позволяет оценить особенности процентного соотношения типов комплекса в различных экологических условиях. В связи с чем, был проведен анализ распространенности различных типов SBFS в трех зонах садоводства Краснодарского края. Исследования проводились в 2023-2024 году.

Проведенный анализ выявил, что в обрабатываемых садах на территории Черноморской зоны садоводства Краснодарского края в среднем 76% всех встречаемых колоний были представлены мухоседом, 9% – компактным пятном, 7,4% – дискретным пятном, 3,4% – сажистым пятном, и 2,1% – разветвленным типом. На интактных плодах этого района мухосед составлял 51% от общего числа колоний, 20,1% пришлось на разветвленный тип, 10,8% – на сажистый тип. Компактное и дискретное пятно составили 9,3% и 5,7% соответственно.

На интактных плодах дикой яблони Предгорной зоны садоводства мухосед составил 52,0%, компактное пятно – 15,2%, сажистый тип – 10,4%, пунктирный тип – 8,8%, разветвленный – 6,4%.

На территории Прикубанской зоны садоводства, на необрабатываемых плодах яблони 35,1% всех исследуемых колоний представлены сажистым типом мицелия, 18,8% – мухоседом, 16,7% – разветвленным типом, 10,5% – дискретным пятном. Древовидно точечный тип и компактное пятно составили 6,3% и 5,4% соответственно [43] (таблица 7).

Таблица 7 – Встречаемость мицелиальных типов SBFS комплекса на территории Краснодарского края, 2023-2024 гг.

Мицелиальный тип	Частота встречаемости мицелиальных типов SBFS комплекса, %			
	Черноморская зона, южная подзона		Предгорная зона, юго - восточная подзона	Прикубанская зона, центральная подзона
	СХ АО «Новомихайловское»		с. Даховская	г. Краснодар
	интактные плоды	обрабатываемые плоды	дикая яблоня	интактные плоды
Мухосед, большой мухосед	51,0±2,8	76,0±3,5	52,0±2,8	18,8±2,0
Компактное пятно	9,3±0,9	9,8±2,0	15,2±0,8	5,4±1,7
Дискретное пятно	5,7±0,2	7,4±0,4	2,4±0,3	10,5±2,5
Разветвленный	20,1±3,6	2,1±0,8	6,4±2,4	16,7±0,2
Редкое разветвление	0	0	0	1,0±0,7
Пунктирный	2,6±1,0	0,3±0,2	8,8±1,3	2,9±0,8
Древовидно точечный	0,5±0,4	0,5±0,4	4,8±0,1	6,3±1,2
Сотоподобный	0	0,5±0,3	0	3,1±1,5
Сажистый	10,8±0,8	3,4±1,0	10,4±1,8	35,1±6,3
Легкий сажистый	0	0	0	0

Таким образом, в обрабатываемых садах Черноморской зоны садоводства, мухосед является наиболее распространенным типом комплекса SBFS, в виду чего его возбудители были отобраны в качестве целевого объекта в лабораторных опытах. Процент колоний мухоседа на дикой яблоне Предгорной зоны (52,0%) близок к показателям на необрабатываемых участках яблони Черноморской зоны садоводства (51,0%). Превалирование мухоседа более чем в 50% может свидетельствовать, что и в условиях отсутствия пестицидного прессинга, мухосед остается наиболее конкурентоспособным представителем комплекса SBFS в этих зонах. Для территории Прикубанской зоны центральной подзоны не характерно поражение плодов SBFS комплексом в обрабатываемых садах. На необрабатываемых участках распространенность мухоседа не превышала 18,8%. В Прикубанской зоне садоводства выше риск поражения сажистой пятнистостью – 81,2 % (из которых сажистый тип – 35,1%, разветвленный – 16,7 %).

3.2 Видовая идентификация возбудителей мухоседа (*Schizothyrium* spp.)

В целях последующей оценки постулатов Коха был проведен эксперимент по установлению оптимальных размеров плодов для заражения в лабораторных условиях. Плоды диаметром до 45 мм инокулировались изолятом 2S1 и инкубировались в течение 14 суток, результаты опыта представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты оценки оптимального размера плодов для заражения изолятами возбудителей мухоседа.

Диаметр плода, мм	Плоды без признаков усыхания и/или гниения		Плоды с признаками усыхания и/или гниения		Общее количество плодов с симптомами мухоседа, %
	с симптомами мухоседа, %	без симптомов, %	с симптомами мухоседа, %	без симптомов, либо не определяемо, %	
До 10 (завязь)	50	0	0	50	50
11-15	0	10	40	50	40
16-20	10	0	30	60	40
21-25	40	40	20	0	60
26-30	100	0	0	0	100
31-35	10	90	0	0	10
36-40	0	100	0	0	0
41-45	0	100	0	0	0

В результате проведенного опыта было установлено, что заражение плодов яблони мухоседом в лабораторных условиях возможно с формирования завязи до диаметра в 35 мм, при этом максимально заражение (100%) отмечалось на плодах диаметром 26-30 мм. В период 14-ти дневной инкубации плоды диаметром до 10 мм были подвержены усыханию (до 50 %), а плоды от 11 до 20 мм гниению (90 %). Таким образом, оптимальный размер плодов для заражения изолятами возбудителей мухоседа в лабораторных условиях – от 26 до 30 мм.

Все изоляты *Schizothyrium* sp. выделенные в коллекцию прошли проверку на соответствие постулатам Коха. Инкубационный период в лабораторных условиях составлял от 6 до 20 суток. В соответствие с постулатами Коха изоляты были выделены в культуру из зараженных яблок после искусственного периода покоя при пониженных температурах. В ходе эксперимента также была подтверждена

способность изолятов мухоседа выделенных с побегов ежевики (5E1S.0, 5E1S.1 и 5E1S.2) поражать плоды яблони. Таким образом была доказана вирулентность всех исследуемых изолятов (Приложение В).

Для определения видовой принадлежности возбудителей мухоседа на территории Краснодарского края были отобраны три репрезентативных изолята – 1S2, 2S1, 5S1, выделенных с пораженных плодов яблони. В ходе ПЦР-анализа по маркерам внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS), фактора элонгации трансляции (TEF) и актина (ACT) были получены фрагменты ожидаемых размеров для всех анализируемых изолятов. В результате секвенирования продуктов амплификации были получены нуклеотидные последовательности TEF (225 п.н.), ACT (229 п.н.) и ITS (481 п.н.), которые были использованы для идентификации методом мультилокусного типирования. На дендрограмме, построенной с использованием конкатенированных нуклеотидных последовательностей (928 п.н. с пробелами), изоляты *Schizothyrium* spp., полученные в этом исследовании, были разделены на две группы: изоляты 1S2 и 2S1, выделенные из образцов яблони, отобранных в Черноморской и Прикубанской зонах садоводства соответственно, кластеризовались вместе с штаммами вида *Schizothyrium wisconsinense* (Batzner & Crous) Crous & Batzner, изолят 5S1 (Предгорная зона садоводства) – с *Schizothyrium cylindricum* (GY Sun, HY Li & Rong Zhang) Crous & Batzner (Приложение Г).

Таким образом, на территории Краснодарского края впервые определены два вида возбудителей мухоседа: *Schizothyrium wisconsinensis* и *Schizothyrium cylindrica* [132].

3.3 Морфолого-культуральные признаки изолятов *Schizothyrium* spp.

Проведено изучение влияния состава питательной среды на морфолого-культуральные признаки изолятов *S. wisconsinensis* (1S2, 2S1) и *S. cylindrica* (5S1). По результатам опыта зарегистрирована база данных [4]. Показатели

интенсивности роста и споруляции возбудителей мухоседа на различных видах агаризированных сред представлены в таблице 9 и таблице 10.

Таблица 9 – Влияние состава питательной среды на рост изолятов возбудителей мухоседа

Питательная среда	Изолят					
	<i>S. wisconsinensis</i> (изолят 1S2)		<i>S. wisconsinensis</i> (изолят 2S1)		<i>S. cylindrica</i> (изолят 5S1)	
	диаметр, мм	скорость роста, мм/сутки	диаметр, мм	скорость роста, мм/сутки	диаметр, мм	скорость роста, мм/сутки
КГА	52,5±3,5	1,8	45,0±3,0	1,5	23,0±0,5	0,8
ТА	31,5±0,5	1,1	32,3±3,3	1,1	0	0
ЯГА	59,5±0,5	2,0	32,5±0,5	1,1	27,0±0,5	0,9
ОА	44,0±2,0	1,5	49,3±1,3	1,6	25,7±2,3	0,9
СА	47,0±6,0	1,6	38,0±0	1,3	25,0±1,0	0,8
ЧА	76,0±2,0	2,5	74,0±2,0	2,5	31,7±0,7	1,1
ГА	33,0±0,5	1,1	34,0±1,0	1,1	20,0±0,2	0,7
НСР05	8,8	0,3	4,7	0,2	3,7	0,1

Средняя скорость роста изолятов *S. wisconsinensis* была в два раза выше (1,6 мм/сутки у изолята 1S2 и 1,5 мм/сутки у изолята 2S1), чем у изолята *S. cylindrica* (0,7 мм/сутки). У всех трех изолятов диаметр колонии на агаре Чапека (ЧА) превышал наименьшую существенную разницу с показателями на других видах сред. Так же высокие показатели ростовых характеристик отмечали на ЯГА и КГА у изолята 1S2, на ОА и КГА у изолята 2S1, и на ЯГА, ОА и СА у изолята 5S1.

Таблица 10 – Влияние состава питательной среды на интенсивность споруляции изолятов возбудителей мухоседа

Номер изолята	Концентрация, спор/мл							НСР
	КГА	ТА	ЯГА	ОА	СА	ЧА	ГА	
<i>S. wisconsinensis</i> (изолят 1S2)	13750	5000	11250	38750	92500	151250	2500	38296
<i>S. wisconsinensis</i> (изолят 2S1)	63750	8750	16250	35000	48750	15000	1250	26082
<i>S. cylindrica</i> (изолят 5S1)	1250	0	2500	1250	625	5000	625	3712

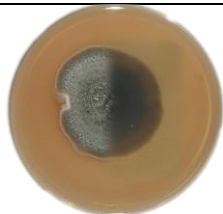
Споруляция изолята 1S2 была наиболее интенсивной на ЧА, на СА так же отмечали высокие показатели, однако разница с ЧА была выше НСР. Изолят 2S1 продемонстрировал наибольшее спороношение на КГА и СА, показатели спороношения на ОА не имели существенных отличий с СА, но значительно

отличались от показателей на КГА. Изолят *S. cylindrica* (5S1) имел низкую споруляцию на всех видах сред по сравнению с изолятами *S. wisconsinensis*, наиболее высокие показатели отмечали на ЧА и ЯГА.

Таким образом, оптимальное соотношение характеристик роста и споруляции *S. wisconsinensis* отмечали на ЧА у изолята 1S2 и на КГА у изолята 2S1. Высокую интенсивность споруляции у обоих изолятов фиксировали так же на СА, скорость роста на ЧА. Для *S. cylindrica* оптимальное соотношение показателей было отмечено на ЧА и ЯГА.

S. wisconsinensis (изолят 1S2) проявлял следующие культуральные характеристики на исследуемых питательных средах (таблица 11):

Таблица 11 – Морфолого-культуральные признаки *S. wisconsinensis* (изолят 1S2) на различных питательных средах

Питательный агар	Морфолого-культуральные признаки
1	2
КГА	
	Форма колонии: круглая. Воздушный мицелий светло-серый, стелящийся мицелий-темно серый. По краю колонии кремовато-белая кайма. Профиль колонии кратерообразный, вырастающий в агар. Край колонии ворсинчатый. Колония не прозрачная, структура гомогенная. На воздушном мицелии капли экссудата. Реверс черный по центру колонии, темно-коричневый по краю.
ТА	
	Форма колонии: круглая, с фестончатым центром. Воздушный мицелий от кремовато-белого до желтовато-бежевого. Край со светло-серой каймой. Профиль колонии конусовидный, вырастающий в агар. Край колонии ворсинчатый. Колония не прозрачная, структура гомогенная. На воздушном мицелии капли экссудата. Реверс темный, однородный, плохо различимый.
ЯГА	
	Форма колонии: круглая. Воздушный мицелий серый, расположен по краю отрывисто. Центр колонии неоднородный, крупнозернистый, от светло- до темно-серого, по краю колонии агар окрашен в коричнево-бордовый цвет. Профиль колонии кратерообразный, вырастающий в агар. Край колонии ветвистый. Колония не прозрачная в центре, и полупрозрачная по краю. Реверс от темно коричневого до бордового, темнее к центру.
ОА	
	Форма колонии: круглая, с валиком по краю. Воздушный мицелий светло-серый, расположен валиком, стелящийся мицелий-темно серый, с оливковым подтоном. По краю колонии кремовато-белая кайма. Профиль колонии кратерообразный, вырастающий в агар. Край колонии волнистый. Колония не прозрачная, структура гомогенная. Реверс темный, однородный, плохо различимый.

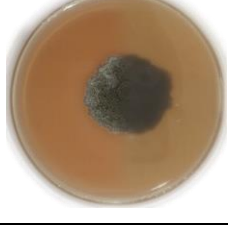
Продолжение таблицы 11	
1	2
СА	
	Форма колонии: круглая. Воздушный мицелий от белого до светло-серого, стелящийся мицелий-темно серый. Профиль колонии изогнутый, вырастающий в агар. Край колонии ворсинчатый. Колония не прозрачная, структура не однородная, мелкозернистая в центре. Немногочисленные капли экссудата. Реверс однородный, темно-коричневый.
ЧА	
	Форма колонии: круглая. Воздушный мицелий от белого до темно-серого. Профиль колонии плоский, либо выпуклый. Край колонии неправильный, представлен мелкозернистыми вкраплениями, либо валиком воздушного плотного, белого мицелия. Колония не прозрачная, структура либо не однородная, мелкозернистая, либо гомогенная, с плотным ватообразным воздушным мицелием. Реверс темно коричневый, либо с рисунком по краю, либо однородный.
ГА	
	Колония круглая, едва заметная, нитевидная, погруженная в агар.

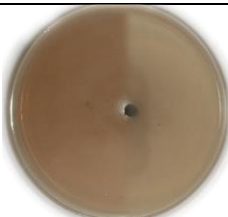
На всех исследованных средах колонии сохраняли округлую форму, непрозрачную центральную часть и темную пигментацию реверса (коричневые или черные оттенки). На КГА и ОА наблюдали четкое разделение на воздушный (светло-серый) и стелющийся (темно-серый) мицелий, формирующий кратерообразный профиль с вращением в агар. На КГА и ОА характерной особенностью являлось наличие кремово-белой каймы по краю колонии. На томатном агаре (ТА) формировался конусовидный профиль с фестончатым центром и светлой серой каймой, тогда как на яблочно-глюкозном агаре (ЯГА) отмечали прерывистое расположение воздушного мицелия по краю с крупнозернистой неоднородной структурой в центре и коричнево-бордового окрашивания агара по краю колонии. На ЧА наблюдали образование различных морфотипов колоний, мицелий – от плотного ватообразного до мелкозернистого с переменным профилем (от плоского до выпуклого). В отличие от других сред, на ЧА край колонии имел неправильную структуру с зернистыми вкраплениями. На голодном агаре (ГА) колония развивалась слабо, сохраняя нитевидную,

практически погруженную структуру без выраженного воздушного мицелия. На КГА, ТА, СА и ЧА отмечали образование экссудата.

S. wisconsinensis (изолят 2S1) проявлял следующие характеристики на исследуемых питательных средах (таблица 12):

Таблица 12 – Морфолого-культуральные признаки *S. wisconsinensis* (изолят 2S1) на различных питательных средах

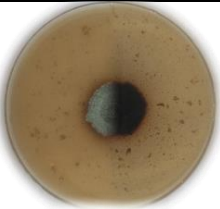
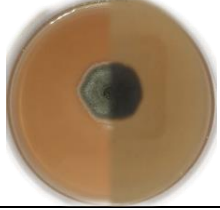
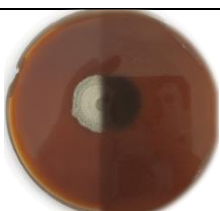
Питательный агар	Морфолого-культуральные признаки
1	2
КГА	
	Форма колонии: круглая. Воздушный мицелий светло-серый, стелящийся мицелий-темно серый. По краю колонии кремовато-белая кайма. Профиль колонии кратерообразный, врастающий в агар. Край колонии ворсинчатый. Колония не прозрачная, структура гомогенная. На воздушном мицелии капли экссудата. Реверс черный по центру колонии, темно-коричневый по краю.
ТА	
	Форма колонии: круглая, с фестончатым центром. Воздушный мицелий от кремовато-белого до желтовато - бежевого. Край светло серой каймой. Профиль колонии конусовидный, врастающий в агар. Край колонии ворсинчатый. Колония не прозрачная, структура гомогенная. На воздушном мицелии капли экссудата. Реверс темный, однородный, плохо различимый.
ЯГА	
	Форма колонии: круглая, с фестончатым краем. Воздушный мицелий от светло- до темно-серого, ватообразный, плотный. Профиль колонии изогнутый. Край колонии ветвистый. Колония не прозрачная Структура не однородная, с мелкозернистыми вкраплениями. Реверс темный, однородный
ОА	
	Форма колонии: круглая, с валиком по краю. Воздушный мицелий светло-серый, расположен валиком, стелящийся мицелий-темно серый, с оливковым подтоном. Профиль колонии кратерообразный, врастающий в агар. Край колонии волнистый. Колония не прозрачная, структура гомогенная. Реверс темный, однородный, плохо различимый.
СА	
	Форма колонии: круглая. Воздушный мицелий от белого до светло-серого, стелящийся мицелий-темно серый. Профиль колонии кратерообразный, врастающий в агар. Край колонии ветвистый. Колония не прозрачная. Структура не однородная, с мелкозернистыми вкраплениями по центру, и ватообразным плотным воздушным мицелием вне центра. Реверс однородный, темно-коричневый.

Продолжение таблицы 12	
1	2
ЧА	
	Форма колонии: круглая, с валиком по краю. Воздушный мицелий от белого до темно-серого. Профиль колонии кратерообразный. Край колонии неправильный, представлен мелкозернистыми, темными вкраплениями и отрывистым воздушным мицелием. Колония не прозрачная, структура не однородная, центр крупнозернистый, радиально исчерчен. Реверс темно коричневый, с серо-коричневым, окрашенным по краю агаром.
ГА	
	Колония круглая, едва заметная, нитевидная, погруженная в агар.

На всех исследованных субстратах, за исключением ГА, колонии сохраняли округлую форму, непрозрачность и темную пигментацию реверса (от темно-коричневого до черного). На КГА и ОА формировалась характерная зональная структура с кратерообразным профилем, где четко дифференцированы светло-серый воздушный и темно-серый стелющийся мицелий с кремово-белой каймой по краю колонии. На ОА дополнительно отмечался оливковый подтон стелющегося мицелия. Томатный агар индуцировал морфологию с конусовидным профилем и светлой окраской мицелия (от кремово-белого до желтовато-бежевого). На ЯГА и СА развивался плотный ватообразный мицелий с выраженной неоднородной структурой. Для этих сред характерны мелкозернистые вкрапления, особенно заметные в центральной части колоний на СА. Чапека агар (ЧА) вызывал формирование наиболее сложной структурной организации с радиальной исчерченностью и темными зернистыми вкраплениями. На ГА наблюдали крайне слабое развитие нитевидного мицелия. Динамика экссудатообразования варьировала в зависимости от среды: активный процесс наблюдался на КГА и ТА, тогда как на других субстратах он был выражен слабо или отсутствовал.

S. cylindrica (изолят 5S1) проявлял следующие характеристики на различных питательных средах (таблица 13):

Таблица 13 – Морфолого-культуральные признаки *S. cylindrica* (изолят 5S1) на различных питательных средах

Питательный агар	Морфолого-культуральные признаки
КГА	
	Форма колонии: круглая. Мицелий плотный, серый, погруженный в субстрат. По краю колонии кремовато-белая кайма. Профиль колонии плоский, растущий в агар. Край колонии ворсинчатый. Колония не прозрачная, структура мелкозернистая. Агар по краю колоний окрашен светло бордовый цвет. Реверс темный, однородный, с бордовой каймой окрашенного агара по краю.
ТА	
	Рост отсутствовал.
ЯГА	
	Форма колонии: круглая. Мицелий плотный, складчатый, погружен в субстрат, от светло- до темно серого. По краю колонии кремовато-белая кайма. Профиль колонии конусовидный, растущий в агар. Край колонии ворсинчатый. Колония не прозрачная от центра, и полупрозрачная по краю, структура гомогенная. Реверс темно- коричневый, однородный.
ОА	
	Форма колонии: круглая. Мицелий плотный, темно-серый, погруженный в субстрат. По краю колонии кремовато-белая кайма. Профиль колонии плоский, растущий в агар. Край колонии ворсинчатый. Колония не прозрачная, структура гомогенная. Агар по краю колоний окрашен светло бордовый цвет. Реверс темный, однородный, плохо различимый.
СА	
	Форма колонии: круглая. Мицелий плотный, бежево-серый, погруженный в субстрат. Профиль колонии изогнутый, растущий в агар. Край колонии ветвистый. Колония не прозрачная, структура зернистая. Реверс темный, однородный.
ЧА	
	Форма колонии: круглая. Мицелий плотный, складчатый, погружен в субстрат, от светло- до темно серого. Профиль колонии конусовидный, растущий в агар. Край колонии ворсинчатый. Колония не прозрачная, структура не однородная, мелкозернистая. Реверс черно-синий, однородный.
ГА	
	Колония не ровная, редко зернистая, мицелий погружен в субстрат. Агар окрашен в светло серый/коричневый цвет.

На большинстве исследованных субстратов (кроме ТА и ГА) колонии сохраняли округлую форму, непрозрачность и склонность к врастанию в агар. Характерной особенностью изолята являлось преобладание погруженного типа мицелия на всех средах, что отличает его от других изолятов. На КГА и ОА формировались колонии со сходной морфологией: плоский профиль, ворсинчатый край, кремово-белая кайма и светло-бордовая окраска агара по периферии. Основное различие заключалось в структуре мицелия - мелкозернистой на КГА и гомогенной на ОА. Реверс в обоих случаях был темный, однородный, однако на КГА дополнительно отмечали бордовую кайму окрашенного агара. ЯГА и ЧА индуцировали конусовидный профиль колоний со складчатым погруженным мицелием. При этом на ЧА наблюдали более выраженную неоднородность структуры. Солодовый агар провоцировал формирование изогнутого профиля с ветвистым краем, зернистой структурой и бежево-серой окраской мицелия. На ГА развитие колонии было слабым, с формированием нерегулярной зернистой структуры и светло-серой/коричневой окраской агара.

Средний размер конидиеносца для изолятов 1S2, 2S1 был следующим: модифицированная базальная клетка (13)15–17(20) $\times$ 4–5 мкм; извилистый темно-коричневый сектор (11)14–15(16) $\times$ 3–5 мкм; терминальная клетка 2–4 $\times$ 3–5 мкм; конидиогенные клетки 3–7 $\times$ 3–5 мкм; конидии (10)14–16(20) $\times$ 4–7 мкм.

Размеры конидиеносца для изолята 5S1 были следующими: модифицированная базальная клетка (17)19–21(23) $\times$ 4–5 мкм; извилистый темно-коричневый сектор (14)17–19(21) $\times$ 4–6 мкм; терминальная клетка 3–6 $\times$ 3–6 мкм; конидиогенные клетки 5–11 $\times$ 3–6 мкм; конидии (11)16–19(22) $\times$ 3–8 мкм (рисунок 10).

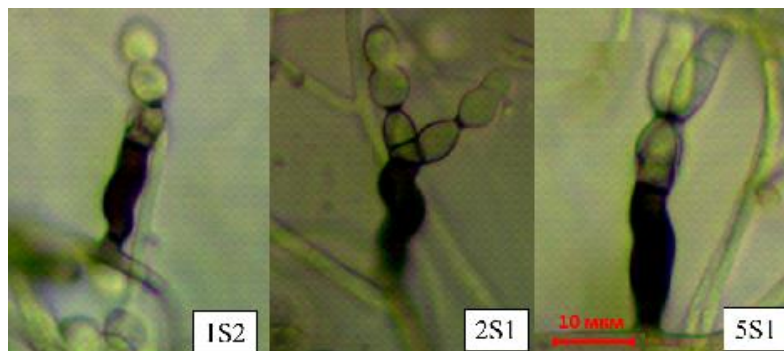


Рисунок 10 – Микроструктуры изолятов 1S2, 2S1 и 5S1 под увеличением 40х

Таким образом анализ выявил общность морфолого-культуральных характеристик у изолятов *S. wisconsinensis* и существенные отличия в отношении изолята *S. cylindrica*. Главной отличительной особенностью изолята *S. cylindrica* была более низкая скорость роста, и интенсивность споруляции, формирование плотных, мелкозернистых, врастающих в агар колоний. Конидии изолята были продолговато вытянутые, с перегородкой, с средним размером $(11)16\text{--}19(22) \times 3\text{--}8$ мкм. Изоляты *S. wisconsinensis* характеризовались более высокой скоростью роста и интенсивностью споруляции. Колонии формировали воздушный мицелий, конидии изолятов были реже округлые одиночные, чаще двойные с перетяжкой по центру, с средним размером $(10)14\text{--}16(20) \times 4\text{--}7$ мкм. Результаты исследования были опубликованы в виде базы данных «Морфолого-культуральные признаки различных штаммов мухоседа (*Schizothyrium* sp., *Zygophiala* sp.)» [4] (приложение Д).

Начало прорастания конидий *S. wisconsinensis* (1S2) в стерилизованной воде с добавлением яблочного сока (5 частей воды к 1 части сока) фиксировали на третий час наблюдений. К шестому часу наблюдений отмечено прорастание 80% спор. Размер гифы у начавших развитие конидий к 6 часу варьировался от 11,24 до 30,00 мкм, при среднем значении 19,79 мкм. Отмечено, что спора с перетяжкой по центру способна прорасти с обоих концов, однако не редко прорастание одного сегмента с редукцией второго. После 22 часов от начала наблюдений рост не продолжался (рисунок 11).

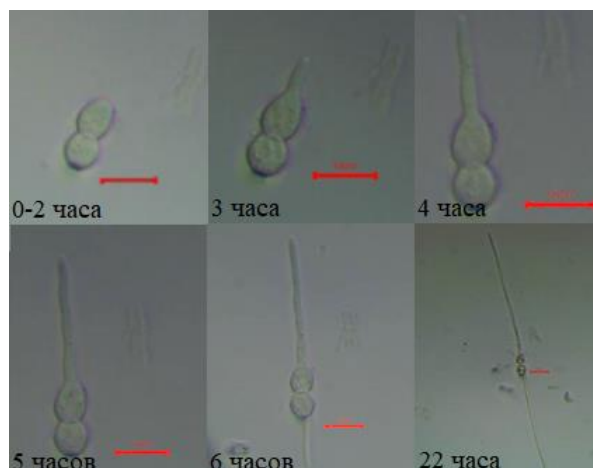


Рисунок 11 – Прорастание конидии *S. wisconsinensis* (1S2) в стерилизованной воде с добавлением яблочного сока. Размер масштабной линейки – 10 мкм

Из коллекции изолятов возбудителей мухоседа было отобрано 13 образцов (1S2, 2S1, 5S1, 1S4.1, 1S4.4, 5S1.3, 6S2, 5E1S.0, 1S3.5, 1S3.8, 1S3.12, 3S1.2, 6S3) в целях проведения кластерного анализа на основе морфолого-культуральных характеристик, не проявлявших изменчивость в рамках морфотипов. Оценивали скорость роста, способность образовывать воздушный мицелий и экссудат, врастание в агар, размер и форма конидии. Изображения колонии изучаемых изолятов представлено на рисунке 12.

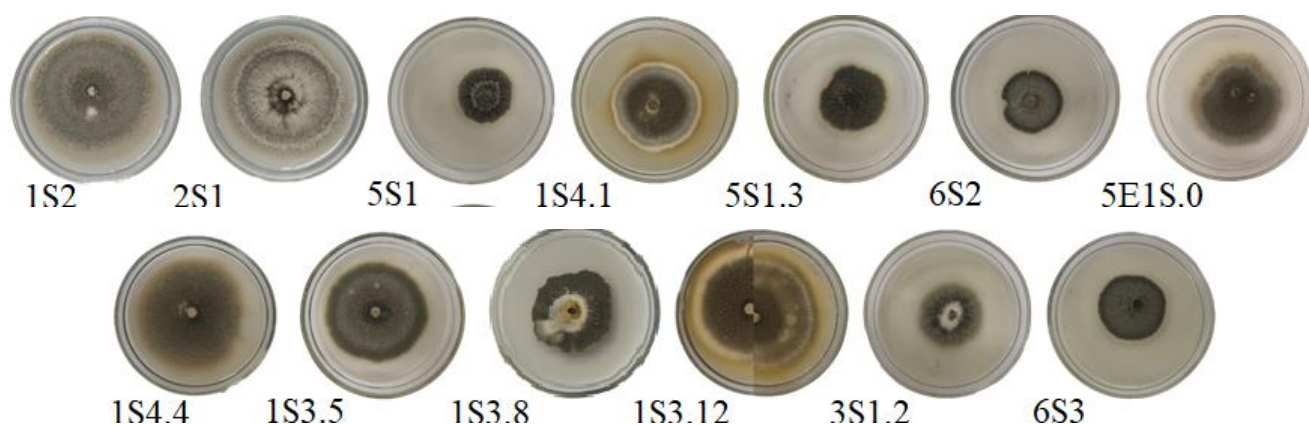


Рисунок 12 – Морфология колоний исследуемых изолятов возбудителей мухоседа

Конидиеносцы с конидиями изолятов возбудителей мухоседа представлены на рисунке 13. У изолятов 5S1.3, 6S2, 6S3 конидиеносцев не обнаружено.

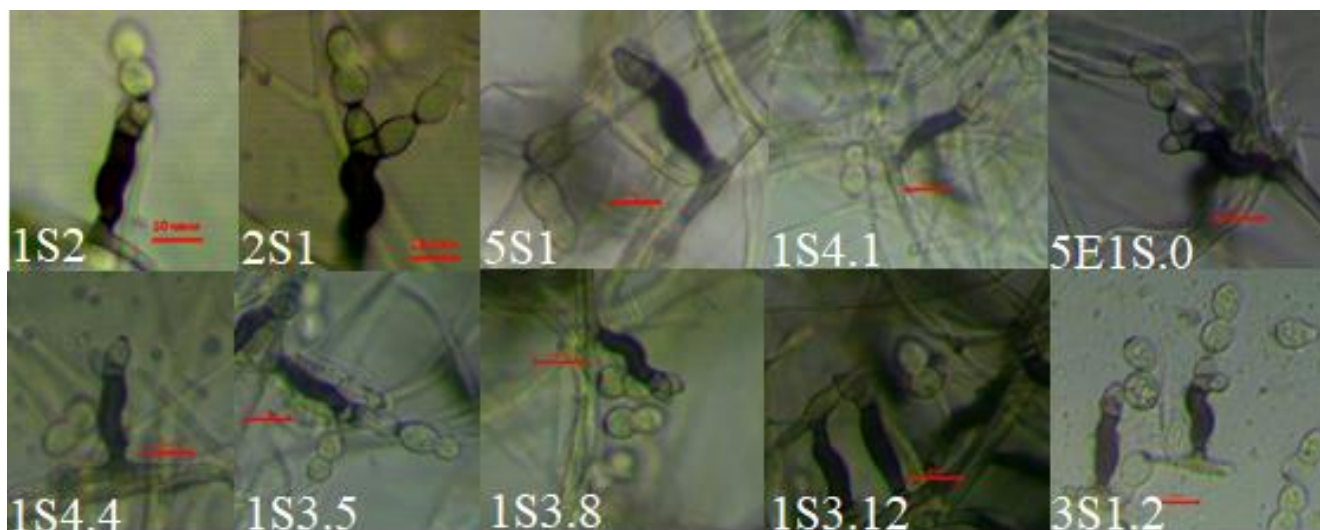


Рисунок 13 – Конидиеносцы исследуемых изолятов возбудителей мухоседа.
Размер масштабной линейки – 10 мкм

Средняя скорость роста среди изолятов на агаре Чапека варьировалась от 1,2 до 2,5 мм/сутки. За шаг шкалы было взято значение наименьшей существенной разницы – 0,2 мм/сутки. Средний размер конидий варьировался от 12,5 до 19,9 мкм. Наименьшая существенная разница составляла 1,4 мкм, что так же определяло шаг шкалы. Значения в диапазоне от 15,5 до 18,4 мкм были упущены в шкале ввиду их отсутствия среди изолятов. Результаты оценки комплекса морфологических признаков представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Морфолого-культуральные характеристики коллекции изолятов возбудителей мукоседа

	Скорость роста на ЧА	Мицелий	Врастание в агар	Структура	Форма колонии	Экссудат	Пигментация агара	Край	Средняя длина конидии	Форма конидии
1S2	4	1	0	2	1	0	0	1	1	1
2S1	4	1	0	2	1	0	0	1	2	1
5S1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	2
1S4.1	2	1	0	1	1	1	1	1	2	1
1S4.4	3	1	0	2	1	0	0	1	1	1
1S3.5	3	1	0	2	1	0	0	1	1	1
1S3.8	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1
1S3.12	4	1	0	1	1	1	1	0	1	1
5S1.3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
3S1.2	0	1	0	2	1	0	1	1	2	1
6S2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6S3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5E1S.1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1

Скорость роста: 0 – менее или равно 1,4 мм/с; 1 – 1,5-1,7 мм/с; 2 – 1,8-2,0 мм/с; 3 – 2,1-2,3 мм/с; 4 – более или равно 2,4 мм/с.

Мицелий: 0 – плотный; 1 – воздушный.

Врастание в агар: 0 – не отмечается; 1 – отмечается.

Структура мицелия: 0 – мелкозернистая; 1 – гомогенная; 2 – гомогенный с вкраплениями.

Форма колонии: 0 – складчатая, фестончатая, гофрированная; 1 – ровная, плоская.

Экссудат: 0 – не отмечается; 1 – присутствует.

Окрас агара: 0 – не отмечается; 1 – присутствует.

Край: 0 – ровный, гладкий; 1 – отрывистый.

Средняя длина конидии: 0 – конидий не обнаружено; 1 – менее или равно 13,9 мкм; 2 – 14,0-15,4 мкм; 3 – более 18,5 мкм,

Форма конидии: 0 – конидий не обнаружено; 1 – округлая; 2 – вытянутая овальная

В результате анализа полученных данных все исследуемые изоляты были разделены на два основных кластера. Первый кластер включил изоляты 6S2, 6S3 и 5S1.3, которые группировались с изолятом 5S1, идентифицированным как *S. cylindrica*. Второй кластер разделился на две подгруппы: первая подгруппа включила близко сгруппированные изоляты 1S3.8 и 5E1S.1 и обособленно расположенные изоляты 1S4.1 и 3S1.2; вторая подгруппа объединила изоляты 1S3.5 и 1S4.4, 1S2 и 2S1 определенные как *S. wisconsinensis*, и обособленный изолят 1S3.12 (рисунок 14).

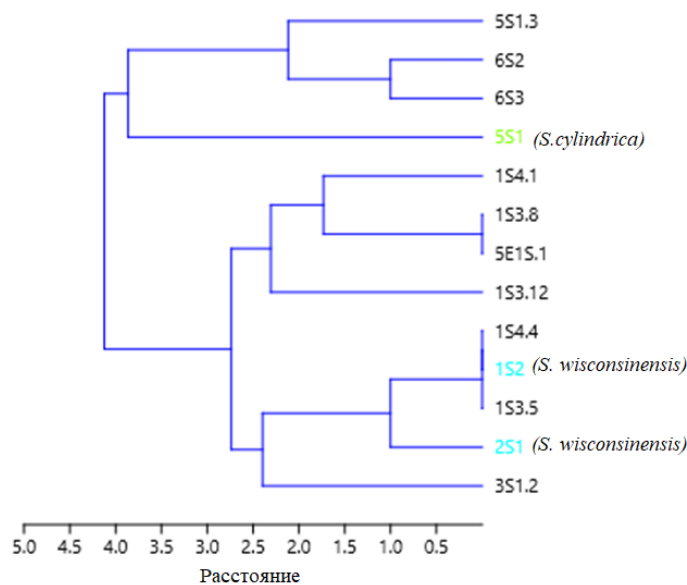


Рисунок 14 – Дендрограмма изолятов возбудителей мухоседа по морфолого-культуральным признакам

В ранее проведенном опыте по оценке влияния состава питательной среды на морфолого-культуральные характеристики изолятов *S. wisconsinensis* (1S2), *S. wisconsinensis* (2S1) и *S. cylindrica* (5S1), у изолята 5S1 были отмечены: слабая интенсивность роста и споруляции, отсутствие воздушного мицелия и плотные мелкозернистые колонии, врастающие в агар, что определяло сложности в создании споровых суспензий и пробоподготовки к молекулярно-генетическому тестированию. В связи с чем была предпринята попытка подбора селективной среды для изолятов со схожими морфолого-культуральными характеристиками: 5S1, 5S1.3 и 6S3.

Для опыта были выбраны следующие питательные среды: рисовый агар (РА), медо-пептонный агар (М-ПА), овощной агар (ОвА), среда Крабеля (КрА), кукурузный агар (КуА) и среда Чапека (ЧА) в качестве стандарта. Результаты оценки влияния состава питательной среды на рост изолятов возбудителей мухоседа представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Влияние состава питательной среды на рост изолятов возбудителей мухоседа

Питательная среда	Диаметр культуры, мм		
	<i>S. cylindrica</i> (изолят 5S1)	<i>Schizothyrium</i> sp. (изолят 5S1.3)	<i>Schizothyrium</i> sp. (изолят 6S3)
ЧА	36,7±1,1	28,0±1,3	35,3±1,6
РА	20,3±1,1	27,7±0,4	27,7±2,2
М-ПА	23,7±1,1	14,3±2,4	32,7±4,2
ОвА	24,0±1,3	27,3±1,1	39,7±1,8
КрА	31,7±0,9	31,3±0,9	40,7±1,6
КуА	28,3±1,8	24,0±1,3	30,7±0,9
НСР ₀₅	3,0	3,2	5,5

У изолята 5S1 наибольшие показатели роста отмечали на среде Чапека, у изолята 5S1.3 на среде Крабеля, у изолята 6S3 на среде Крабеля, овощном агаре и среде Чапека.

Результаты оценки влияния состава питательной среды на интенсивность споруляции изолятов возбудителей мухоседа представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Влияние состава питательной среды на интенсивность споруляции изолятов возбудителей мухоседа

Номер изолята	Концентрация спор/мл						НСР ₀₅
	ЧА	РА	М-ПА	ОвА	КрА	КуА	
<i>S. cylindrica</i> (изолят 5S1)	17500	7500	2500	3750	0	11250	6822
<i>Schizothyrium</i> sp. (изолят 5S1.3)	0	0	Фрагменты*		0	0	-
<i>Schizothyrium</i> sp. (изолят 6S3)	0	0	0	Фрагменты*	0	0	-

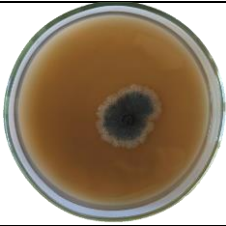
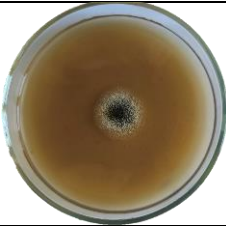
*обнаружены единичные фрагменты конидиеносцев.

Изолят 5S1 проявлял наибольшую интенсивность споруляции на среде Чапека и кукурузном агаре. У изолятов 5S1.3 и 6S3 не было обнаружено спор, однако были отмечены единичные фрагменты конидиеносцев на медо-пептоном и

овощном агаре у изолята 5S1.3 и только на овощном агаре у изолята 6S3. Морфолого-культуральные признаки изолятов описаны в таблице 17.

Таблица 17 – Морфолого-культуральные признаки изолятов 5S1, 5S1.3 и 6S3 на различных питательных средах

Среда	<i>S. cylindrica</i> (изолят 5S1)	<i>Schizothyrium</i> sp. (изолят 5S1.3)	<i>Schizothyrium</i> sp. (изолят 6S3)
1	2	3	4
ЧА			
	колония вросшая в агар, фестончатая, темноокрашена, с белой каймой по краю, структура гомогенная	колония вросшая в агар, складчатая, темноокрашена, с белой каймой по краю, на поверхности капли экссудата	колония вросшая в агар, темноокрашена с белой каймой по краю, структура мелкозернистая
РА			
	колония темноокрашена, край не ровный, воздушный мицелий отсутствует, структура мелкозернистая	колония темноокрашена, представлена разреженными вкраплениями плотного мицелия, стелящийся мицелий светлый, редкий, едва заметный	колония темноокрашена, воздушный мицелий отсутствует, структура мелкозернистая
М-ПА			
	колония вросшая в агар, фестончатая, мицелий бархатистый темно серый, структура гомогенная	колония представлена складчатым серым наростом в центре и белым стелящимся мицелием по краю неправильной формы	колония вросшая в агар, фестончатая, мицелий бархатистый светло серый с белой каймой по краю, структура гомогенная
ОваА			
	колония вросшая в агар, морковно-бежевого цвета с белой каймой по краю, структура гомогенная	колония вросшая в агар, серого цвета в центре и морковно-бежевого к краю, колония складчатая в центре и с фестончатым краем	колония вросшая в агар, морковно-бежевого цвета с белой каймой по краю, структура мелкозернистая

Продолжение таблицы 17			
1	2	3	4
КрА			
	колония темноокрашена, с кольцами светло серого плотного мицелия, агар по краю колонии окрашен в желто-коричневый цвет	колония от темно до светло серого цвета, мелкозернистая, вросшая в агар, по краю колонии агар окрашен в бежево-желтый цвет	колония от темно до светло серого оттенка, структура мелкозернистая
КуА			
	мицелий редкий, темно окрашен в центре и белый с краю, структура гомогенная	центр колонии от темно до светло серого, мелкозернистый, край колонии представлен белым комковатым мицелием	мицелий от темно серого до светло серого, структура мелкозернистая, стелющийся мицелий редкий, светлый

Во всех исследуемых изолятах отмечали вращение колонии в агар без образования воздушного мицелия, колонии были плотными, мелкозернистыми, складчатыми, фестончатыми или гомогенными. Вероятно, данные признаки не изменяются в зависимости от состава питательной среды.

Таким образом, в ходе работы было проведено комплексное исследование морфолого-культуральных свойств изолятов *S. wisconsinensis* (1S2, 2S1) и *S. cylindrica* (5S1), а также коллекции изолятов возбудителя мухоседа. Исследование включало описание особенностей роста на различных питательных средах, оценку интенсивности споруляции, скорости прорастания конидий и размеров микроструктур. На основании комплекса признаков был проведен кластерный анализ, который позволил разделить изоляты на два основных морфотипа. Первый морфотип характеризуется образованием воздушного мицелия и интенсивным спороношением, тогда как для второго свойственна форма роста в виде плотных мелкозернистых колоний, врастающих в агар, с низкой интенсивностью споруляции или ее полным отсутствием. Проведенный

эксперимент по подбору селективных сред для изолятов второго морфотипа не привел к значимым изменениям их культуральных характеристик.

3.4 Биоэкологические особенности развития возбудителей мухоседа

Основным источником зимующей инфекции мухоседа являются древесные растения вблизи сада, поскольку пораженные плоды яблони не остаются на участке, либо перегнивают до весны.

В ходе четырехлетних исследований в Черноморской зоне садоводства Краснодарского края было установлено 16 видов растений-резерваторов возбудителя мухоседа – *Schizothyrium* sp. из 11 семейств. Наиболее распространенными являлись представители семейства Розовые (Rosaceae). Максимальный запас инфекции отмечался на растениях дерена (род *Cornus*), ежевики (р. *Rubus*), ивы (р. *Salix*), жимолости (р. *Lonicera*), клекачки (р. *Staphylea*), дуба (р. *Quercus*). В меньшем количестве тириотении фиксировали на растениях клена (р. *Acer*), ольхи (р. *Alnus*), лещины (р. *Corylus*), ломоноса (р. *Clematis*), алычи (р. *Prunus*), дикой яблони (р. *Malus*), культурной сливы (р. *Prunus*), вяза (р. *Ulmus*), смилакса (р. *Smilax*) и шиповника (р. *Rosa*). Запас инфекции среди различных растений резерваторов варьировался по годам [34] (таблица 18).

Таблица 18 – Растения-резерваторы мухоседа и запас зимующей стадии (тириотении)

Семейство	Род	Среднее количество тириотениев на 1см.			
		2022	2023	2024	2025
1	2	3	4	5	6
Кизиловые (Cornaceae)	Дерен (род <i>Cornus</i>)	6,8±3,2	1,0±0,1	0,2±0,1	0
Розовые (Rosaceae)	Ежевика (род <i>Rubus</i>)	11,1±8,6	12,3±13,2	5,3±3,8	1,3±2,2
	Шиповник (род <i>Rosa</i>)	9,5±8,1	-	1,0±0,2	-
	Алыча (род <i>Prunus</i>)	2,0±1,0	0,8±0,3	-	-
	Яблоня (род <i>Malus</i>)	-	1,0±0,1	-	0
	Слива (род <i>Prunus</i>)	-	-	2,9±1,3	0
Клекачковые (Staphyleaceae)	Клекачка (род <i>Staphylea</i>)	-	24,2±6,6	0,8±0,4	0,4±0,2
Ивовые (Salicaceae).	Ива (род <i>Salix</i>)	9,0±3,9	7,3±6,4	1,1±0,3	1,0±0,7
Сапиндовые (Sapindaceae)	Клен (род <i>Acer</i>)	0,8±0,5	0	0	0
Берёзовые (Betulaceae)	Ольха (род <i>Alnus</i>)	1,2±0,8	0	0	0
	Лещина (род <i>Corylus</i>)	единично	0	0	0

Продолжение таблицы 18					
1	2	3	4	5	6
Смилаксовые (Smilacaceae)	Смилакс (род <i>Smilax</i>)	-	-	0,5±0,5	5,3±3,1
Вязовые (Ulmaceae)	Вяз (род <i>Ulmus</i>)	-	-	0,4±0,6	-
Буковые (Fagaceae)	Дуб (род <i>Quercus</i>)	-	-	4,8±0,4	-
Лютиковые (Ranunculaceae)	Ломонос (род <i>Lamatis</i>)	5,1±6,9	-	0,9±0,7	-
Жимолостные (Caprifoliaceae)	Жимолость (род <i>Lonicera</i>)	8,1±3,4	3,4±2,4	0,2±0,2	-
Условные обозначения: «-» – исследование не проводили					

Высокий запас инфекции на протяжении четырех лет отмечался на растениях ежевики (11,1–12,3–5,3–1,3 тириотеция/см). В 2022 г. высокий запас инфекции также регистрировался на растениях дерена (6,8 тириотеция/см), ивы (9,0 тириотеция/см) и шиповника (9,5 тириотеция/см); в 2023 г. на растениях ивы (7,3 тириотеция/см) и клекачки (24,2 тириотеция/см); в 2024 г. на растениях дуба (4,8 тириотеция/см), в 2025 смилакса (5,3 тириотеция/см). Основная локализация плодовых тел – однолетние не одревесневшие побеги, чешуйки почек, что может объясняться наличием мягкого воскового слоя на этих участках растений (рисунок 15).



Рисунок 15 – Тириотеции на однолетних побегах и чешуйках почек

Ежевика была выбрана в качестве модельного растения-резерватора, ввиду ее распространенности в исследуемых садах и ежегодного высокого запаса инфекции.

Наблюдения за развитием тириотециев начинали с середины марта. В 2022 году начало созревания плодовых тел было отмечено в начале третьей декады апреля (21.04), в 2023 во второй декаде марта (17.03), что более чем на

месяц раньше предыдущего года, в 2024 в первой декаде апреля (04.04), в 2025 в третьей декаде марта (27.03).

Созревшие аски при микроскопировании обнаруживали в третьей декаде апреля (29.04.2022), в третьей декаде марта (29.03.2023), в первой декаде мая (3.05.2024) и во второй декаде мая (10.05.25) [40]. Стадии созревания тириотециев представлены на рисунке 16.

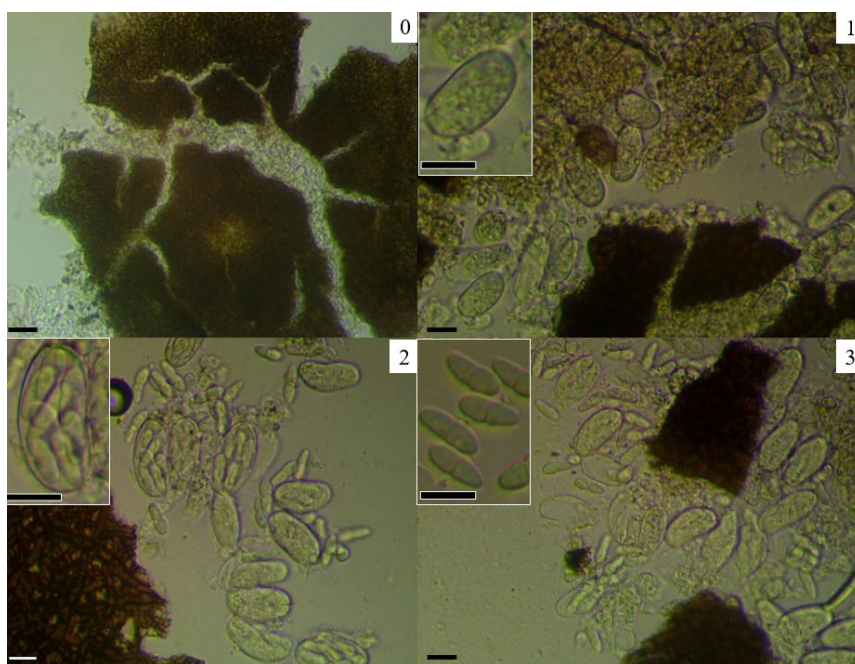


Рисунок 16 – Стадии созревания тириотециев: 0 – неразвитые (аски отсутствуют); 1 – незрелые аски без аскоспор; 2 – наличие зрелых асков, содержащих аскоспоры; 3 – большинство асков с разрывом или пустые. Масштабная линейка 10 мкм.

Разлет аскоспор учитывался путем учета открывшихся тириотециев к их общему числу. После вылета аскоспор от тириотециев остается характерное черное кольцо (рисунок 17).

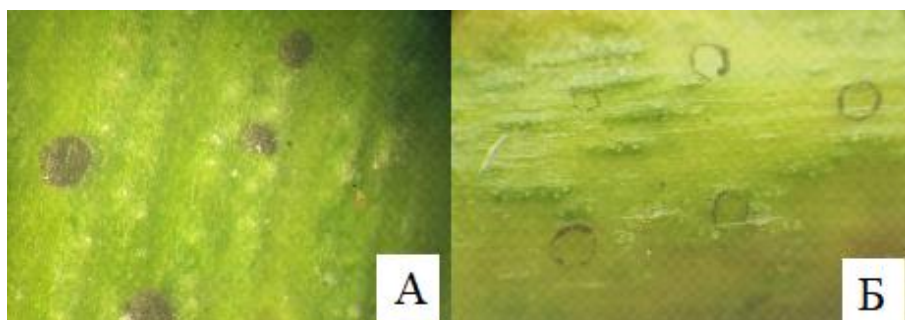


Рисунок 17 – Тириотеции до (А) и после (Б) вылета

Начало лета аскоспор в 2022 году было зафиксировано в первой декаде мая (5.05), в 2023 году – в начале второй декады апреля (11.04), в 2024 и 2025 годах – во второй декаде мая (15.05) и (10.05) соответственно. Динамика разлета аскоспор на ежевике представлена на рисунке 18.

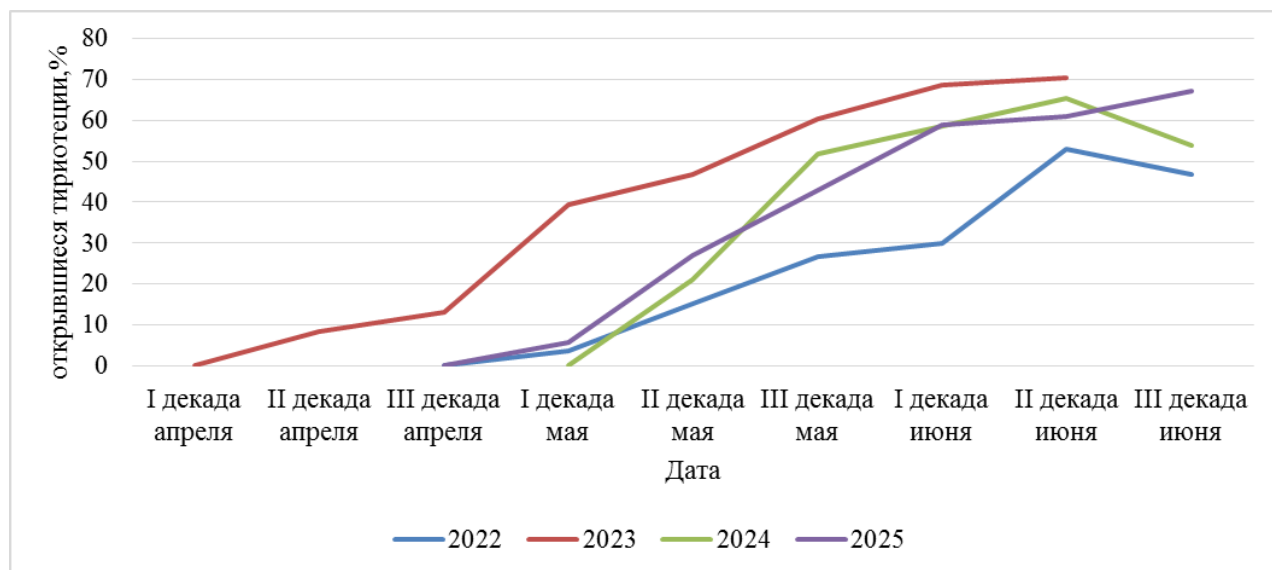


Рисунок 18 – Динамика разлета аскоспор на ежевике в СХ АО «Новомихайловское»

В ходе наблюдений установлено, что не все тириотетции вызревают, и спустя почти два месяца с начала разлета на ветвях остаются не начавшие развитие плодовые тела, количество которых сильно варьируется среди различных растений-резерваторов, погодных условий года и микрорельефа, так в 2022 году на растениях дерена среднее количество не вызревших тириотетциев составило 56,3 %, шиповника – 66,4 %, на образцах ежевики – 40,8 %. В 2023 на иве в среднем не вызрело 31,1 % плодовых тел, на ежевике – 22,3 %, на жимолости каприфоль – 63,6 %. В 2024 году на ежевике не вызрело в среднем 44 % тириотетциев, в 2025 – 32,9 % [36].

Инкубационный период (от начала разлета аскоспор до первых симптомов) в полевых условиях составлял от 71 (2025 г), до 98 (2023 г) суток. В таблице 19 представлены основные биологические характеристики развития мухоседа в исследуемые годы.

Таблица 19 – Биологические особенности развития мухоседа на ежевике в 2022-2025 гг.

Биологическая характеристика	2022	2023	2024	2025
Средний запас инфекции на ежевике, тириотециев /см	11,1±8,6	12,3±13,2	5,3±3,8	1,3±2,2
Среднее количество невызревших тириотециев, %	40,8	22,3	44,0	32,9
Средний запас живой инфекции, тириотециев / см	6,6±5,1	9,6±10,2	3,0±2,1	0,9±1,5
Начало созревания тириотециев	21.04	17.03	4.04	27.03
Начало разлета аскоспор	5.05	11.04	15.05	10.05
Конец разлета аскоспор	30.06	13.06	24.06	24.06
Первые симптомы мухоседа на плодах яблони	21.07	18.07	5.08	20.07
Инкубационный период, сутки	77	98	82	71

Широкие колебания в сроках развития тириотециев требовали за собой анализа различий погодных условий между исследуемыми годами. 2022 год характеризовался умеренными температурами и неравномерным распределением осадков. В феврале средняя температура воздуха составила 7,9°C, сумма осадков достигла 107,3 мм. Март был немного прохладнее (5,1°C) с увеличением количества осадков до 125,6 мм. В апреле произошло значительное потепление до 12,6°C, количество осадков снизилось до 100,5 мм. Таким образом, 2022 год отличался умеренными температурами и относительно равномерным распределением осадков, с небольшим увеличением в марте. 2023 год выделялся более высокими температурами и значительными колебаниями в количестве осадков. В феврале средняя температура составила 4,6°C, что ниже, чем в 2022 году, сумма осадков достигла рекордных 351,7 мм. Март был значительно теплее (9,7°C) с осадками (123,6 мм) близкими к уровню 2022 года. В апреле температура повысилась до 13,3°C, количество осадков увеличилось до 175,6 мм. Этот год отличался дождливым февралем, теплым мартом и увеличением осадков в апреле. В феврале 2024 года средняя температура достигала 9,4°C, что являлось самым высоким показателем за четыре года, сумма осадков составила 60 мм. Март также был теплым (10,1°C) с умеренным количеством осадков (71,4 мм). В апреле зафиксирован рекордный показатель температуры (16,9°C) и крайне низкое количество осадков (5,9 мм). Таким образом, 2024 год характеризовался теплой зимой, теплой весной и формированием засушливых условий к апрелю. В 2025 году

зафиксирована самая высокая средняя температура января (8,0°C) и самая низкая температура февраля (2,4°C) и апреля (11,5°C). При этом апрель характеризовался самым высоким показателем среднемесячной влажности воздуха (80,3%), и высоким уровнем осадков (118,9 мм). Таким образом 2025 год характеризовался резким контрастом температур в зимнее время, умеренно теплой весной и высокими показателями увлажненности апреля.

Начало развития тириотеций в 2022 году пришлось на 80 сутки при отсчете с 1 февраля, в 2023 на 45, в 2024 году на 63, в 2025 на 55-е сутки. Между показателями погодных условий и продолжительностью периода покоя тириотеций был выполнен корреляционный анализ (таблица 20).

Таблица 20 – Показатели погодных условий в зимне-весенний период развития тириотеций и их корреляция с продолжительностью их созревания

Показатель	2022	2023	2024	2025	Коэффициент корреляции Спирмена (r) *
Суток до созревания от 1 февраля	80	45	63	55	-
Средняя температура января, °C	5,4	7,3	6,5	8,0	-0,8
Средняя температура февраля, °C	7,9	4,6	9,4	2,4	0,6
Средняя температура марта, °C	5,1	9,7	10,1	11,0	-0,4
Средняя температура апреля, °C	12,6	13,3	16,9	11,5	0,0
Средняя влажность января, %	73,3	62,7	73,0	67,3	1,0
Средняя влажность февраль, %	70,2	68,8	67,8	64,2	0,4
Средняя влажность марта, %	64,1	77,6	71,4	63,6	-0,4
Средняя влажность апреля, %	70,8	72,6	64,6	80,3	-0,6
Сумма осадков января, мм	421,6	110,6	320,1	102,4	0,8
Сумма осадков февраля, мм	107,3	351,7	60,0	70,5	-0,4
Сумма осадков марта, мм	125,6	123,6	71,4	64,2	0,4
Сумма осадков апреля, мм	100,5	175,6	5,9	118,9	-0,8
Средняя влажность с 1 февраля до созревания, %	68,0	70,3	68,7	63,9	-0,4
Сумма осадков с 1 февраля до созревания, мм	333,4	418,8	131,5	102,9	-0,2
Средняя температура 1 февраля до созревания, °C	7,3	6,5	10,2	6,3	0,6
часов накопленной влажности выше 95%	36	48	57	114	-0,4
* между показателями погодных условий и количеством дней до начала созревания плодовых тел					

Проведенный корреляционный анализ выявил значимые зависимости между продолжительностью периода созревания плодовых тел грибов и комплексом метеорологических параметров. Наибольшее влияние на ускорение процесса созревания оказывало повышение температурных показателей января ($r = -0,8$) и суммы осадков апреля ($r = -0,8$). Повышение влажности ($r = 1,0$) и осадков ($r = 0,8$) января тормозили развитие тириотециев. В группе факторов с умеренной корреляционной зависимостью ($0,5 < r < 0,8$) выявлены следующие тенденции: повышение температуры и влажности воздуха февраля замедляли процесс созревания, а повышение средней влажности апреля ускоряли. Факторы со слабой корреляцией ($r < 0,5$), включали средние температуры марта, апреля, средние влажность и сумму осадков февраля, марта и периода с 1 февраля до созревания, а так же часы накопленной влажности выше 95% и не оказывали влияния на созревание плодовых тел.

На основании проведенного анализа можно заключить, что ключевыми факторами, определяющими скорость созревания плодовых тел, являются: повышение температуры января при снижении количества осадков и влажности воздуха и увеличение суммы осадков апреля.

В период проведения исследований средняя распространенность мухоседа на яблоне (сорта Флорина, Голд Раш, Моди) в необрабатываемых насаждениях составляла: 81,0 % в 2021 году; 62,1% в 2022 году; 73,6 % в 2023 году; 15,0 % в 2024 году и 74,8 % в 2025.

Летний период 2021 года характеризовался самым низким показателем средней температуры лета – $24,6^{\circ}\text{C}$ за 5 лет исследований, при этом сумма осадков достигала 492,8 мм, что было значительно выше, чем в последующие годы исследований. Средняя влажность воздуха была высокой – 71,4%; гидротермический коэффициент (ГТК) составлял 2,2, сумма градусо-дней (2298,9) была сравнима с показателями 2025 года. В 2022 году средняя температура лета увеличилась до $24,9^{\circ}\text{C}$, что на $0,3^{\circ}\text{C}$ выше, чем в 2021 году, однако сумма осадков резко сократилась до 230 мм, что более чем в два раза меньше, чем в предыдущем году; средняя влажность воздуха также снизилась до 68,4%, ГТК до 1,0, что характеризует лето, как более засушливое; сумма градусо-дней увеличилась до

2331,3, что свидетельствовало о росте тепловой нагрузки. В 2023 году средняя температура лета достигла 25,1 °С, что на 0,2 °С выше, чем в 2022 году; сумма осадков увеличилась по сравнению с предыдущим годом (265,4 мм), но осталась значительно ниже уровня 2021 года; влажность воздуха снизилась до 67,3%, ГТК составлял 1,2; сумма градусо-дней практически не изменилась (2331,6). Лето 2024 года было наиболее жарким и засушливым за весь период наблюдений; средняя температура лета достигла 26,3 °С, что на 1,2 °С выше, чем в 2023 году, и на 1,7 °С выше, чем в 2021 году; сумма осадков сократилась до 108,5 мм, что почти в пять раз меньше, чем в 2021 году; влажность воздуха упала до 64,7%, что является минимальным значением за четыре года; ГТК снизился до 0,4; градусо-дни достигли максимума – 2467,7. Лето 2025 года было прохладнее 2023-2024 года, но сравнимо с температурными показателями 2021-2022 года. Средняя влажность воздуха была самой высокой (71,8%). Сумма осадков за лето (331,4) и ГТК (1,5) превышали значения 2022-2024 гг., но были ниже 2021 года. Показатели градусо-дни (2236,8) за лето были выше 2021-2023 годов, но ниже 2024 г. Для определения зависимости между показателями погодных условий и распространенностью мухоседа в необрабатываемых насаждениях был выполнен корреляционный анализ (таблица 21).

Таблица 21 – Показатели погодных условий в летний период вегетации и их корреляция с распространенностью мухоседа в необрабатываемых насаждениях яблони

Погодный показатель	Период наблюдений	2021	2022	2023	2024	2025	Коэффициент корреляции Спирмена (r) *
1	2	3	4	5	6	7	8
Распространенность патогена на плодах, %	Вегетационный период	81,0	62,1	73,6	15,0	74,8	-
Средняя температура, °С	июнь	21,4	23,1	22,9	24,3	20,4	-0,9
	июль	26,1	26,2	24,2	27,7	26,2	-0,6
	август	26,3	27,3	28,1	26,7	26,2	-0,5
	лето	24,6	24,9	25,1	26,3	24,3	-0,8
Средняя влажность, %	июнь	75,8	71,6	72	69,5	80,5	0,9
	июль	67,8	67,6	69,8	64,3	72,6	0,7
	август	70,7	66,0	60,2	60,3	62,4	0,5
	лето	71,4	68,4	67,3	64,7	71,8	0,8

Продолжение таблицы 21							
1	2	3	4	5	6	7	8
Часы накопленной влажности выше 95%	лето	264	195	267	111	126	0,5
Часы накопленной влажности выше 90%	лето	309	249	282	123	387	0,9
Сумма осадков, мм	июнь	129,2	55,9	64,3	21,6	187,0	0,9
	июль	206,2	106,7	201,1	55,1	64,0	0,7
	август	157,4	67,4	0	31,8	80,4	0,7
	лето	492,8	230,0	265,4	108,5	331,4	1,0
ГТК	апрель	3,1	2,6	4,4	0,1	3,4	0,6
	май	1,3	1,8	1,5	1,3	1,2	–0,4
	июнь	2,0	0,8	0,9	0,4	3,1	0,9
	июль	2,6	1,4	2,7	0,6	0,8	0,5
	август	1,9	0,8	0	0,4	1,0	0,7
	лето	2,2	1,0	1,2	0,4	1,5	1,0
Градусо-дни, °C×сут	июнь	659,4	709,1	696,3	742,6	610,7	–0,9
	июль	813,5	762,5	753,6	881,3	812,8	–0,1
	август	826,1	859,7	881,8	843,9	813,3	–0,5
	лето	2298,9	2331,3	2331,6	2467,7	2236,8	–0,8
	от 1 июня до первых симптомов	1156,3	1238,9	1125,9	1757,7	1115,7	–0,7
* между показателями погодных условий и распространенностью патогена на плодах в необрабатываемых насаждениях							

Установлена сильная отрицательная корреляция между средними температурами июня ($r = -0,9$) и средней температурой за лето ($r = -0,8$) и распространенностью мухоседа на плодах в урожае. Значимую обратную зависимость наблюдали так же для суммы градусо-дней в июне ($r = -0,9$) и за лето ($r = -0,8$). Увеличение средней влажности воздуха в июне ($r = 0,9$), июле ($r = 0,7$) и в среднем за лето ($r = 0,8$) увеличивали вредоносность заболевания, влажность воздуха в августе влияла слабо ($r = 0,5$). Количество осадков за лето прямо коррелировало с распространенностью патогена ($r = 1,0$), в большей степени влияли осадки июня ($r = 0,9$), июль и август влияли в меньшей степени ($r = 0,7$). Аналогичную ситуацию отмечали с ГТК за лето ($r = 1,0$), где наибольшее влияние имели показатели июня ($r = 0,9$). Часы накопленной влажности выше 90% за летний период так же положительно сказывались на распространенности мухоседа ($r = 0,9$).

Таким образом наиболее благоприятными для мухоседа являлись погодные условия, характеризующиеся: пониженными температурными показателями в начале вегетационного периода (особенно в июне), повышенной относительной влажности воздуха, обильным выпадением осадков и высокими значениями ГТК. Жаркая и засушливая погода, особенно в раннелетний период, существенно ограничивала распространенность заболевания [33].

Согласно литературным данным, поражение плодов тем выше, чем дольше вегетационный период развития яблони. В ходе фитосанитарных обследований заболевание было зафиксировано на сортах осеннего и зимнего сроков созревания: Старкримсон, Гала, Либерти, Рэд Чив, Голд Раш, Ренет Симиренко, Моди, Флорина, Голден Делишес, Джонаголд. На плодах яблонь летнего срока созревания развитие мухоседа не отмечали. В течение проведения исследований заболевание отмечали на сливе и алыче [37] (рисунок 19).

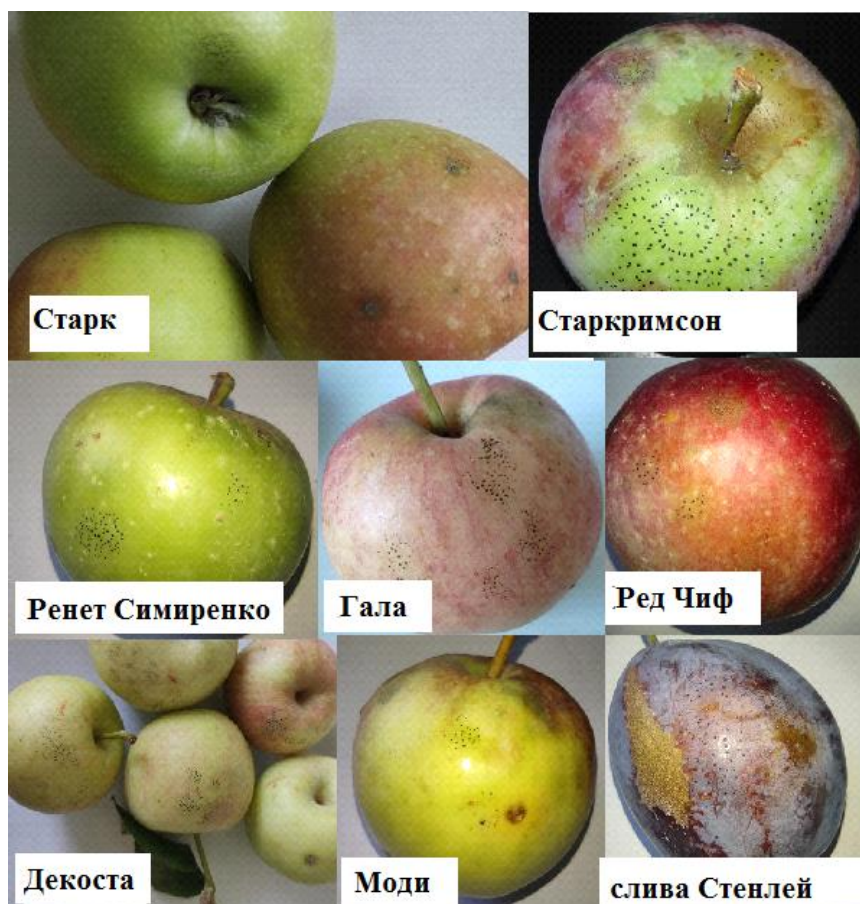


Рисунок 19 – Плоды яблони и сливы, с симптомами мухоседа

Таким образом установлена возможность сохранения возбудителя мухоседа на широком круге растений-хозяев. На территории Черноморской зоны садоводства Краснодарского края основным резерватом является ежевика. Созревание тириотециев начинается в марте – апреле, скорость созревания определяется в большей степени температурами и количеством осадков в январе; повышением влажности воздуха и увеличением суммы осадков в апреле. Разлет аскоспор происходит с апреля-мая и заканчивается в июне. Первые симптомы отмечаются через 71-98 суток с начала разлета аскоспор, как правило во второй-третьей декаде июля. Повышение среднесуточных температур в массовый разлет аскоспор (июнь) негативно влияет на распространенность мухоседа в урожае, в то время как повышение влажности воздуха и количества осадков влияет положительно. Сорта среднего и позднего сроков созревания наиболее подвержена заражению.

3.5 Оценка биологической эффективности фунгицидов в отношении возбудителей SBFS

3.5.1 Лабораторный скрининг фунгицидов различного генеза на антифунгальную активность в отношении *Schizothyrium* spp.

Первый лабораторный скрининг пестицидов на антифунгальную активность проводился с 4 изолятами, один из которых был выделен с обрабатываемых плодов (изолят 1S4.4) и три с необрабатываемых (изоляты 1S2, 3S1.2, 5S1). В опыте было использовано 10 химически синтезированных препаратов, и 2 биологических, характеристики препаратов представлены в приложении А. Культуры

выдерживали в термостате при 24 °С. Измерение роста и оценка биологической эффективности проводили на 30-е сутки. Результаты представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Скрининг пестицидов на антифунгальную активность против различных изолятов возбудителей мухоседа

Препарат	Изолят 1S2		Изолят 1S4.4		Изолят 3S1.2		Изолят 5S1	
	Диаметр колонии, мм	БЭ, %	Диаметр колонии, мм	БЭ, %	Диаметр колонии, мм	БЭ, %	Диаметр колонии, мм	БЭ, %
контроль для хим.фунгицидов	20,8±2,3	-	27,6±2,3	-	23,5±9,7	-	18,0±2,3	-
Строби, ВДГ (стандарт) (500 г/кг крезоксим–метила)	1,5±1,7	92,8	24,4±8,3	11,8	10,4±1,2	55,9	1,0±0,7	94,4
Геокс, ВДГ(стандарт) (500 г/кг флудиоксонила)	0,3±0,5	98,8	12,4±8,5	55,2	13,4±11,5	43,1	2,0±0,7	88,9
Грануфло, ВДГ (800 г/кг тирама)	0	100	2,1±0,8	92,3	3,0±0,8	87,2	3,0±0,7	83,3
Митар, ВДГ (800 г/кг тирама)	0	100	0,3±0,7	99,1	0,4±0,5	98,4	0	100
Полирам ДФ, ВДГ (700 г/кг метирама)	10,3±4,7	50,6	14,3±3,2	48,4	16,6±1,8	29,3	1,8±0,4	90,3
Антракол, ВДГ (700 г/кг пропионеба)	0	100	0	100	0	100	0	100
Зато, ВДГ (500 г/кг трифлуксистеробина)	0,3±0,5	98,8	0,6±0,5	97,7	0,4±0,5	98,4	2,0±0,7	88,9
Беллис, ВДГ (252 г/кг боскалида + 128 г/кг пираклостробина)	0,8±0,5	96,4	4,4±1,3	84,2	1,0±0	95,7	1,0±0,7	94,4
Мерпан, СП (500 г/кг каптана)	0	100	4,3±1,7	84,6	1,6±2,3	93,1	1,5±0,5	91,7
Хорус, ВДГ (750 г/кг ципродинила)	0,3±0,5	98,8	0,9±0,6	96,8	0,3±0,5	98,9	2,0±0,0	88,9
НСР₀₅	1,7	-	3,8	-	4,6	-	1,4	-
контроль для биол. фунгицидов	35,5±8,5	-	42,3±0,6	-	32,3±0,6	-	23,0±3,0	-
Фитоспорин-М, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> , штамм 26 Д титр не менее 1 млрд живых клеток и спор/мл)	33,3±5,7	6,1	50,0±7,0	0	43,7±12,6	0	16,0±2,0	30,4
Бактофит, СК (<i>Bacillus subtilis</i> , штамм ИПМ 215 БА–10000 ЕА/мл титр не менее 2 млрд спор/мл)	24,3±7,6	31,5	47,3±2,5	0	40,0±17,6	0	21,0±2,0	8,7
НСР₀₅	18,9	-	8,3	-	28,6	-	4,6	-

По результатам опыта было установлено, что фунгицид Антракол, ВДГ продемонстрировал 100%-ную эффективность против всех протестированных изолятов (1S2, 1S4.4, 3S1.2, 5S1), высокая эффективность была отмечена у препаратов Митар, ВДГ 98,4–100%, Грануфло, ВДГ 83,3–100% и Мерпан, СП 84,6–100%, Зато, ВДГ 88,9–98,8%, Беллис, ВДГ 84,2–96,4 % и Хорус, ВДГ 88,9–98,8%. Строби, ВДГ был высокоактивен против изолятов 1S2 (92,8%) и 5S1 (94,4%), но не эффективен против 1S4.4 (11,8%) и 3S1.2 (55,9%). Геокс, ВДГ подавлял изоляты

1S2 (98,8%) и 5S1 (88,9%), но его действие против 1S4.4 (55,2%) и 3S1.2 (43,1%) оказалось недостаточным. Полирам ДФ, ВДГ продемонстрировал низкую эффективность против изолятов 1S2, 1S4.4 и 3S1.2 (29,3–50,6%), однако проявил высокую активность против изолята 5S1 (90,3%). Микробиологические препараты показали отсутствие эффекта против всех изолятов [32]. Изображения эксперимента представлены в приложение Е.

Изоляты, выделенные с интактных яблонь, в среднем были более восприимчивы к химическим фунгицидам, по сравнению с изолятом, выделенным с обрабатываемой яблони. В связи с чем, для дальнейших исследований было отобрано пять изолятов возбудителей мухоседа, выделенных с обрабатываемых яблонь: 1S4.1, 1S4.4, 1S3.5, 1S3.8 и 1S3.12 и был проведен скрининг еще 11 фунгицидов различных химических групп (таблица 23).

Таблица 23 – Скрининг пестицидов на антифунгальную активность против изолятов возбудителей мухоседа, выделенных с обрабатываемых яблонь

Препарат	1S4.4		1S4.1		1S3.5		1S3.8		1S3.12	
	Диаметр колоний, мм	БЭ, %	Диаметр колоний, мм	БЭ, %	Диаметр колоний, мм	БЭ, %	Диаметр колоний, мм	БЭ, %	Диаметр колоний, мм	БЭ, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Контроль	25,3±4,4	-	27,0±2,0	-	33,1±1,6	-	27,5±4,5	-	23,5±5,0	-
Строби, ВДГ (стандарт) (500 г/кг крезоксим–метила)	12,0±0,5	52,5	23,0±2,5	14,8	23,5±2,0	29,1	32,8±5,1	0	21,0±2,0	10,6
Скор, КЭ (250 г/л дифеноконазола)	0,3±0,4	99,0	0	100	1,0±0,5	97,0	0,3±0,4	99,1	0	100
Цидели Топ, ДК (125 г/л дифеноконазола + 15 г/л цифлутенамида)	0,3±0,4	99,0	0,5±0,5	98,1	1,5±0,5	95,5	1,5±1,5	94,5	0,3±0,4	98,9
Пирус, КС (400 г/л пириметанила)	0	100	0	100	0	100	0	100	1,8±2,6	92,6
Медея, МЭ (50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола)	0,5±0,5	98,0	0	100	0	100	1,5±1,5	94,5	0,3±0,4	98,9
Делан, ВГ (700 г/кг дитианона)	12,3±1,3	51,5	23,8±2,4	12,0	23,0±2,3	30,6	21,0±1,0	23,6	15,3±1,4	35,1
Миравис, СК (200 г/л пидифлуметофена)	1,8±0,8	93,1	1,0±0,5	96,3	0,9±0,7	97,4	0,8±0,8	97,3	1,5±0,5	93,6

Продолжение таблицы 23										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Луна Транквилити, КС (375 г/л пириметанила + 125 г/л флуопирама)	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
Ширма, КС (500 г/л флуазилама)	1,5±1,0	94,1	0	100	0,9±0,4	97,4	4,0±1,0	85,5	0,3±0,4	98,9
Кумулус ДФ, ВГД (800 г/кг серы)	-	-	14,0±0	48,1	22,8±2,3	31,3	-	-	-	-
Купидон Голд, СП (770 г/кг меди гидроксида)	6,0±3,0	76,2	7,5±3,5	72,2	7,0±1,3	78,9	1,3±0,9	95,5	6,3±0,9	73,4
НСР₀₅	3,1	-	3,0	-	1,8	-	4,4	-	3,4	-

Препарат Луна Транквилити, КС продемонстрировал 100% эффективность против всех изолятов. Высокие показатели антифунгальной активности также проявили препараты: Скор, КЭ (99,1–100%), Цидели Топ, ДК (94,5–99,0%), Пирус, КС (92,6–100%), Медея, МЭ (98,0–100%), Миравис, СК (93,1–97,4%) и Ширма, КС (85,5–100%). Купидон Голд, СП продемонстрировал высокую биологическую эффективность (95,5%) против изолята 1S3.8, против остальных изолятов эффективность была ниже 80%. Строби, ВДГ, выбранный в качестве стандарта, проявил низкую эффективность против всех изолятов (0–52,2%), как и препарат Делан, ВГ (12,0–51,5%). Кумулус ДФ, ВДГ проявил низкую эффективность против изолятов 1S4.1 (48,1%) и 1S3.5 (31,3%), против остальных изолятов оценить эффективность препарата не удалось ввиду контаминации этих вариантов опыта плесневыми грибами. Изображения эксперимента представлены в приложение Ж.

Для мелкоделяночного полевого опыта было отобрано десять препаратов, проявивших высокую эффективность против изолятов мухоседа, выделенных с промышленных насаждений: Антракол, ВДГ (700 г/кг пропинеба); Луна Транквилити, КС (375 г/л пириметанила + 125 г/л флуопирама); Митар, ВДГ (800 г/кг тирама); Медея, МЭ (50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола); Зато, ВДГ (500 г/кг трифлостробина), Хорус, ВДГ (750 г/кг ципродинила); Ширма, КС (500 г/л флуазилама); Грануфло, ВДГ (800 г/кг тирама); Мерпан, СП (500 г/кг каптана); Беллис, ВДГ (252 г/кг боскалида + 128 г/кг пираклостробина).

3.5.2 Мелкоделяночный полевой опыт по оценке антифунгальной активности пестицидов в отношении комплекса SBFS

При проведении мелкоделяночного опыта, препараты эффективные против изолятов возбудителей мухоседа в лабораторных условиях, тестировали в полевых условиях на эффективность в отношении всего комплекса SBFS. В результате мелкоделяночного полевого опыта установлена высокая эффективность исследуемых препаратов по сравнению с контролем и стандартом, в качестве которого был выбран препарат Строби, ВДГ, на основании его регистрации для борьбы с мухоседом, согласно Государственному реестру пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2022 году. Результаты опыта представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Эффективность исследуемых препаратов против комплекса SBFS в условиях мелкоделяночного полевого опыта, яблоня сорта Флорина, 2022 г.

Вариант опыта	Норма Применения Препарата, л, кг/га	Кратность обработок	10.09.22 (уборка урожая)			Урожай с 1 дерева		Стандартность, %			
			P, %	R, %	БЭ, %	кг	% к контролю	высший	1 сорт	2 сорт	нестандарт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Антракол, ВДГ (700 г/кг пропинеба)	2,25	2	2,0	0,4	98,6	12,0	100	98	2	0	0
Луна Транквилити, КС (375 г/л пириметанила + 125 г/л флуопирама)	1,20	2	1,0	0,6	99,3	12,3	103	99	1	0	0
Митар, ВДГ (800 г/кг тирама)	3,00	2	3,0	0,2	98,0	12,7	106	97	3	0	0
Грануфло, ВДГ (800 г/кг тирама)	3,00	2	7,0	3,8	87,1	12,3	111	93	4	0	3
Медея, МЭ (50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола)	1,20	2	4,0	1,4	95,2	13,0	108	96	4	0	0
Зато, ВДГ (500 г/кг трифлористробиона)	0,15	2	5,0	1,6	94,6	12,7	106	95	2	3	0
Хорус, ВДГ (750 г/кг ципродинила)	0,30	2	6,0	1,2	95,9	12,0	100	94	6	0	0

Продолжение таблицы 24											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширма, КС (500 г/л флуазинама)	0,75	2	2,0	0,4	98,6	13,3	106	98	1	1	0
Мерпан, СП (500 г/кг каптана)	3,00	2	6,0	3,0	89,8	12,7	103	94	0	0	6
Беллис, ВДГ (252 г/кг боскалида + 128 г/кг пираклостробина)	0,80	2	5,0	2,6	91,2	12,7	106	95	4	1	0
Строби, ВДГ (стандарт) (500 г/кг крезоксим– метила)	0,20	2	29,0	16,4	44,2	12,3	111	71	8	1	20
Контроль (без обработки)	-	-	38,0	29,4	-	12,0	100	62	12	2	24
НСР ₀₅						3,1					

Биологическая эффективность препаратов Антракол, ВДГ; Луна Транквилити, КС; Митар, ВДГ; Медея, МЭ; Зато, ВДГ; Хорус, ВДГ; Ширма, КС; Беллис, ВДГ была выше 90%, у препаратов Грануфло, ВДГ и Мерпан, СП выше 80%, у стандарта Строби, ВДГ эффективность составила 44,2%. Во всех вариантах опыта не отмечено существенных различий в количестве урожая, однако показатели качества значительно варьировали между исследуемыми препаратами (93-99% плодов высшего сорта) и показателями стандартного (71% плодов высшего сорта) и контрольного (62% плодов высшего сорта) вариантов [39].

3.6 Биологическая, экологическая и экономическая эффективность системы защиты яблоневого сада против комплекса SBFS

Высокая вредоносность SBFS инфекции в первые была отмечена в вегетационный период 2021 года. От 1 до 10% пораженных плодов яблони фиксировали в Центральной зоне садоводства Краснодарского края, от 20 до 50% в Предгорной (Майкопский и Горячеключевской районы) и Черноморской (Туапсинский район) зонах садоводства. Максимальное поражение в 50% было зафиксировано в СХ АО «Новомихайловское» на участке сорта Флорина, в связи с чем на нем в дальнейшем проводили испытания экспериментальных систем

защиты. Система защиты яблони сорта Флорина в 2021 году представлена на рисунке 20 и в приложение Б.

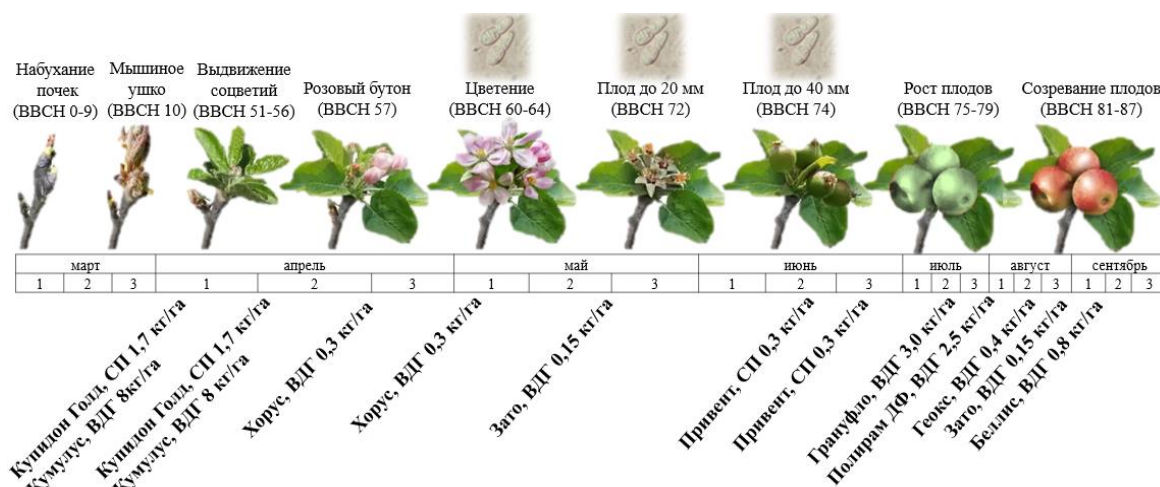


Рисунок 20 – Система защиты яблони сорта Флорина в 2021 году в СХ АО «Новомихайловское»

Поскольку сорт Флорина считается иммунным к парше яблони, количество пестицидных обработок в вегетационный период сокращается по сравнению с восприимчивыми сортами. Основная часть защитных мероприятий проводится в ранневесенний и поздне-летний периоды. В то же время, в ходе наших исследований было установлено, что период разлета аскоспор мухоседа, как правило, начинается с апреля-мая (совпадает с фазой цветения культуры) и продолжается до конца июня (совпадает с фазой роста плодов). Поскольку возбудители SBFS комплекса являются эктофитными патогенами, заражение плодов яблони не может происходить раньше формирования завязи, при этом возможность заражения завязи диаметром до 10 мм подтверждена лабораторным опытом. Анализ системы защиты 2021 года позволяет заключить, что высокому развитию заболевания способствовало снижение количества пестицидных обработок с фазы «окончание цветения» (BBCH 65) до «рост плодов» (BBCH 74-75). Согласно данным литературного обзора, большинство авторов склоняется к тому, что массовое заражение плодов происходит в начале сезона, однако перезаражение конидиальной стадией в середине вегетационного периода не исключается, в связи с чем при адаптации системы защиты, изменения вносили в период от формирования завязи в конце цветения (как самый ранний возможный

период заражения), до уборки урожая. Для составления системы защиты отбирали препараты, показавшие свою эффективность в мелкоделяночном полевом опыте.

В виду высоких потерь урожая в 2021 году, стандартная система защиты хозяйства была изменена к вегетационному периоду 2022 года, в период разлета аскоспоровой инфекции мухоседа были добавлены препараты, показавшие высокую эффективность в лабораторном опыте, также в систему было включено несколько дополнительных обработок в период цветения по сопутствующим объектам (бактериозы, гнили сердцевин, антракнозы). Производственный полевой опыт проводился в 2023-2024 годах, экспериментальную систему защиты строили с использованием препаратов, показавших высокую эффективность в мелкоделяночном полевом опыте, при выборе учитывали экологическое влияние пестицидов на человека и окружающую среду. Отличия в вариантах опыта начинались с фазы формирования завязи. В качестве Стандарт 2 была выбрана система, аналогичная стандартной системе защиты хозяйства с 2022 года, но исключаящей обработки, проводимые против комплекса SBFS в период от формирования завязи до третьей декады июня (конец разлета аскоспор). В экспериментальной системе защиты были выбраны более экологически безопасные препараты, не уступающие по эффективности препаратам в стандартной системе защиты хозяйства. Полная система защиты представлена в приложении Б. Все варианты опыта сравнивали с контролем, без обработок в течение сезона. Результаты опыта представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Оценка биологической эффективности различных систем защиты яблоневого сада в отношении комплекса SBFS, АО СХ «Новомихайловское», сорт Флорина, 2023-2024 г.

Год	Вариант опыта	Р, %	R, %	БЭ, %	Урожайность яблони, т/га	Стандартность, %			
						высший	1	2	нестандарт
2023	Вариант	0	0	100	27,9	98	2	0	0
	Стандарт 1	0	0	100	28,1	99	1	0	0
	Стандарт 2	17,0	8,8	85,4	26,6	80	7	2	11
	Контроль	68,9	60,4	-	14,3	25	1	19	55
НСР₀₅:					3,8				
2024	Вариант	0	0	100	25,4	100	0	0	0
	Стандарт 1	0	0	100	25,2	99	1	0	0
	Стандарт 2	2,5	0,8	98,7	24,9	97	1	2	0
	Контроль	10,4	7,9	-	10,2	26	12	19	43
НСР₀₅:					4,4				

В результате проведенного производственного полевого опыта можно сделать вывод, что включение в систему защиты сада фунгицидов, эффективных в отношении SBFS комплекса, в период разлета аскоспор мухоседа (фаза развития культуры от ВВСН 71 (диаметр плодов до 10 мм) до ВВСН 75–76 (50–60% от сортотипичного размера плодов достигнуто)) позволяет защитить до 100% урожая от поражения сажистой пятнистостью и мухоседом., в то время как отсутствие обработок в этот период снижает эффективность защитных мероприятий до уровня 85,4% в годы благоприятные для развития заболевания. Однако в годы, погодные условия которых негативно влияют на развитие комплекса SBFS все системы защиты демонстрируют высокую эффективность по сравнению с контролем.

Комплекс SBFS не снижает количество урожая, и его вредоносность в первую очередь проявляется в снижении качества получаемой продукции. К плодам яблони для продажи в свежем виде согласно ГОСТ 34314-2017 [16] предъявляются следующие требования, касающиеся дефектов кожицы:

Для плодов высшего сорта допускаются незначительные дефекты кожицы. У плодов первого сорта допускается наличие дефектов общей площадью не более 1 см² (кроме пятен парши). Для второго сорта суммарная площадь поражения не должна превышать 2,5 см². При этом, в урожае высшего сорта допустимо до 5,0 % яблок первого и второго сорта (при этом второй сорт не должен превышать 0,5%), для яблок первого сорта допустимо 10% плодов второго сорта из которых не более 1% нестандартных плодов. Для яблок второго сорта допустимо до 10% не соответствующих требованиям плодов.

Согласно методике оценки степени пораженности плодов комплексом SBFS, балл **1** присваивается при наличии поражения до 1см², что соответствует требованиям 1 сорта, балл шкалы **2** соответствует требованиям к второму сорту. Плоды с баллом поражения **3 и более** определяются как нестандартные плоды, не пригодные для продажи в свежем виде. Таким образом, для прохождения урожая к требованиям высшего сорта, не более 5% урожая может иметь симптомы SBFS, оцениваемые не выше 1 балла (допустимо 0,5% плодов с поражением на 2 бала),

таким показателям соответствует распространенность заболевания не выше 5%, при развитии не более 1,1%. Для прохождения урожая по требованиям к первому сорту, не более 10% урожая может иметь поражение SBFS не выше 1 балла (допустим 1 % плодов, оцененных на 2 балла), таким показателям соответствует распространенность до 10% при развитии не более 2,2%. Для удовлетворения требований второго сорта, до 10% урожая может иметь поражение SBFS, оцениваемое на любой балл шкалы. Таким образом для оценки экономической эффективности необходимо учитывать следующие показатели (таблица 26):

Таблица 26 – Критерии качественной оценки урожая при поражении SBFS комплексом

Сорт	Характеристика сорта по признаку допустимости дефектов кожицы	Соответствующая распространенность и развитие заболевания	Дополнительные условия
Высший	не более 5 % плодов 1 сорта из которых до 0,5 % относится ко 2 сорту	до 5 % распространенности, при развитии не более 1,1%	максимальный возможный балл поражения для плодов 1 сорта - 1, для плодов второго сорта – 2, плоды с более высоким баллом поражения относятся к нестандартным
1	не более 10 % плодов второго сорта из которых до 1 % нестандарт	до 10 % распространенности, при развитии не более 2,2 %	
2	до 10 % плодов, относящихся к нестандарту	до 10 % распространенности при любом значении развития	максимальный балл поражения от 1 до 5.

Результаты оценки экономической эффективности позволяют сделать вывод, что поражение плодов комплексом SBFS, выращиваемых для продажи в свежем виде, влечет за собой серьезные финансовые потери. Включение в систему защиты сада препаратов, эффективных в отношении SBFS, в период разлета аскоспор (фаза развития культуры от формирования завязи до начала роста плодов) позволяет защитить до 100% урожая от поражения сажистой пятнистостью и мухоседом, в годы высокой вредоносности заболевания (рентабельность **варианта** – 44,8 %, **стандарта 1** – 44,9%, **стандарта 2** – 27,7%). В годы, неблагоприятные для развития инфекции, разработанная система защиты не несет дополнительных финансовых нагрузок (рентабельность **варианта** – 58,3 %, **стандарта 1** – 57,2%, **стандарта 2** – 57,7%). Экспериментальная система защиты оказывала меньшую экологическую нагрузку на почву (**вариант** – 31516,5 п/л доза * Т50 /га, мг; **стандарта 1** –

43819,8 п/л доза * Т50 /га, мг; **стандарта 2** – 40438,1 п/л доза * Т50 /га, мг)
(таблица 27).

Таблица 27 – Оценка экономической эффективности экспериментальной и стандартных систем защиты сада против комплекса SBFS

Показатель	2023			2024		
	Вариант	Стандарт 1	Стандарт 2	Вариант	Стандарт 1	Стандарт 2
Урожайность яблони, т/га	27,9	28,1	26,6	25,4	25,2	24,9
Плоды высшего сорта, %	98	99	80	100	99	97
Плоды 1 сорта, %	2	1	7	0	1	1
Плоды 2 сорта, %	0	0	2	0	0	2
Нестандартные плоды, %	0	0	11	0	0	0
плоды высшего сорта, т/га	27,3	27,8	21,3	25,4	24,9	24,2
плоды 1 сорта, т/га	0,6	0,3	1,9	0	0,3	0,2
плоды 2 сорта, т/га	0	0	0,5	0	0	0,5
Нестандартные плоды, т/га	0	0	2,9	0	0	0
Затраты на производство, тыс. руб./га – всего,	1193,0	1201,6	1173,2	1123,5	1120,8	1100,6
Из них затраты на защиту, тыс. руб./га	65,3	70,9	65,3	90,9	91,1	75,3
Средняя цена реализации, руб./кг:						
плоды высшего сорта	62,0	62,0	62,0	70,0	70,0	70,0
плоды 1 сорта, %	58,3	58,3	58,3	62,5	62,5	62,5
плоды 2 сорта, %	50,3	50,3	50,3	58,4	58,4	58,4
нестандартные плоды, %	15,0	15,0	15,0	10,0	10,0	10,0
Выручка от продаж, тыс. руб./га	1727,7	1741,2	1498,6	1778,0	1762,1	1735,4
Прибыль от продаж, тыс. руб./га	534,8	539,5	325,4	654,5	641,3	634,8
Экономическая эффективность (рентабельность продукции), %	44,8	44,9	27,7	58,3	57,2	57,7
Экологическая нагрузка на почву, (п/л доза * Т50 /га, мг)	31516,5	43819,8	40438,1	31516,5	43819,8	40438,1

Таким образом, разработанная экспериментальная система защиты показала высокую биологическую и экономическую эффективность, при сниженной экологической нагрузки, в связи с чем к 2025 году она была апробирована в СХ АО «Новомихайловское», что подтверждает акт внедрения, представленный в приложении 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Мухосед является доминирующим типом SBFS комплекса в садах Черноморской (51,0 – 76,0 % от общего числа колоний) и Предгорной (до 52,0 %) зон садоводства Краснодарского края, в Прикубанской зоне садоводства преобладает сажистая пятнистость (до 81,2 %).

2. В результате молекулярно-генетической идентификации изолятов возбудителей мухоседа с использованием объединенных последовательностей локусов внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS), фактора элонгации трансляции (TEF) и актина (ACT) впервые было установлено, что на территории Краснодарского края, мухосед вызывается двумя патогенами: *Schizothyrium wisconsinense* и *S. cylindricum*.

3. Установлено, что в культуре *in vitro* *S. cylindrica* отличается низкой скоростью роста (0,7-1,1 мм/сутки) и интенсивностью споруляции (до 5000 спор/мл), формированием плотных, мелкозернистых, врастающих в агар колоний. Конидии изолята продолговато вытянутые, с перегородкой, с средним размером (11)16–19(22) × 3–8 мкм. Изоляты *S. wisconsinensis* характеризуются более высокой скоростью роста (1,1-2,5 мм/сутки) и интенсивностью споруляции (до 151250 спор/мл). Колонии формируются с объёмным воздушным мицелием, конидии изолятов реже округлые одиночные, чаще двойные с перетяжкой по центру, с средним размером (10)14–16(20) × 4–7 мкм.

4. Доказано, что *Schizothyrium* sp. сохраняется в виде тириотециев на широком спектре растений резерваторов, основными из которых являются: дерен, ежевика, ива, клекачка, и шиповник; в годы проведения исследований начало созревания плодовых тел отмечалось в период со второй декады марта (2023) до третьей декады апреля (2022). Разлет аскоспор длился от полутора до двух месяцев, и начинался в начале-середине мая; инкубационный период продолжался от 77 до 98 суток от начала лета аскоспор.

5. Оценена антифунгальная активность фунгицидов различного генеза в отношении *Schizothyrium* sp. в лабораторных условиях. Высокая эффективность (от 84 до 100%) отмечена у препаратов: Антракол, ВДГ (700 г/кг пропинеба); Луна

Транквилити, КС (375 г/л пириметанила + 125 г/л флуопирама); Митар, ВДГ (800 г/кг тирама); Медея, МЭ (50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола); Зато, ВДГ (500 г/кг трифлуксистробина); Хорус, ВДГ (750 г/кг ципродинила); Ширма, КС (500 г/л флуазионама); Грануфло, ВДГ (800 г/кг тирама); Мерпан, СП (500 г/кг каптана); Беллис, ВДГ (252 г/кг боскалида + 128 г/кг пираклостробина); Скор, КЭ (250 г/л дифеноконазола); Цидели Топ, ДК (125 г/л дифеноконазола + 15 г/л цифлуфенамида); Пирус, КС (400 г/л пириметанила); Миравис, СК (200 г/л пидифлуметофена). Препараты, отобранные для дальнейших испытаний (Антракол, ВДГ; Луна Транквилити, КС; Митар, ВДГ; Медея, МЭ; Зато, ВДГ; Хорус, ВДГ; Ширма, КС; Грануфло, ВДГ; Мерпан, СП; Беллис, ВДГ), показали высокую биологическую эффективность в полевых условиях (87,1–99,3%), кроме стандарта Строби, ВДГ (500 г/кг крезоксим–метила) (44,2%). Во всех вариантах опыта не отмечено существенных различий в количестве урожая, однако показатели качества значительно варьировали между исследуемыми препаратами (93-99% плодов высшего сорта) и показателями стандартного (71% плодов высшего сорта) и контрольного (62% плодов высшего сорта) вариантов.

6. Включение в систему защиты сада фунгицидов, эффективных в отношении SBFS, в период разлета аскоспор мухоседа (фаза развития культуры от ВВСН 71 (диаметр плодов до 10 мм) до ВВСН 75–76 (50–60% от сорботипичного размера плодов достигнуто)) позволяет защитить до 100% урожая от поражения сажистой пятнистостью и мухоседом, в годы высокой вредоносности заболевания (рентабельность экспериментальной системы защиты – 44,8 %, системы защиты применяемой в хозяйстве – 44,9%, системы защиты хозяйства, без включения обработок против комплекса SBFS – 27,7%); в годы, неблагоприятные для развития инфекции, не несет дополнительных финансовых нагрузок (рентабельность экспериментальной системы защиты – 58,3 %, система защиты применяемая в хозяйстве – 57,2%, системы защиты хозяйства, без включения обработок против комплекса SBFS – 57,7%). Экспериментальная система защиты оказывала меньшую экологическую нагрузку на почву (вариант – 31516,5 п/л доза * Т50 /га, мг; стандарта 1 – 43819,8 п/л доза * Т50 /га, мг; стандарта 2 – 40438,1 п/л доза * Т50 /га, мг).

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для определения оптимальных сроков проведения защитных мероприятий против комплекса SBFS необходимо осуществлять мониторинг развития плодовых тел мухоседа или другого доминирующего представителя комплекса. Применение фунгицидов, эффективных по комплексу SBFS обосновано в период разлета аскоспор, но не раньше начала формирования завязи у яблони.

2. Для борьбы с комплексом SBFS в систему защиты сада рекомендовано включать следующие фунгициды: Антракол, ВДГ (700 г/кг пропинеба); Луна Транквилити, КС (375 г/л пириметанила + 125 г/л флуопирама); Митар, ВДГ (800 г/кг тирама); Медея, МЭ (50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола); Зато, ВДГ (500 г/кг трифлуксистробина); Хорус, ВДГ (750 г/кг ципродинила); Ширма, КС (500 г/л флуазинома); Беллис, ВДГ (252 г/кг боскалида + 128 г/кг пираклостробина) в рекомендуемых нормах применения.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшая разработка темы может быть связана со следующими приоритетными направлениями: молекулярно-генетическая идентификация коллекции изолятов возбудителей мухоседа для поиска новых видов возбудителей и анализа распространения уже известных видов на территории России; разработка методик выделения возбудителей сажистой пятнистости и создание коллекции изолятов; видовая идентификация возбудителей сажистой пятнистости на территории России; углубленное изучение морфологических типов проявления комплекса SBFS на плодах с поиском различий между схожими группами и их связи с установленными грибами-возбудителями; поиск экологизированных способов борьбы с комплексом SBFS; адаптация или разработка систем прогноза развития заболеваний в регионах распространения болезней.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БЭ – биологическая эффективность

ВГ – водорастворимые гранулы

ВДГ – водно-диспергируемые гранулы

ВНИИГМИ-МЦД – Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных

ВРК – водорастворимый концентрат

ГА – голодный агар

ГТК – гидротермический коэффициент

ДК – дисперсионный концентрат

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

Ж – жидкость

КГА – картофельно-глюкозный агар

Кра – среда Крабиля

КС – концентрат суспензии

КуА – кукурузный агар

КЭ – концентрат эмульсии

ЛД50 – средняя доза вещества, вызывающая гибель половины особей в исследуемой группе

М-ПА – медо-пептонный агар

МЭ – масляная эмульсия

НСР – наименьшая существенная разница

ОА – овсяный агар

ОвА – овощной агар

ПЦР – полимеразная цепная реакция

РА – рисовый агар

СА – солодовый агар

СК – суспензионный концентрат

СП – смачивающийся порошок

СХ АО – сельскохозяйственное акционерное общество

ТА – томатный агар

ЧА – среда Чапека

ЭН – экологическая нагрузка

ЯГА – яблочно – глюкозный агар

GDD (Growing Degree Days) – градусо-дни роста

MFS (major Facilitator Superfamily) – мембранные транспортеры

SBFS (sooty blotch and flyspeck) – комплекс сажистой пятнистости и мухоседа

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астапчук, И. Л. Антифунгальная активность действующих веществ современных биофунгицидов по отношению к возбудителям гнили сердцевины плодов яблони / И. Л. Астапчук, Г. В. Якуба, Н. А. Марченко // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2021. – Т. 33. – С. 63–68.
2. Атажанова, Е. В. Анализ состояния и мировые тенденции выращивания и селекции яблони / Е. В. Атажанова, Л. А. Лукичева // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2021. – № 3(160). – С. 76–85.
3. Атлас лучших сортов плодовых и ягодных культур Краснодарского края / редкол.: Г. В. Еремин и др.. – Краснодар : СКЗНИИСиВ, 2008. – 103 с.
4. База данных № 2025621124: Морфолого-культуральные признаки различных штаммов мухомоса (*Schizothyrium* sp., *Zygophiala* sp.): Заявка № 2025620737 от 11.03.2025 : зарегистрировано в реестре: 13.03.2025 / Л.О. Марченко, М.Е. Подгорная; заявитель и правообладатель: ФГБНУ Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия. – 58 с.
5. Балыкина, Е. Б. Особенности защиты яблоневых садов в Крыму / Е. Б. Балыкина, Л. П. Ягодинская, Т. С. Рыбарева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 105. – С. 124–129.
6. Балыкина, Е. Б. Плодовые насаждения Крыма: фитосанитарное состояние, проблемы, защита / Е. Б. Балыкина, Л. П. Ягодинская, Д. А. Корж // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2023. – № 149. – С. 9–15.
7. Балыкина, Е. Б. Эффективность дерново-перегнойной системы содержания почвы и биологизированных методов защиты в интенсивном саду яблони (*Malus domestica* Borkh.) на юге России / Е. Б. Балыкина, О. Е. Клименко, Т. С. Рыбарева // Садоводство и виноградарство. – 2024. – № 2. – С. 30–38.

8. Белошапкина, О. О. Использование агрохимикатов и биопрепаратов для защиты яблони и груши от парши / О. О. Белошапкина // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2014. – № 51. – С. 267–272.
9. Белошапкина, О. О. Мониторинг грибных болезней сортов яблони и груши / О. О. Белошапкина, Д. Н. Митин, Л. В. Фролова // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: Материалы Второй Всероссийской конференции с международным участием. – Москва: ИЛ СО РАН, 2019. – С. 23–24.
10. Бербеков, В. Н. Сравнительная оценка роста и плодоношения сортов яблони разного иммунологического статуса на склонах в предгорной зоне КБР / В. Н. Бербеков, Ж. Х. Бакуев, М. Н. Шогенова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2011. – Т. 28, № 1. – С. 53–58.
11. Бережнев, И.Е. Определитель грибов на плодах и семенах древесных и кустарниковых пород / И.Е. Бережнев, Г.Р. Ибрагимов, В.И. Потлайчук. – М., Изд-во с.-х. лит-ры, журн. и плакатов, 1962. – 416 с.
12. Боев, В. Р. Методы экономических исследований в агропромышленном производстве / В.Р. Боев. – М.: Россельхозакадемия, 1999.
13. Быстрая Г.В. Внедрение устойчивых сортов – основа снижения пестицидного пресса / Г.В. Быстрая // Тезисы докладов и выступлений на международной научно-практической конференции «Новые сорта и технологии возделывания плодовых и ягодных культур для садов интенсивного типа». – Орел: ВНИИСПК, 2000. – С. 33–34.
14. Быстрая Г.В. Пути экологизации интенсивной технологии выращивания яблони в садовых агроценозах Кабардино-Балкарии / Г.В. Быстрая // Повышение устойчивости в многолетних агроценозах на основе экологизации систем защиты от вредных организмов: научные труды ГнУ СКЗНИИСИВ. – 2013. – Т. 2. – С. 37–40.
15. Быстрая, Г. В. Основные направления экологизации интенсивной технологии выращивания яблони в садовых агроценозах Кабардино-Балкарии /

Г. В. Быстрая, В. Н. Бербеков, Э. Б. Алхасов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 3. – С. 61–70.

16. ГОСТ - 34314-2017. Межгосударственный стандарт. Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле. – Дата введения 2018-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 26 с.

17. Государственный реестр пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению в РФ / Министерство сельского хозяйства РФ. – М., 2025.

18. Дементьева, М.И. Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении / М.И. Дементьева, М.И. Выгонский. – Москва.: «ВО Агропромиздат», 1988. – 232 с.

19. Драгавцева, И. А. Ресурсный потенциал земель Краснодарского края для возделывания плодовых культур: монография / И. А. Драгавцева, И. Ю. Савин, С. В. Овечкин. – Краснодар, 2005. – 136 с.

20. Ефимова, И. Л. Устойчивость сортов яблони к грибным заболеваниям на юге России / И. Л. Ефимова, Г. В. Якуба // Плодоводство и ягодоводство России. – 2010. – Т. 24, № 2. – С. 403–409.

21. Захаренко, В.А. В стороне от реальной жизни / В.А. Захаренко, Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов // Защита и карантин растений. – 2000. – № 6. – С. 27–29.

22. Зинченко, В. А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность : учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб.заведений / В. А. Зинченко. – М.: КолосС, 2012. – 247 с.

23. Иванова, О. В. Защита яблони от бактериальных болезней в Крыму / О. В. Иванова, Е. Б. Балыкина, Л. П. Ягодинская // Защита растений от вредных организмов: материалы 10-й междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2021. – С. 156–158.

24. Иванова, О. В. Развитие парши яблони в Крыму / О. В. Иванова, Е. Б. Балыкина // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – Т. 148. – С. 96–108.

25. Исаева, Е.В. Атлас болезней плодовых и ягодных культур / Е.В. Исаева. – К.: «Урожай», 1977. – 160 с.

26. Карпун, Н. Н. Анализ комплекса вредных организмов в агроценозах южных плодовых культур во влажных субтропиках России / Н. Н. Карпун, Е. В. Михайлова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 130. – С. 321–334.
27. Касатов, И. С. Агроклиматический анализ условий развития парши яблони и фитопатологический мониторинг в плодовом саду Московской области / И. С. Касатов, О. О. Белошапкина, А. А. Хохлов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 3. – С. 96–114.
28. Климатология / О. А. Дроздов, В. А. Васильев, Н. В. Кобышева [и др.]. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
29. Колесова Д.А. Бактериальные и грибковые болезни плодовых и ягодных культур. Меры борьбы. / Д.А. Колесова, П.Г. Чмырь // Воронеж: ООО фирма «Элист». – 2018. – С. 44–90.
30. Кочетков, В. М. Адаптивный и экологический потенциал устойчивых и иммунных к основным грибным болезням сортов яблони и их производственные показатели / В. М. Кочетков, С. А. Слепков // Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России : материалы международной научно-практической конференции. –Орел: ВНИИСПК, 2008 – С. 132–135.
31. Майбородин, С. В. Анализ урожайности различных по срокам созревания сортов яблони в приазовской зоне Ростовской области / С. В. Майбородин // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4(50). – С. 17–22.
32. Марченко, Л. О. Активность фунгицидов против мухоседа *in vitro* / Л. О. Марченко, М. Е. Подгорная // Защита и карантин растений. – 2025. – № 3. – С. 36–37.
33. Марченко, Л. О. Биологические особенности развития мухоседа (*Schizothyrium sp.*) на территории Краснодарского края / Л. О. Марченко // Садоводство и виноградарство. – 2025. – № 3. – С.33–40.

34. Марченко, Л. О. Распространение и места резервации *Schizothyrium pomi* (Mont. & Fr.) Arx в садах яблони Краснодарского края / Л. О. Марченко, М. Е. Подгорная // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2022. – Т. 35. – С. 95–97.

35. Марченко, Л.О. Адаптированная методика оценки поражения мухоседом *Schizothyrium spp.* (Mont. & Fr.) Arx.) и определения запаса зимующей инфекции : методические рекомендации / Л.О. Марченко, М.Е. Подгорная. – Современные инструментальные и полевые методы исследований плодовых культур и винограда, продуктов их переработки. – Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 2024. – С. 240–247.

36. Марченко, Л.О. Биоэкологические особенности *Schizothyrium pomi* (Mont. & Fr.) Arx в насаждениях яблони Черноморской зоны Краснодарского края / Л.О. Марченко // Защита растений от вредных организмов: материалы 11-й междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2023. – С. 252–254.

37. Марченко, Л.О. Вредоносность заболевания «мухосед» (*Schizothyrium pomi* (MONT. & FR.) ARX) в насаждениях яблони Краснодарского края / Л.О. Марченко, М.Е. Подгорная // Современная микология в России. – Т. 9. Материалы 5-го Съезда микологов России. – М.: Национальная академия микологии, 2022. – С. 293–294

38. Марченко, Л.О. Методика оценки распространения и развития комплекса сажистых грибов и мухоседа (SBFS) : методические рекомендации / Л.О. Марченко, М.Е. Подгорная. – Современные инструментальные и полевые методы исследований плодовых культур и винограда, продуктов их переработки. – Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 2024. – С. 248–254.

39. Марченко, Л.О. Оценка биологической эффективности фунгицидов в отношении мухоседа (*Schizothyrium sp.*) в насаждения яблони черноморской зоны Краснодарского края / Л.О. Марченко // Материалы 12-й Международная науч.-практич. конфер. «Защита растений от вредных организмов» – г. Краснодар, КГАУ, 2025. – С. 251–253.

40. Марченко, Л.О. Развитие зимующей инфекции *Schizothyrium pomi* (Mont. & fr.) Arx. в черноморской зоне Краснодарского края / Л.О. Марченко, М.Е. Подгорная // Научные Труды СКФНЦСВВ. – Т. 37. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2023. – С. 143–145.
41. Марченко, Л.О. Сажистая пятнистость и мухосед на плодах яблони: этиология, видовое разнообразие и биологические особенности / Л. О. Марченко, М. Е. Подгорная // Микология и фитопатология. – 2025. – №59(1). – С. 12–21.
42. Марченко, Л.О. Увеличение вредоносности *Schizothyrium pomi* (Mont. & Fr.) в яблоневых агроценозах юга России / Л.О. Марченко // Сборник докладов 11- ой Международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем». – Краснодар: «ЭДВИ», 2022. – С. 268–272.
43. Марченко, Л.О. Частота встречаемости различных типов сажистой пятнистости и мухоседа в яблоневых агроценозах Краснодарского края / Л.О. Марченко, М.Е. Подгорная // Современная микология в России. – Т. 10. : Материалы международного микологического форума. М.: Национальная академия микологии, 2024. – С. 261–262.
44. Марченко, Н. А. Изменение структуры микопатоксикоза возбудителей болезней хранения плодов яблони / Н. А. Марченко, Г. В. Якуба // Защита растений от вредных организмов: материалы 10-й междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2021. – С. 228-231.
45. Марченко, Н. А. Оценка эффективности фунгицидов против возбудителей гнилей плодов яблони в период хранения / Н. А. Марченко, Г. В. Якуба // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2020. – Т. 29. – С. 170–177.
46. Мережко, О. Е. Анализ современного сортимента и динамики выращивания яблони (*Malus domestica* Borkh.) в садоводстве России / О.Е. Мережко, Е.В. Аминова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – № 3 (78). – С. 94–100.

47. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Российская академия сельскохозяйственных наук государственное научное учреждение всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений. – Санкт-Петербург : Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН, 2009. – 379 с.

48. Пидопличко, Н.М. Грибы-паразиты культурных растений: Определитель / Н.М. Пидопличко. – К.: «Наукова думка», 1977. – Т.2. – 287 с.

49. Попушой, И.С. микрофлора плодовых деревьев СССР / И.С. Попушой. – М.: «Наука», 1971. – 465 с.

50. Расписание погоды RP5.ru. – URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения: 07.05.2025).

51. Ренгартен, Г. А. Внедрение в российское садоводство иммунных к парше сортов яблони – основа экологизации / Г. А. Ренгартен // международный форум молодых исследователей : сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Петрозаводск, 2022. – С. 321–325.

52. Семенова, А.Я. Определитель паразитарных грибов на плодах и семенах культурных растений / А.Я. Семенова, Л.П. Абрамова, М.К. Хохряков. – Л.: Колос. Ленингр. отделение, 1980. – 302 с.

53. Система плодовогодства в зональной специфике Краснодарского края (культура яблони) : Методические рекомендации / Е.А Егоров, Т. Г. Причко, И. А. Драгавцева [и др.]. – Краснодар : ГНУ Северо–Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства Россельхозакадемии, Департамент сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края, 2007. – 118с.

54. Словарь-справочник фитопатолога изд. 2-е, дополненное. Под ред. Д- ра биол. Наук, проф. П.Н. Головина. – Л., отделение издательства «Колос», 1967. – 384 с.

55. Современные тенденции формирования комплексов вредных организмов в агроценозах садовых культур на юге России / М. Е. Подгорная,

С. В. Прах, Г. В. Якуба [и др.] // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем : материалы международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2022. – С. 305–312.

56. Соколов, О. В. Развитие органического садоводства в России / О. В. Соколов // Наука и Образование. – 2022. – Т. 5, № 2. – 6 с.

57. Специализированные массивы для климатических исследований ВНИИГМИ-МЦД. – URL: <http://aisori.meteo.ru/> (дата обращения: 25.11.2024).

58. Трейвас, Л. Ю. Болезни и вредители плодовых растений: Атлас-определитель. – 3-е изд., испр. и доп. / Л.Ю. Трейвас, О.А. Каштанова. – М.: ООО «Фитон XXI», 2022. – 352 с.

59. ФГБУ «Госсорткомиссия» : реестр селекционных достижений. – Москва. – URL: https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/lorina-yablonya-9051392/?phrase_id=1739494 (дата обращения: 27.02.2026).

60. Формирование устойчивых пато- и энтомосисем садовых агроценозов / М. Е. Подгорная, Г. В. Якуба, С. Р. Черкезова [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2011. – № 12(6). – С. 107–118.

61. Шаповалов, М. Ю. Фунгициды в борьбе с основными болезнями яблони в условиях Ростовской области / М. Ю. Шаповалов, В. А. Хилевский // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов : Материалы VIII международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2017. – С. 511–515.

62. Экологизация защиты яблони от парши на основе биологических особенностей возбудителя болезни / М. Е. Подгорная, Н. А. Москалева, Н. Н. Дмитренко, Д. Д. Науменко // АгроФорум. – 2023. – № 4. – С. 22–23.

63. Экологизация интенсивных садов яблони за счет внедрения иммунных к парше сортов / Е. Н. Седов, Т. В. Янчук, С. А. Корнеева, М. А. Макаркина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4(63). – С. 8–17.

64. Якуба, Г. В. Борьба с болезнями яблони с помощью фунгицидов компании "Сингента" / Г. В. Якуба // Защита и карантин растений. – 2017. – № 11. – С. 27–29.
65. Якуба, Г. В. Видовая структура комплекса микромицетов, возбудителей гнили сердцевины плодов яблони Краснодарского края / Г. В. Якуба, И. Л. Астапчук, А. И. Насонов // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2019. – № 60(6). – С. 148–162.
66. Якуба, Г. В. Защита яблони от мучнистой росы в условиях погодных стрессов / Г. В. Якуба // Защита и карантин растений. – 2018. – № 7. – С. 44–46.
67. Якуба, Г. В. Методологические подходы к разработке параметрических моделей фитосанитарно устойчивых агроценозов яблони и сливы / Г. В. Якуба, И. Г. Мищенко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 63(3). – С. 217–239.
68. Якуба, Г. В. Основные способы антропогенного управления микопатосистемами яблони в условиях фитосанитарной дестабилизации / Г. В. Якуба // Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. – 2015. – Т. 7. – С. 178–184.
69. Якуба, Г. В. Структура патогенного комплекса возбудителей микозов наземной части растения яблони в условиях изменения климата / Г. В. Якуба // Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – Т. 5. – С. 151–157.
70. Якуба, Г. В. Технологии защиты яблони от болезней с применением отечественных фунгицидов / Г. В. Якуба // Садоводство и виноградарство. – 2016. – № 4. – С. 33–39.
71. Ячевский, А.А. Определитель грибов, Т.2 Несовершенные грибы / А.А. Ячевский. – СПб., 1917. – 963 с.

72. A kaolin-based particle film suppresses certain insect and fungal pests while reducing heat stress in apples / A. L. Thomas, M. E. Muller, B. R. Dodson [et al.] // Journal of the American Pomological Society. – 2004. – V. 58. – P. 42.
73. A new species of *Zygophiala* associated with the flyspeck complex on apple from China / Y. Ma, R. Zhang, G. Sun, H. Zhu [et al.] // Mycological Progress. – 2010. – V. 9. – P. 151–155.
74. A new view of sooty blotch and flyspeck / M. L. Gleason, J. C. Batzer, G. Sun [et al.] // Plant Disease. – 2011. – V. 95. – P. 368–383.
75. Adaptation of an apple sooty blotch and flyspeck warning system for the Upper Midwest United States / K. B. Duttweiler, M. L. Gleason, P. M. Dixon [et al.] // Plant Disease. – 2008. – V. 92. – P. 1215–1222.
76. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics / T. J. White, T. Bruns, S. Lee, J. Taylor // PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. – 1990. – P. 315–322.
77. Ancestral state reconstruction infers phytopathogenic origins of sooty blotch and flyspeck fungi on apple / S. I. Ismai, J. C. Batzer, T. C. Harrington [et al.] // Mycologia. – 2016. – V. 108. – P. 292–302.
78. Andrews, J. H. Methionine-riboflavin and potassium bicarbonate polymer sprays control apple flyspeck and sooty blotch / J. H. Andrews, J. K. O'Mara, P. S. McManus // Plant Health Progress. – 2001. – V. 2. – P. 7.
79. Avocado, banana, carambola and mango are hosts of members of the sooty blotch and flyspeck complex / J. M. Martinez, J. C. Batzer, R. Ploetz [et al.] // Phytopathology. – 2009. – V. 99. – P. 102.
80. Baines, R. C. Pathogenicity and hosts of the flyspeck fungus of apple (Abstr.) // Phytopathology. – 1940. – V. 30. – P. 2.
81. Belding, R. D. Epicuticular wax of apple and its relationship to sooty blotch incidence and captan retention: diss. ... Ph.D.: [specialist]/ R. D. Belding. – North Carolina State University, 1996.

82. Biological control of apple fruit diseases by *Chaetomium globosum* formulations containing a carbon source (Abstr.) / R. F. Davis, P. A. Backman, R. Kabana, N. Kokalis-Burelle // *Phytopathology*. – 1991. – V. 81. – P. 1152.
83. Brown, E. M. An empirical model for predicting the first symptoms of sooty blotch and flyspeck of apples / E. M. Brown, T. B. Sutton // *Plant Disease*. – 1995. – V. 79. – P. 1165–1168.
84. Brown, E. M. Control of sooty blotch and flyspeck of apple with captan, mancozeb, and mancozeb combined with dinocap in dilute and concentrate applications / E. M. Brown, T. B. Sutton // *Plant Disease*. – 1986. – V. 70. – P. 281–284.
85. Brown, E. M. Time of infection of *Gloeodes pomigena* and *Schizothyrium pomi* on apple in North Carolina and potential control by an eradicant spray program / E. M. Brown, T. B. Sutton // *Plant Disease*. – 1993. – V. 77. – P. 451–455.
86. Carbone, I. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes / I. Carbone, L. M. Kohn // *Mycologia*. – 1999. – V. 91, № 3. – P. 553–556.
87. Colby, A. S. Sooty blotch of pomaceous fruits // *Transactions of the Illinois State Academy of Science*. – 1920. – V. 13. – P. 139–175.
88. Compact genome of the Antarctic midge is likely an adaptation to an extreme environment / J. L. Kelley, J. T. Peyton, A.-S. Fiston-Lavier [et al.] // *Nature Communications*. – 2014. – V. 5. – P. 4611.
89. Comparative genome analysis reveals adaptation to the ectophytic lifestyle of sooty blotch and flyspeck fungi / C. Xu, R. Zhang, G. Sun [et al.] // *Genome Biology and Evolution*. – 2017. – V. 9. – P. 31–51.
90. Control of flyspeck (*Schizothyrium pomi*) on *Actinidia arguta* kiwifruit / C. E. McKenna, R. A. Fullerton, S. J. Dobson [et al.] // *New Zealand Plant Protection*. – 2012. – V. 65. – P. 213–217.
91. Cooley, D. R. Maturation of Thyriothecia of *Schizothyrium pomi* on the Reservoir Host *Rubus allegheniensis* / D. R. Cooley, M. Susan, F. M. Arthur // *Plant Disease*. – 2007. – V. 91. – P. 136–141.

92. Cooley, D. R. Summer pruning as a method for reducing flyspeck disease on apple fruit / D. R. Cooley, J. W. Gamble, W. R. Autio // *Plant Disease*. – 1997. – V. 81. – P. 1123–1126.
93. Detection of sooty blotch and flyspeck fungi colonizing reservoir host plants / K. Hemnani, J. C. Batzer, A. Díaz [et al.] // *Phytopathology*. – 2007. – V. 97. – P. 46.
94. Diversity and biogeography of sooty blotch and flyspeck fungi on apple in the eastern and midwestern United States / A. Díaz, J. C. Batzer, T. C. Harrington [et al.] // *Phytopathology*. – 2010. – V. 100. – P. 345–355.
95. Diversity of fungi causing flyspeck signs on apple in China (Abstr.) / G. Y. Sun, R. Zhang, H. Y. Li [et al.] // *Phytopathology*. – 2008. – V. 98. – P. 153.
96. Diversity of sooty blotch and flyspeck fungi from apples in northeastern Turkey / D. A. Mayfield, A. Karakaya, J. C. Batzer [et al.] // *Plant Pathology*. – 2013. – V. 135. – P. 805–815.
97. Diversity of sooty blotch and flyspeck fungi on cider apples in Spain / J. C. Batzer, M. P. Marcos, J. M. S. Jennifer [et al.] // *PhytoFrontiers*. – 2022. – V. 2. – P. 289–306.
98. Duggar, B. M. Sooty blotch and flyspeck of apple and other plants. *Leptothyrium pomi* (Mont. & Fr.) Sacc. // *Fungous Diseases of Plants*. – 1909. – P. 367–369.
99. Effect of temperature and nutrient concentration on the growth of six species of sooty blotch and flyspeck fungi / J. C. Batzer, S. H. Rincon, D. S. Mueller [et al.] // *Phytopathologia Mediterranea*. – 2010. – V. 49. – P. 3–10.
100. Efficacy of Armicarb (potassium bicarbonate) against scab and sooty blotch on apples / L. Tamm, T. Amsler, H. Schärer, M. Refardt // *Proceedings of the 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing*. – Weinsberg, Germany: FÖKO, 2006. – P. 87–92.
101. Efficacy of kaolin-based particle films to control apple diseases / D. M. Glenn, T. van der Zwet, G. J. Puterka // *Plant Health Progress*. – 2001.

102. Ellis, M. A. Evaluations of organic and conventional fungicide programs for control of apple scab, 1990 / M. A. Ellis, L. V. Madden, L. L. Wilson // Fungicide and Nematicide Tests. – 1991. – V. 46. – P. 8–9.
103. Evaluating the performance of a relative humidity–based warning system for sooty blotch and flyspeck in Iowa / H. Rosli, D. A. Mayfield, J. C. Batzer [et al.] // Plant Disease. – 2017. – V. 101. – P. 1721–1728.
104. Evaluation of postharvest removal of sooty blotch and flyspeck on apples using sodium hypochlorite, hydrogen peroxide with peroxyacetic acid, and soap / J. C. Batzer, M. L. Gleason, B. Weldon [et al.] // Plant Disease. – 2002. – V. 86. – P. 1325–1332.
105. Expansion of the sooty blotch and flyspeck complex on apples based on analysis of ribosomal DNA gene sequences and morphology / J. C. Batzer, M. L. Gleason, T. C. Harrington [et al.] // Mycologia. – 2005. – V. 97. – P. 1268–1286.
106. First report of five sooty blotch and flyspeck fungi on *Prunus americana* in the United States / J. Latinovic, J. C. Batzer, K. B. Duttweiler [et al.] // Plant Disease. – 2007. – V. 91. – P. 1685.
107. First report of sooty blotch and flyspeck fungi on hawthorn in China / Y. H. Li, R. Zhang, G. Y. Sun [et al.] // Plant Disease. – 2009. – V. 93. – P. 670.
108. Four species of *Zygophiala* (Schizothyriaceae, Capnodiales) are associated with the sooty blotch and flyspeck complex on apple / J. C. Batzer, M. M. Arias, T. C. Harrington [et al.] // Mycologia. – 2008. – V. 100, № 2. – P. 246–258.
109. Fungi in the apple sooty blotch and flyspeck complex from Serbia and Montenegro / M. M. Ivanović, S. M. Ivanović, J. C. Batzer [et al.] // Plant Pathology. – 2010. – V. 92. – P. 65–72.
110. Genome sequence of the ectophytic fungus *Ramichloridium luteum* reveals unique evolutionary adaptations to plant surface niche / B. Wang, X. Liang, M. L. Gleason [et al.] // BMC Genomics. – 2017. – V. 18. – P. 729.
111. Genomic mechanisms accounting for the adaptation to parasitism in nematode–trapping fungi / T. Meerupati, K.-M. Andersson, E. Friman [et al.] // PLoS Genetics. – 2013. – V. 9, № 11. – P. e1003909.

112. Glazebrook, J. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens / J. Glazebrook // *Annual Review of Phytopathology*. – 2005. – V. 43. – P. 205–227.
113. Gleason, M. L. Performance of Skybit data input to a disease–warning model for sooty blotch and flyspeck, 1998 / M. L. Gleason, N. Zriba, P. A. Domoto // *Fungicide and Nematicide Tests*. – 1999. – V. 54. – P. 6.
114. Grabowski, M. An investigation of the date of sooty blotch primary infection and duration of incubation period for selected apple cultivars / M. Grabowski, B. Wrona // *Folia Horticulturae*. – 2004. – V. 16. – P. 73–77.
115. Groves, A. B. A study of the sooty blotch disease of apples and causal fungus *Gloeodes pomigena* / A. B. Groves // *Virginia Agricultural Experiment Station Bulletin*. – 1933. – V. 50. – P. 1–43.
116. Groves, A. B. Sooty blotch and flyspeck / A. B. Groves // *Plant Diseases*. – 1953. – P. 663–666.
117. Hane, J. K. RIPCAL: a tool for alignment–based analysis of repeat–induced point mutations in fungal genomic sequences / J. K. Hane, R. P. Oliver // *BMC Bioinformatics*. – 2008. – V. 9. – P. 478.
118. Hickey, K. D. Sooty blotch and flyspeck suppression with two late–season fungicide sprays / K. D. Hickey // *Fungicide and Nematicide Tests*. – 1977. – V. 34. – P. 8–9.
119. Hickey, K. D. The sooty blotch and fly speck diseases of apple with emphasis on variation within *Gloeodes pomigena* (Schw.) Colby : diss. ... Ph.D.: [specialist] / K. D. Hickey. – Pennsylvania State University, University Park, 1960.
120. Inoculum and infection dynamics of the sooty blotch and flyspeck complex of apples in southern Brazil / P. Spolti, R. M. Valdebenito–Sanhueza, M. L. Gleason, E. M. Del Ponte // *Journal of Plant Pathology*. – 2011. – V. 93. – P. 497–501.
121. International Union of Pure and Applied Chemistry Pesticides Properties DataBase. – URL: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm>

122. Johnson, E. M. Etiology of apple sooty blotch disease and temperature and relative humidity effects on development of the fungi in the associated complex : diss. ... Ph.D.: [specialist] / E. M. Johnson. – North Carolina State University, Raleigh, 1994.
123. Johnson, E. M. Etiology of apple sooty blotch disease in North Carolina / E. M. Johnson, T. B. Sutton, C. S. Hodges // *Phytopathology*. – 1997. – V.87. – P. 88–95.
124. Johnson, E. M. *Peltaster fructicola*: A new species in the complex of fungi causing apple sooty blotch disease / E. M. Johnson, T. B. Sutton, C. S. Hodges // *Mycologia*. – 1996. – V. 88. – P. 114–120.
125. Johnson, E. M. Response of two fungi in the apple sooty blotch complex to temperature and relative humidity / E. M. Johnson, T. B. Sutton // *Phytopathology*. – 2000. – V. 90. – P. 362–367.
126. Kirby, R. S. Relation of rainfall to occurrence of apple scab and sooty blotch (Abstr.) // *Phytopathology*. – 1954. – V. 44. – P. 495.
127. Kiyomoto, R. K. Effects of *Trichoderma harzianum* strain T-22 on control of sooty blotch and flyspeck of apple, 1998 / R. K. Kiyomoto // *Biological and Cultural Tests*. – 1999. – V. 14. – P. 44.
128. Lamson, H. H. Some fungus diseases of plants and their treatment / H. H. Lamson // *Bulletin of the Agricultural Experiment Station*. – 1894. – V. 19. – P. 7–11.
129. Latham, A. J. Incidence and control of sooty blotch and flyspeck on apples in Alabama / A. J. Latham, M. H. Hollingsworth // *Auburn University Agricultural Experiment Station Bulletin*. – 1973. – V. 208.
130. Lerner, S. M. Studies on the biology and epidemiology of *Schizothyrium pomi*, causal agent of flyspeck disease of apple : diss. ... MSc: [specialist] / S. M. Lerner. – University of Massachusetts, Amherst, 1999.
131. Marchenko, L. O. Sooty Blotch and Flyspeck on Apples: Etiology, Species Diversity, and Biology / L. O. Marchenko, M. E. Podgornaya // *Biology Bulletin Reviews*. – 2025. – V. 15 (S2). – P. S124–S132.

132. Marchenko, L.O. First report on *Schizothyrium wisconsinense* and *Schizothyrium cylindricum* as new pathogens causing flyspeck on apple in Russia / L.O. Marchenko, M.E. Podgornaya, D.V. Karpova // Mycology and phytopathology. – 2026. – V. 60. (№1). – P. 99–106.
133. Mayfield, D. A. First report of sooty blotch and flyspeck fungi on cucurbit crop hosts / D. A. Mayfield, J. C. Batzer, M. L. Gleason // Phytopathology. – 2011. – V. 101. – P. S2.6.
134. Mayr, U. Sooty blotch of apple: Efficacy of different application strategies / U. Mayr, S. Späth // Ecofruit – Proceedings of the 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit Growing. – Weinsberg, Germany: FÖKO, 2008. – P. 82–86.
135. Mayr, U. Sooty blotch research – a progress report / U. Mayr, S. Späth, S. Buchleither // Ecofruit – Proceedings of the 14th International Conference on Organic Fruit Growing. – Weinsberg, Germany: FÖKO, 2010. – P. 70–77.
136. Microcyclospora and Microcyclosporella: novel genera accommodating epiphytic fungi causing sooty blotch on apple / J. Frank, P. W. Crous, J. Z. Groenewald [et al.] // Persoonia. – 2010. – V. 24. – P. 93–105.
137. Molecular and morphological analysis reveals five new species of *Zygophiala* associated with flyspeck signs on plant hosts from China / J. C. Batzer, H. G. Chen, L. Gao [et al.] // PLoS ONE. – 2014. – V. 9, № 10. – P. e110717.
138. Molecular Detection and Characterization of *Fusarium sporotrichioides* based on ITS2 rDNA Polymorphism / E. A. M. Al-Sanae, A. I. Shehata, A. H. Bahkali [et al.] // International Journal of Science and Research Methodology. – 2016. – V. 2, № 3. – P. 1–22.
139. Montagne, C. Notice sur les plantes cryptogames récemment découvertes en France // Annales des Sciences Naturelles; Botanique. – 1834. – V. 1. – P. 295–349.
140. MYCOBANK Database : Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks. – URL : <https://www.mycobank.org/>

141. New species and record of *Zygophiala* (Capnodiales, Mycosphaerellaceae) on apple from Montenegro / M. Zhang, L. Gao, S. P. Shang [et al.] // *Phytotaxa*. – 2015. – V. 195, № 3. – P. 227–235.
142. New species and record of *Zygophiala* on apple fruit from China / H. Li, R. Zhang, G. Sun [et al.] // *Mycological Progress*. – 2010. – V. 9. – P. 245–251.
143. Novel fungal genera and species associated with the sooty blotch and flyspeck complex on apple in China and the United States / H. L. Yang, G. Y. Sun, J. C. Batzer [et al.] // *Persoonia*. – 2010. – V. 24. – P. 29–37.
144. Ocamb–Basu, C. M. The effects of pruning on incidence and severity of *Zygophiala jamaicensis* and *Gloeodes pomigena* infections of apple fruit / C. M. Ocamb–Basu, T. B. Sutton, L. A. Nelson // *Phytopathology*. – 1988. – V. 78. – P. 100–103.
145. Occurrence of Sooty Blotch and Flyspeck Disease on Sweet Persimmon in Korea / J.–H. Kwon, J. Kim, O. Choi [et al.] // *Mycobiology*. – 2012. – V. 40, № 3. – P. 210–213.
146. Pandit, P. Prediction of crop yield and pest-disease infestation / Pandit P., Krishnamurthy K.N., Bakshi B // *Intelligent Data-Centric Systems*. – 2022. – V. 22. – P. 375–393.
147. *Peltaster fructicola* genome reveals evolution from an invasive phytopathogen to an ectophytic parasite / C. Xu, H. Chen, M. L. Gleason [et al.] // *Scientific Reports*. – 2016. – V. 6. – P. 22926.
148. Phenology of infection on apple fruit by sooty blotch and flyspeck species in Iowa apple orchards / S. I. Ismai, J. C. Batzer, T. C. Harrington [et al.] // *Plant Disease*. – 2015. – V. 100. – P. 1–8.
149. Ploper, L. D. Modification of leaf microflora by foliar amendments and effects on diseases of tomato, potato, and apple (Abstr.) / L. D. Ploper, P. A. Backman // *Phytopathology*. – 1991. – V. 81. – P. 1152.
150. Relationship between apple fruit epicuticular wax and growth of *Peltaster fructicola* and *Leptodontidium elatius*, two fungi that cause sooty blotch disease / R. D. Belding, T. B. Sutton, S. M. Blankenship [et al.] // *Plant Disease*. – 2000. – V. 84, № 7. – P. 767–772.

151. Rosenberger, D. A. Effect of spray timing on incidence and severity of sooty blotch and flyspeck on Liberty apple, 1989 / D. A. Rosenberger, F. W. Meyer, D. L. Rist // Fungicide and Nematicide Tests. – 1990. – V. 46. – P. 31.
152. Rosenberger, D. A. Timing summer fungicides for sooty blotch and flyspeck, 1996 / D. A. Rosenberger, F. W. Meyer, C. A. Engle // Fungicide and Nematicide Tests. – 1997. – V. 52. – P. 23.
153. Saccardo, P. A. Fungi *gallici lecti* // Michelia. – 1880. – V. 2. – P. 39–135.
154. Selby, A. D. A Condensed Handbook of the Diseases of Cultivated Plants in Ohio / A. D. Selby // Ohio Agricultural Experiment Station Bulletin. – 1900. – V. 121.
155. Selby, A. D. A Condensed handbook of the diseases of cultivated plants in Ohio / A. D. Selby // Ohio Agricultural Experiment Station Bulletin. – 1910. – V. 214. – P. 307–456.
156. Sharp, W. L. Correlation between humidity periods sooty blotch and flyspeck incidence in Virginia apple orchards (Abstr.) / W. L. Sharp, K. S. Yoder // Phytopathology. – 1985. – V. 75. – P. 628.
157. Sheldon, J. L. A report on diseases of the state / J. L. Sheldon // West Virginia Agricultural Experiment Station Bulletin. – 1905. – V. 96.
158. Short communication inoculum and infection dynamics of the sooty blotch and flyspeck complex of apples in southern Brazil / P. Spolti, R. M. Valdebenito-Sanhueza, M. L. Gleason, E. M. Del Ponte // J. Plant Pathol. – 2011. – V. 93. – P. 497–501.
159. Smigell, C. G. Evaluation of fungicide timing for sooty blotch and flyspeck control, 1996 / C. G. Smigell, J. R. Hartman // Fungicide and Nematicide Tests. – 1997. – V. 52. – P. 31.
160. Sooty blotch and flyspeck control with fungicide applications based on calendar, local IPM, and warning system / P. Spolti, R. M. Valdebenito-Sanhueza, M. L. Gleason [et al.] // Pesquisa Agropecuaria Brasileira. – 2011. – V. 46. – P. 697–705.
161. Sooty blotch and flyspeck on mango (*Mangifera indica* L.) caused by Peltaster-like species in Malaysia / K. X. Tham, J. C. Batzer, M. L. Gleason [et al.] // Crop Protection. – 2023. – V. 171. – P. 106288.

162. Spanu, P. D. The genomics of obligate (and nonobligate) biotrophs / P. D. Spanu // *Annual Review of Phytopathology*. – 2012. – V. 50. – P. 91–109.
163. Späth, S. Sensibility of scab-resistant varieties to sooty blotch / S. Späth, U. Mayr // *Proceedings of the 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing*. – Weinsberg, Germany: FÖKO, 2008. – P. 38–40.
164. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (Davidiellaceae, Capnodiales) / K. Bensch, J. Z. Groenewald, J. Dijksterhuis [et al.] // *Studies in Mycology*. – 2010. – V. 67. – P. 1–96.
165. Spólti, P. Macieira (*Malus × domestica* Borkh) no sul do Brasil. / P. Spólti // M.Sc. thesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. – Porto Alegre : Brasi, 2009.
166. Stealth pathogens: The sooty blotch and flyspeck fungal complex / M. L. Gleason, R. Zhang, J. C. Batzer, G. Sun // *Annual Review of Phytopathology*. – 2019. – V. 57. – P. 135–164.
167. *Strelitziana mali*, a new species causing sooty blotch on apple fruit / R. Zhang, H. Yang, G. Sun [et al.] // *Mycotaxon*. – 2009. – V. 110. – P. 477–485.
168. Sutton, T. B. Dispersal of conidia of *Zygophiala jamaicensis* in apple orchards / T. B. Sutton // *Plant Disease*. – 1990. – V. 74. – P. 643–646.
169. Sutton, T. B. Sooty blotch and flyspeck / T. B. Sutton // *Compendium of Apple and Pear Diseases* / eds. A. L. Jones, H. S. Aldwinkle. – St. Paul, MN: American Phytopathological Society, 1990. – P. 20–22.
170. Swartwout, H. G. Spray suggestions for commercial apple orchards / H. G. Swartwout, L. Jenkins, W. R. Martin Jr. // *Missouri Extension Circular*. – 1952. – 611 p.
171. Tamura, K. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11 / K. Tamura, G. Stecher, S. Kumar // *Molecular Biology and Evolution*. – 2021. – V. 38. – P. 3022–3027.
172. Tautz, D. The evolutionary origin of orphan genes / D. Tautz, T. Domazet-Loso // *Nature Reviews Genetics*. – 2011. – V. 12, № 10. – P. 692–702.

173. Temporal patterns in appearance of sooty blotch and flyspeck fungi on apples / J. C. Batzer, A. J. Sisson, T. C. Harrington [et al.] // *Microbial Ecology*. – 2012. – V. 64. – P. 928–941.

174. The imperfect stage of *Microthyriella rubi*, cause of flyspeck of apple (Abstr.) / R. D. Durbin, L. H. Davis, W. C. Snyder [et al.] // *Phytopathology*. – 1953. – V. 43. – P. 470–471.

175. Trapman, M. A simulation program for the timing of fungicides to control sooty blotch in organic apple growing. First results in 2003 / M. Trapman // 11th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit–Growing. – Weinsberg, Germany, 2004.

176. Trapman, M. The effectiveness of winter treatments with copper or lime sulphur to control sooty blotch on apple / M. Trapman, L. Tamm, J. G. Fuchs // *Proceedings of the 11th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit–Growing*. – Weinsberg, Germany: FÖKO, 2004. – P. 67–72.

177. Variability among forecast models for the apple sooty blotch/flyspeck disease complex / D. R. Cooley, D. A. Rosenberger, M. L. Gleason [et al.] // *Plant Disease*. – 2011. – V. 95. – P. 1179–1186.

178. Von Arx, J. A. Ein Beitrag zur Kenntnis der Fliegenfleckenpilze / J. A. Von Arx // *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Series C*. – 1959. – V. 62. – P. 333–340.

179. Wallemia – a genus newly recorded from China / G. Sun, M. Zhang, R. Zhang [et al.] // *Mycotaxon*. – 2006. – V. 95. – P. 277–280.

180. Williamson, S. M. Sooty blotch and flyspeck of apple: etiology, biology, and control / S. M. Williamson, T. B. Sutton // *Plant Disease*. – 2000. – V. 84. – P. 714–724.

181. Wrona, B. Etiology of apple sooty blotch in Poland / B. Wrona, M. Grabowski // *Plant Protection Research*. – 2004. – V. 44. – P. 293–297.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные характеристики используемых в исследовании фунгицидов:

Химический класс	Действующее вещество	Препарат	Класс опасности		Норма применения кг/га, л/га	Срок ожидания	Кратность обработок	ЛД50 (мг/кг)	ДТ50 дни	Срок регистрации
			Для человека	Для пчел						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Неорганические вещества	770 г/кг меди гидроксида	Купидон Голд, СП	3	3	1,5–1,75	20	4	> 489	0,11	31.01.2029 г.
	800 г/кг серы	Кумулус ДФ, ВГД	3	3	4–8	1	6	> 2000	30	26.02.2028 г.
Гуанидины	400 г/л додина	Силлит, КС	2	3	2-2,25	60	4	851	4,7	26.04.2026 г.
Дитиокарбаматы	800 г/кг тирама	Грануфло, ВДГ	3	3	2–3	35	4	> 1800	15,2	03.02.2025 г.
		Митар, ВДГ	3	3	2–3	40	4			21.03.2032 г.
	700 г/кг метирама	Полирам ДФ, ВДГ	2	3	1,5–2,5	60	4	> 5000	1	11.12.2027 г.
	700 г/кг пропинеба	Антракол, ВДГ	2	3	1,9–2,25	50	3	> 5000	4,3	20.01.2031 г.
Стробилурины	500 г/кг крезоксим–метила	Строби, ВДГ	3	3	0,2–0,26	30	3	> 5000	16	22.03.2032 г.
	500 г/кг трифлуксистробина	Зато, ВДГ	3	3	0,14–0,15	14	2	> 5000	7	08.11.2025 г.
Карбоксамиды + Стробилурины	252 г/кг боскалида + 128 г/кг пираклостробина	Беллис, ВДГ	3	3	0,8	10	3–4	> 5000 > 2000	2,2 32	04.12.2026 г.
Фталимиды (производные фталевой кислоты)	500 г/кг каптана	Мерпан, СП	3	3	2,5–3	30	4	> 2000	0,8	27.01.2031 г.
Фенилпирролы	500 г/кг флудиоксонила	Геокс, ВДГ	3	–	0,4	10	2	> 5000	125	02.12.2034 г.
Анилинوپиримидины	750 г/кг ципродинила	Хорус, ВДГ	3	3	0,2	28	2	> 2000	37	14.02.2027 г.
	400 г/л пириметанила	Пирус, КС	3	3	0,75-1,25	30	4	4150	50.9	06.05.2034 г.

Продолжение приложения А										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пиразолкарбоксамиды	200 г/л пидифлуметофена	Миравис, СК	2	3	0,25–0,35	15	2	> 5000	200	21.03.2032 г.
Пиразолкарбоксамиды + Дифениловые эфиры	75 г/л флуксапироксада + 50 г/л дифеноконазола	Серкадис Плюс, КС	3	3	0,8-1	30	3	> 5000 1453	200 149	18.04.2027 г.
Тиокетоны	700 г/кг дитианона	Делан, ВГ	3	3	0,5–0,7	14	5	300	10,5	04.04.2029 г.
Дифениловые эфиры + Амиды	125 г/л дифеноконазола + 15 г/л цифлуфенамида	Цидели Топ, ДК	2	3	0,5–0,7	28	3	1453 > 5000	149 33,8	22.07.2028 г.
Дифениловые эфиры	250 г/л дифеноконазола	Скор, КЭ	3	3	0,15–0,2	20	3	1453	149	22.01.2027 г.
Дифениловые эфиры + Триазолы	50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола	Медея, МЭ	3	3	0,8-1,2	28	4	1453 > 1140	149 1358	31.03.2034 г.
Триазолы	250 г/кг триадимефона	Привент, СП	3	3	0,15-0,2	30	6	300	26	30.06.2029 г.
	250 г/л флутриафола	Флуплант, КС	3	3	0,1-0,15	60	4	> 1140	1358	19.12.2032 г.
Пиридины	500 г/л флуазинама	Ширма, КС	3	3	0,5–0,75	28	3	> 4100	11	09.03.2027 г.
Бензамиды + Анилинопиримидины	375 г/л пириметанила + 125 г/л флуопирама	Луна Транквилити, КС	3	3	0,8–1,2	21	3	4150 2000	50,9 309	04.08.2028 г.
Бактериальные фунгициды	Bacillus subtilis, штамм 26 Д титр не менее 1 млрд живых клеток и спор/мл	Фитоспорин –М,Ж	4	3	2	–	5	–	–	04.11.2029 г.
	Bacillus subtilis, штамм ИПМ 215 БА–10000 ЕА/мл, титр не менее 2 млрд спор/мл	Бактофит, СК	3	3	3,0–5,0	–	3–5	–	–	11.11.2028 г.
Антибиотические препараты	Фитобактериомицин БА- 120000 ЕА/мл, 32 г/л	Фитолавин, ВРК	3	3	1-2	2	5	–	–	13.09.2032 г.

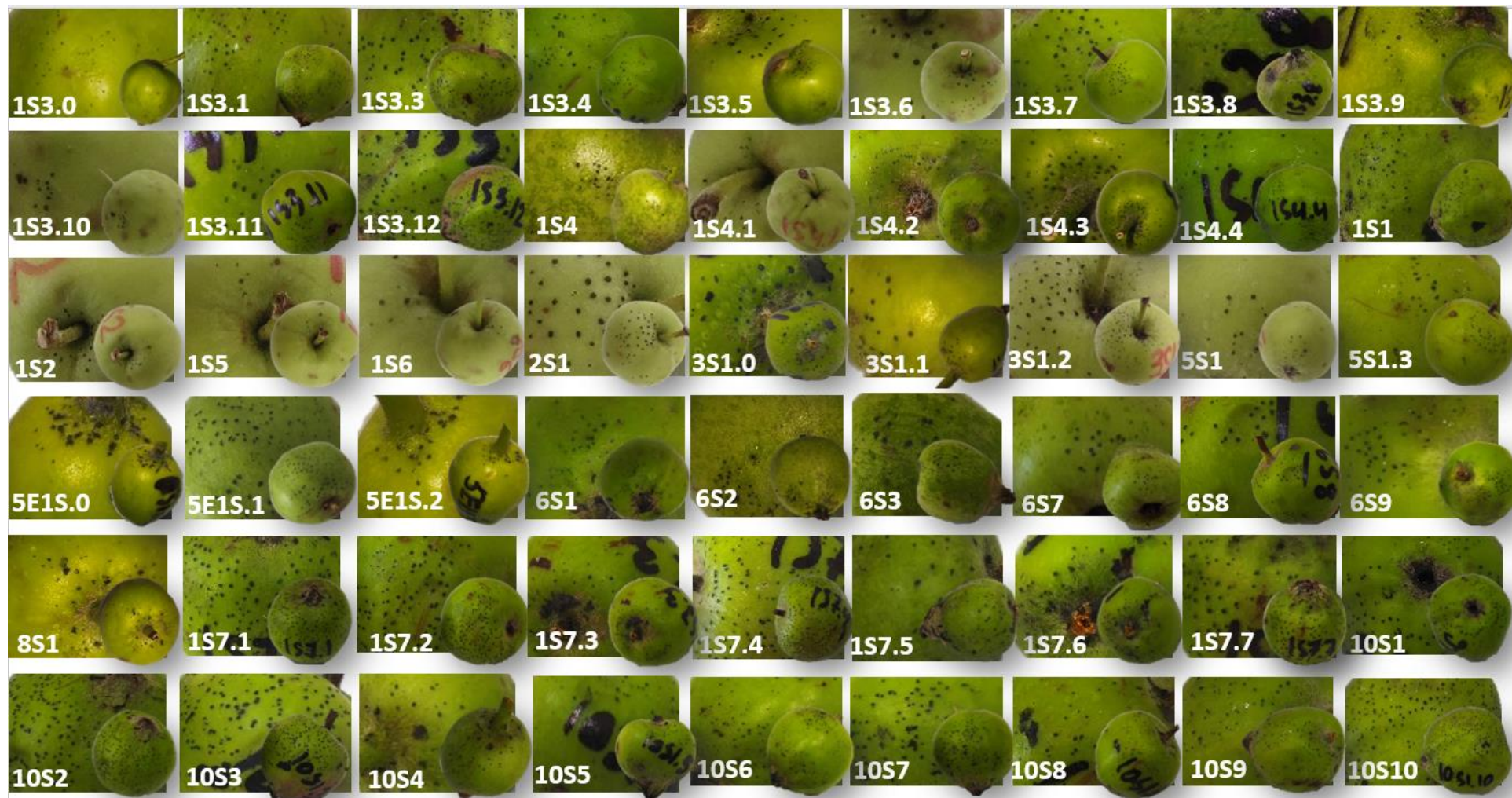
Системы защиты яблони сорта Флорина в СХ АО «Новомихайловское»

Фенофаза яблони	Система защиты хозяйства 2021 года		Стандарт 1 (система защиты применяемая в хозяйстве 2022-2024)		Стандарт 2 (система защиты без обработок против комплекса SBFS 2023-2024)		Вариант (Экспериментальная система защиты 2023-2024)	
	Препарат	Норма применения л/га, кг/га	Препарат	Норма применения л/га, кг/га	Препарат	Норма применения л/га, кг/га	Препарат	Норма применения л/га, кг/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мышиное ушко I- декада апреля (ВВСН 10)	Купидон Голд, СП	1,75	Купидон Голд, СП	1,75	Купидон Голд, СП	1,75	Купидон Голд, СП	1,75
	Кумулус ДФ, ВГД	8,00	Кумулус ДФ, ВГД	6,00	Кумулус ДФ, ВГД	6,00	Кумулус ДФ, ВГД	8,00
Выдвижение соцветия I-II декада апреля (ВВСН 51-56)	Купидон Голд, СП	1,75	Купидон Голд, СП	1,75	Купидон Голд, СП	1,75	Силлит, КС	2,25
	Кумулус ДФ, ВГД	8,00	Кумулус ДФ, ВГД	6,00	Кумулус ДФ, ВГД	6,00		
Розовый бутон II-III декада апреля (ВВСН 57)	Хорус, ВДГ	0,30	Хорус, ВДГ	0,3	Хорус, ВДГ	0,30	Хорус, ВДГ	0,30
Цветение III декада апреля - I декада мая (ВВСН 64-64)	Хорус, ВДГ	0,30	Серкадис Плюс, КС	1,00	Серкадис Плюс, КС	1,00	Серкадис Плюс, КС	1,00
	-	-	Фитолавин, ВРК	2,00	Фитолавин, ВРК	2,00	Фитолавин, ВРК	2,00
Окончание цветения I-II декада мая (ВВСН 65)	-	-	Миравис, СК	0,30	Миравис, СК	0,30	Миравис, СК	0,30
Начало опадения лепестков II декада мая (ВВСН 67)	-	-	Скор, КЭ	0,20	Скор, КЭ	0,20	Скор, КЭ	0,20

Продолжение приложения Б								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Опадение 3/4 лепестков II-III декада мая (ВВСН 69)	Зато, ВДГ	0,15	Привент, СП	0,30	Привент, СП	0,30	Привент, СП	0,30
Диаметр плодов до 10 мм, III декада мая (ВВСН 71)	-	-	Антракол, ВДГ	2,25	-	-	Митар, ВДГ	2,50
Диаметр плодов до 20 мм (размер лещинного ореха), III декада мая I декада июня (ВВСН 72)	-	-	Медея, МЭ	1,20	-	-	Луна Транквилити, КС	1,20
Диаметр плодов до 40 мм, I декада июня (ВВСН 74)	-	-	Антракол, ВДГ	2,25	-	-	Ширма, КС	0,75
Рост плодов, II декада июня (ВВСН 74-75)	Привент, СП	0,30	Митар, ВДГ	2,50	-	-	Грануфло, ВДГ	2,50
Рост плодов III декада июня (ВВСН 75-76)	Привент, СП	0,30	Строби, ВДГ	0,26	Строби, ВДГ	0,26	Зато, ВДГ	0,14
Рост плодов, I декада июля (ВВСН 76-77)	-	-	Флуплант, КС	0,15	Флуплант, КС	0,15	Привент, СП	0,30
Рост плодов II декада июля (ВВСН 77-78)	Грануфло, ВДГ	3,00	Мерпан, СП	3,00	Мерпан, СП	3,00	Мерпан, СП	3,00
Рост плодов III декада июля - I декада августа (ВВСН 78-79)	Полирам ДФ, ВДГ	2,50	Ширма, КС	0,75	Ширма, КС	0,75	Грануфло, ВДГ	2,50
Рост плодов, II декада августа (ВВСН 79-81)	Геокс, ВДГ	0,40	Делан, ВГ	0,70	Делан, ВГ	0,70	Митар, ВДГ	2,50
Созревание III декада августа, начало сентября (ВВСН 81-85)	Зато, ВДГ	0,15	Геокс, ВДГ	0,40	Геокс, ВДГ	0,40	Беллис, ВДГ	0,80
Созревание I-II декада сентября (ВВСН 85-87)	Беллис, ВДГ	0,80	Строби, ВДГ	0,26	Строби, ВДГ	0,26	Зато, ВДГ	0,14

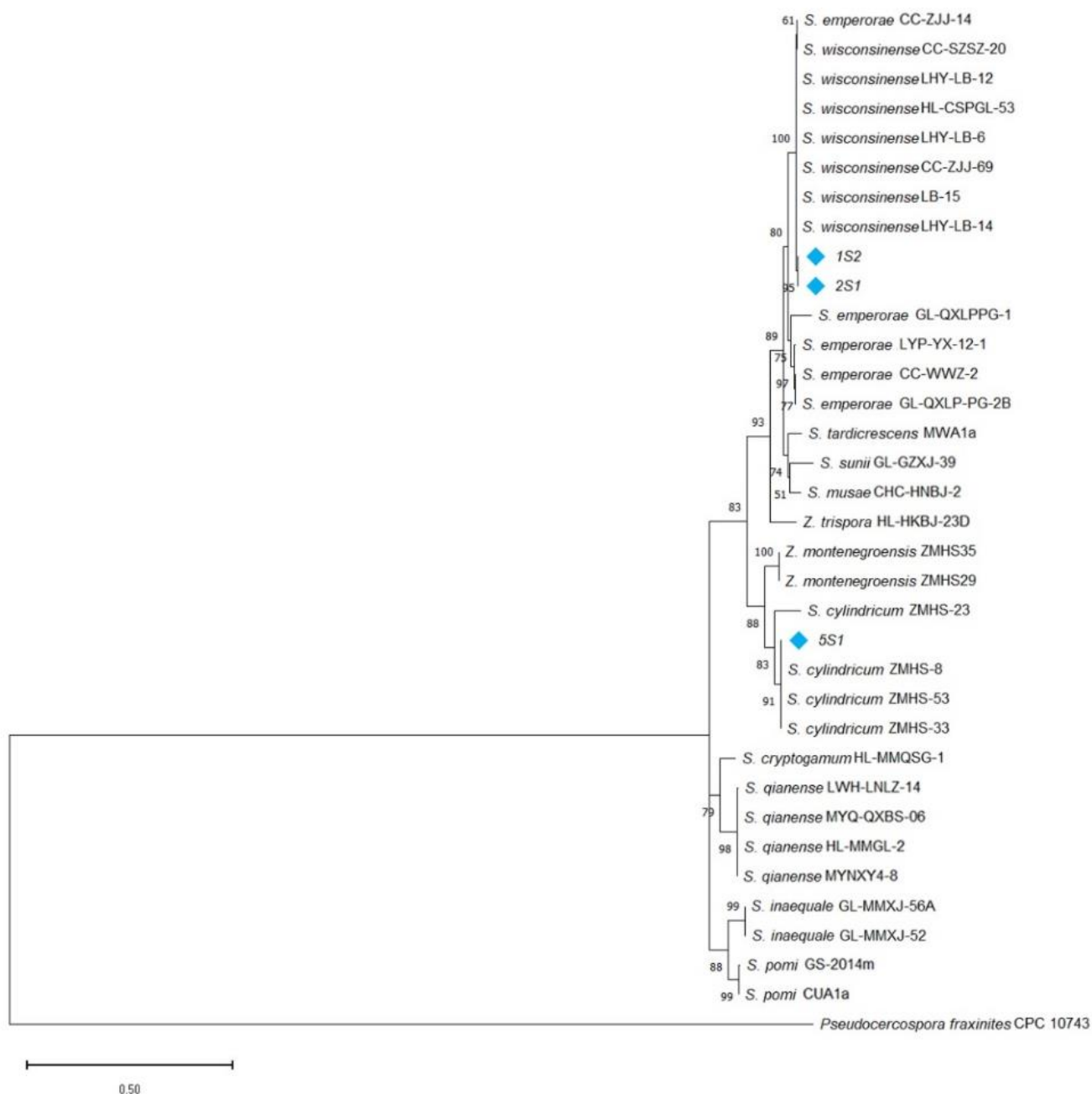
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Симптомы мухоседа на плодах яблони при проверке постулатов Коха



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Филогенетическое дерево, построенное методом максимального правдоподобия с использованием конкатенированных последовательностей маркеров ITS, АСТ и TEF изолятов *Schizothyrium* spp., полученных в данном исследовании (голубая точка) и референсных изолятов. В качестве внешней группы использован штамм *Pseudocercospora fraxinites* (CPC 10743). Приведены значения бутстреп-поддержки, превышающие 60%. Актуальные названия таксонов приведены в соответствии с базой данных MycoBank.



Свидетельство о государственной регистрации базы данных

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации базы данных

№ 2025621124

**Морфолого-культуральные признаки различных
изолятов возбудителей мухоседа (*Schizothyrium* sp.,
Zygophiala sp.)**

Правообладатель: **Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства, виноградарства, виноделия"**
(RU)

Авторы: **Марченко Лилия Олеговна (RU), Подгорная Марина
Ефимовна (RU)**

Заявка № **2025620737**
Дата поступления **11 марта 2025 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре баз данных **13 марта 2025 г.**



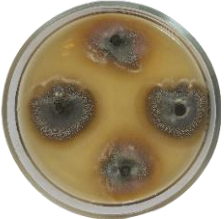
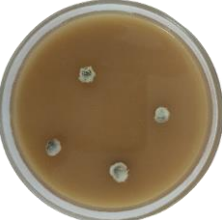
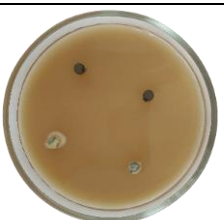
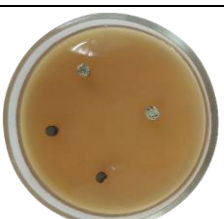
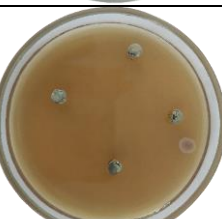
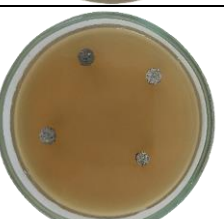
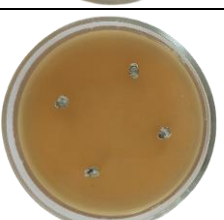
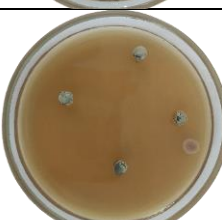
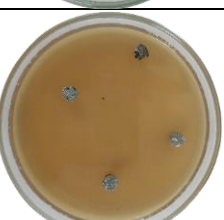
Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

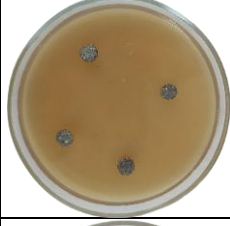
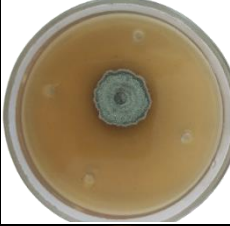
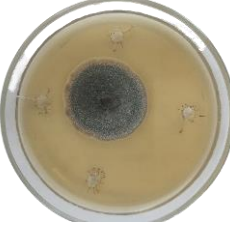
Документ подписан электронной подписью
Сертификат 069267810630001542406670bca2026
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 10.07.2024 по 03.10.2025

Ю.С. Зубов

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

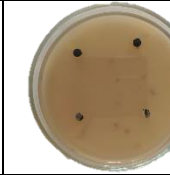
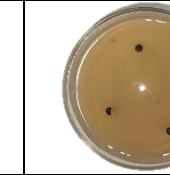
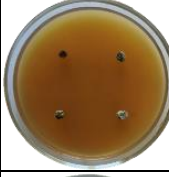
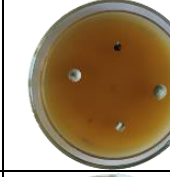
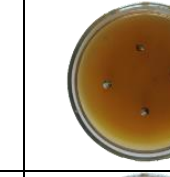
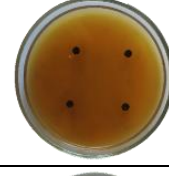
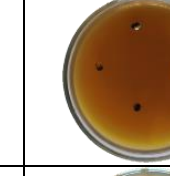
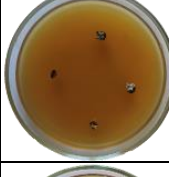
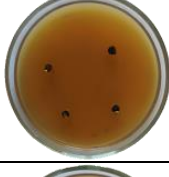
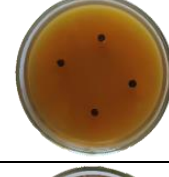
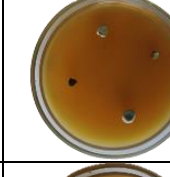
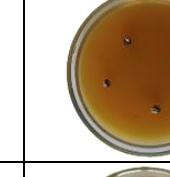
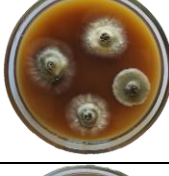
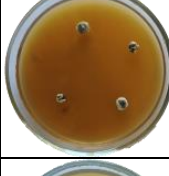
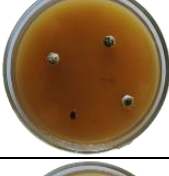
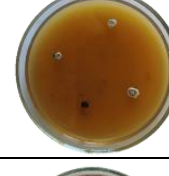
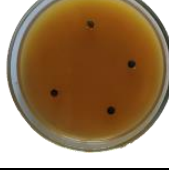
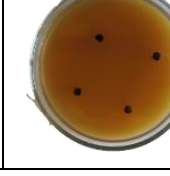
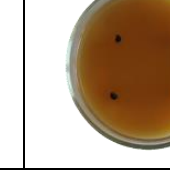
**Биологическая эффективность фунгицидов против изолятов возбудителей
мухоседа 1S2, 1S4.4, 3S1.2, 5S1**

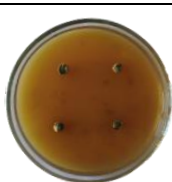
Вариант	1S2	1S4.4	3S1.2	5S1
1	2	3	4	5
Контроль для хим. фунгицидов				
Грануфло, ВДГ				
Полирам ДФ, ВДГ				
Антракол, ВДГ				
Строби, ВДГ				
Зато, ВДГ				
Беллис, ВДГ				

Продолжение приложения Е				
1	2	3	4	5
Мерпан, СП				
Геокс, ВДГ				
Хорус, ВДГ				
Митар, ВДГ				
Контроль для биол. фунгицидов				
Фитоспорин –М, Ж				
Бактофит, СК				

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

**Биологическая эффективность фунгицидов против изолятов возбудителей
мухоседа 1S4.4, 1S4.1, 1S3.5, 1S3.8, 1S3.12**

Вариант	1S4.4	1S4.1	1S3.5	1S3.8	1S3.12
1	2	3	4	5	6
Контроль					
Строби, ВДГ					
Скор, КЭ					
Цидели Топ, ДК					
Пирус, КС					
Медея, МЭ					
Делан, ВГ					
Миравис, СК					
Луна Транквилити, КС					

Продолжение приложения Ж					
1	2	3	4	5	6
Ширма, КС					
Кумулус ДФ, ВГД	-			-	-
Купидон Голд, СП					

Акт внедрения результатов научно-исследовательских работ

СОГЛАСОВАНО
И.О. Директора СКФНЦСВВ



Руссо Д.Э.
2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор СХ АО
«Новомихайловское»



Батуринец Р.Л.
2025 г.

Акт внедрения

Результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия

Заказчик СХ АО «Новомихайловское», генеральный директор Батуринец Роман Леонидович
(наименование организации, ф.и.о. руководителя организации)

РИД база данных «Морфолого-культуральные признаки различных изолятов возбудителей мухоседа (*Schizothyrium sp.*, *Zygophiala sp.*)»

Настоящим актом подтверждается, что результаты работы по применению фунгицидов, против мухоседа (*Schizothyrium sp.*) выполнены в лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов ФГБНУ СКФНЦСВВ в срок с 2021 по 2024 гг., внедрены в СХ АО «Новомихайловское»

(наименование подразделений предприятия, где проходило внедрение)

1. Новизна результатов НИР: качественно новые данные (система защиты садовых агроценозов от *Schizothyrium sp.* эффективными и современными фунгицидами)
2. Вид внедренных результатов: База данных «Морфолого-культуральные признаки различных изолятов возбудителей мухоседа (*Schizothyrium sp.*, *Zygophiala sp.*)»
3. Номер охранного документа. Свидетельство о регистрации базы данных № 2025621124, 13.03.2025 г.
4. Годовой экономический эффект:
 - ожидаемый 500 руб./га
 - фактический 600 руб./га
5. Объем внедрения 200 га
6. Социальный и научно-технический эффект: охрана окружающей среды, улучшение и оздоровление условий труда

От СКФНЦСВВ

Руководитель НИР

Юрченко

Юрченко Е.Г.

Исполнители:

Подгорная

Подгорная М.Е.

Марченко

Марченко Л.О.

От предприятия

Гл. агроном СХ АО «Новомихайловское»

Гарезин

Гарезин И.А.