



03 августа 2026 г.

на диссертационную работу Ильи Сергеевича Касатова «Экотоксикологическое обоснование использования химических средств защиты яблони от парши», представленную на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Актуальность работы. При получении стабильного и качественного урожая плодов ведущим компонентом технологии возделывания яблони является её защита от доминирующего заболевания – парши с использованием химических препаратов. Несмотря на масштабное применение химических средств защиты, распространённость парши в настоящее время остаётся высокой, что подтверждает актуальность совершенствования систем защиты яблони в регионах её возделывания с экономической и экологической точек зрения. Снижение пестицидной нагрузки и формирование устойчивой фитосанитарной обстановки в агроценозах является одним из приоритетных направлений современной аграрной науки. Важным аспектом успешности защиты яблони является своевременный качественный фитосанитарный мониторинг парши для обеспечения максимальной эффективности применяемых средств в конкретных агроландшафтных условиях, в том числе, с использованием новых технологий на основе применения машинного зрения и ИИ. Оптимизация фунгицидного прессинга в садах возможна не только за счёт сокращения кратности обработок и норм расхода препаратов, а также на основе замены традиционно используемых фунгицидов на более эффективные и уточнения их влияния на систему «патоген-растение» в конкретных погодноклиматических условиях. Однако многие вопросы, связанные с комплексной оценкой влияния современных фунгицидов на физиолого-биохимические показатели яблони, биологическую эффективность препаратов и накопление их остаточных количеств в плодах применительно к конкретным сортам и почвенно-климатическим условиям, остаются мало освещёнными. Недостаточно данных о возможностях использования цифровых технологий и физиологических индексов (NBI) для ранней диагностики скрытых нарушений, вызванных патогеном, что определяет необходимость проведения настоящих исследований.

В связи с изложенным, диссертационная работа Касатова И.С., посвященная оптимизированию системы защиты яблони от парши с учетом экотоксикологического влияния комплекса современных фунгицидов на

возбудителя заболевания, а также на качественные и количественные характеристики урожая, является актуальной.

Диссертантом поставлены следующие **задачи исследований**:

1. Уточнить динамику развития парши в зависимости от погодных условий и сортовых особенностей яблони в Московском регионе.
2. Разработать метод автоматической оценки балла поражения листьев яблони паршой с помощью нейросети и машинного зрения.
3. Провести скрининг новых фунгицидов для защиты яблони от парши и проанализировать в динамике содержание остаточных количеств действующих веществ исследуемых фунгицидов в плодах яблони.
4. Оценить характер воздействия фунгицидов на инфекционные структуры возбудителя парши и влияние применения фунгицидов на состояние листьев и качество плодов, дать экономическую оценку.

Научная новизна исследований заключается в том, что уточнены закономерности развития парши яблони (*Venturia inaequalis*) в условиях Московского региона в зависимости от погодных факторов и сортовых особенностей культуры, что позволило выявить связь между микроклиматическими параметрами и динамикой болезни. Разработан и апробирован метод автоматизированной оценки степени поражения листьев яблони паршой с применением технологий машинного зрения и нейронных сетей. Оценена точность прогностической модели распространения парши на основе данных интеллектуальной метеоплатформы Agrokeep, что подтверждает перспективность интеграции цифровых систем мониторинга и прогнозирования в адаптивные схемы защиты яблони. Проведён скрининг новых фунгицидов на основе каптана, трифлуксистробина, дитианона и ципродинила по параметру биологической эффективности против парши с учётом погодных условий. Получены новые данные о динамике остаточных количеств их действующих веществ в листьях и плодах яблони в процессе вегетации, что позволило оценить их безопасность и оптимальные сроки ожидания. С использованием метода сканирующей электронной микроскопии доказано ингибирующее воздействие фунгицидов на инфекционные структуры возбудителя парши на яблоне, а также влияние применяемых препаратов на физиологическое состояние листьев и качество плодов.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработан метод автоматизированной оценки степени поражения листьев яблони паршой с использованием нейросетевых технологий, который обеспечивает объективность и оперативность диагностики и открывает возможности для внедрения цифровых систем мониторинга и прогнозирования в практику садоводства;

- определена эффективность против парши яблони зарегистрированных и новых фунгицидов: Знаток, ВДГ (500 г/кг трифлуксистробина), АгроШлем, ВДГ (750 г/кг ципродинила), Мерпан, СП (500 г/кг каптана) и Шрапнель, ВГ (700 г/кг дитианона) и содержание остаточных количеств их действующих веществ. На основе полученных данных препараты Знаток, ВДГ, АгроШлем,

ВДГ и Шрапнель, ВГ внесены в Реестр пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации;

- научно обоснована и оптимизирована система защиты яблони от парши на разных по устойчивости сортах в условиях Центрального региона Нечерноземной зоны России;

- предложены и внедрены в яблонево́м саду ООО «Лучи солнца» системы защиты на основе комбинаций каптан/трифлуксиксиробин и дитианон/ципродинил;

- выявлены закономерности морфофизиологического ингибирующего воздействия фунгицидов на инфекционные структуры *Venturia inaequalis*, которые могут быть основой для уточнения механизмов действия препаратов;

- апробирован экспресс-метод для оценки состояния листьев посредством определения индекса азотного баланса. Полученные результаты могут быть использованы в научных исследованиях, учебном процессе аграрных вузов и в производственной деятельности при разработке адаптивных программ защиты плодовых культур.

Степень достоверности и апробации результатов. Результаты и выводы работы получены в ходе полевых и лабораторных экспериментов и наблюдений, проведенных в 2022-2024 гг., научно обоснованы, достоверны и подтверждены статистической обработкой экспериментальных данных в программе Microsoft Excel.

Основные результаты работы доложены на 7 научно-практических конференциях, 1 конгрессе и форуме, среди которых представлены мероприятия как национально, так и международного уровня.

Личный вклад соискателя. Основной объём исследований и подготовки рукописи выполнен лично автором (обзор и анализ литературы по теме исследований, разработка методологической основы и выполнение исследований, сбор и анализ, включая статистическую обработку данных, их обобщение и оформление). Разработка программы исследований и выбор методов исследований выполнены при участии научного руководителя.

Публикации материалов исследований. По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ, в том числе 4 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 – в издании, входящем в международную реферативную базу данных Scopus, 1 – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность. Диссертация изложена на 203 страницах, состоит из введения, пяти глав основной части: обзор литературы, результатов исследований, заключения, предложений производству, списка литературы, включающего 215 источников, в том числе 76 на иностранном языке, 4 приложения. Работа включает 21 рисунок и 32 таблицы.

Во «Введении» (стр. 5 - 12) автором четко обоснована актуальность и степень разработанности темы, сформулированы цель, задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, степень достоверности и апробация

результатов работы, основные положения, выносимые на защиту, публикации результатов исследований.

ГЛАВА 1 «Обзор литературы» (стр. 13-55) представлена пятью подразделами, в которых автор рассмотрел биологическую характеристику яблони и основы агротехники культуры, а также историю изучения, диагностические признаки, инфекционный цикл и способы контроля основного заболевания яблони – парши.

В ГЛАВЕ 2 «Условия, объекты и методика исследований» (стр. 56-85) соискатель приводит подробное описание природно-климатических условий мест проведения исследований. Автор дает подробную характеристику объектов исследования (патогена, изучаемых фунгицидов и сортов яблони), описывает методики постановки и проведения опытов, приводит выбранные методы исследований и математической обработки полученного материала. Представленный материал подтверждает, что все исследования проводились в полном соответствии с общепринятыми методическими рекомендациями.

ГЛАВА 3. «Мониторинг микозов яблони и прогнозирование развития парши» (стр. 86-114) представлена тремя подразделами и включает разносторонний анализ собственных экспериментальных данных автора.

В подразделе 3.1. представлены результаты фитосанитарного мониторинга яблоневых садов в Московском регионе. Соискателем установлено, что в яблоневых садах Московского региона в 2022–2024 гг. доминирующими заболеваниями были парша (*Venturia inaequalis*) с распространённостью до 100 %, монилиальная плодовая гниль (*Monilinia fructigena*) с распространённостью до 42 % и комплекс некрозно-раковых болезней (цитоспороз - *Cytospora* sp., чёрный рак - *Botryosphaeria stevensii*, поражения щелелистником обыкновенным - *Schizophyllum commune*) с распространённостью до 50 %. Соискателем выявлены сортовые различия по полевой устойчивости к парше яблони, которые имеют важное практическое значение: позволяют дифференцировать системы защиты в зависимости от степени устойчивости по сортам.

В подразделе 3.2. приведены результаты агрометеорологического мониторинга и динамики развития парши яблони. Прогностическая модель с применением локальной метеостанции и платформы Agrokeep достоверно отражала динамику созревания аскоспор и периоды риска распространения конидиальной инфекции, что подтверждается высокой сходимостью прогнозов с фактическими сроками появления симптомов заболевания. Агрометеорологический анализ подтвердил наличие статистически значимых микроклиматических особенностей сада: (пониженные минимальные температуры и повышенное количество осадков по сравнению с данными региональной метеостанции). Полученные И.С. Касатовым результаты значительно упрощают проведение одной из основных составляющих мониторинга возбудителя парши – разлета аскоспоровой инфекции, как в плане трудозатрат, так и повышения достоверности данных.

В подразделе 3.3. представлена разработка и апробация цифрового сервиса по определению степени поражённости паршой листьев яблони.

Показана высокая точность разработанного цифрового сервиса на основе сверточной нейронной сети YOLOv10 для автоматизированной детекции и оценки площади поражения листьев паршой относительно площади листа (Precision 93,2%, Recall 91,8%, mAP 92,5%). Выявлена сильная корреляция результатов оценки процента поражения паршой сервиса ($r=0,78$) с визуальными оценками эксперта и значение каппы Коэна ($\kappa=0,60$), что свидетельствуют о принципиальной возможности применения метода для объективного и оперативного мониторинга, особенно на начальных этапах развития парши. Мы считаем, что такой мониторинг очень важен в садах большой площади, при наличии различных микрозон: для быстрого принятия решений о сроках проведения защитных мероприятий и их эффективности.

ГЛАВА 4. «Биологическая эффективность фунгицидов, их влияние на инфекционные структуры *V. inaequalis* и оценка содержания остаточных количеств действующих веществ в продукции» представлена 3 подразделами (стр. 115-133).

В подразделе 4.1. представлена оценка биологической эффективности фунгицидов против парши яблони. В то время как биологическая эффективность обработок хозяйства при защите плодов сорта Мантет не превышала 12,4 %, предложенная соискателем система последовательного применения «каптан - трифлуксизобин» обеспечила уровень защиты плодов на сорте Мантет 67,1 %, на сорте Мелба 65,6 %, на сорте Лобо 79,7 %; система с последовательным применением «дифлианон - ципродинил» показала эффективность защиты плодов сорта Лобо 82–100 %.

В подразделе 4.2 отражены результаты оценки динамики разложения действующих веществ фунгицидов. Остаточные количества трифлуксизобина, ципродинила и дифлианона к моменту уборки урожая в плодах и соке не обнаружены. Содержание остатков каптана было минимальным (0,02–0,03 мг/кг) и не превышало установленных максимально допустимых уровней, что подтверждает безопасность применения изученных препаратов при соблюдении регламентов.

В подразделе 4.3. рассматривается влияние препаратов на разные стадии возбудителя парши яблони. Полученные данные свидетельствуют о выраженном ингибирующем действии обработок, проводимых в период вегетации, на жизнеспособность аскоспор. Для обоих сортов минимальные значения доли жизнеспособных спор зафиксированы в вариантах с исследуемыми препаратами, причём на сорте Лобо этот показатель был в два раза ниже, чем на сорта Мантет. Фунгициды, применённые садоводческим предприятием, также обеспечили снижение жизнеспособности аскоспор, однако их эффективность была ниже, чем у исследуемых препаратов. Таким образом, применение изучаемых фунгицидов продемонстрировало более выраженный эффект в подавлении жизнеспособности аскоспор, особенно на сорте Лобо, что указывает на предпочтительное их использование для повышения биологической эффективности защитных мероприятий против парши яблони. Электронно-микроскопический анализ подтвердил ингибирующее действие чередования «каптан - трифлуксизобин» на

конидиальное спороношение и снижение жизнеспособности аскоспор возбудителя.

ГЛАВА 5 «Влияние систем защиты от парши яблони на качественные характеристики листьев и плодов» состоит из 3 подразделов.

В подразделе 5.1. приводятся данные о влиянии применяемых фунгицидов и возбудителя парши на элементный состав поверхности листьев и плодов. Поражение паршой вызывало существенные изменения элементного состава листьев и кожуры плодов: приводило к повышению содержания калия, кальция и магния в зоне очагов поражения на фоне снижения доли углерода, что отражает метаболические и структурные нарушения в тканях. Установлено различное достоверное влияние сортовой принадлежности яблони и применения фунгицидов на элементный состав листьев и кожуры плодов. Данные результаты имеют как практическое значение – позволяют дифференцировать применение фунгицидов по сортам для улучшения качественного состава плодов, так и теоретическую значимость.

В подразделе 5.2. оценивается влияние системы защиты на физиологические показатели и совершенствование методик их определения. В качестве индикатора физиологического состояния растения апробирован экспресс-метод оценки индекса азотного баланса (NBI) и выявлена достоверная обратная корреляция NBI с распространённостью ($r = -0,615$) и развитием ($r = -0,601$) парши, что позволяет использовать данный показатель в качестве индикатора физиологической стабильности растений под давлением патогена.

В подразделе 5.3. выявлено влияние системы защиты против парши на качество плодов и урожайность. Обработки способствовали улучшению качества яблок: выросла средняя масса плодов (на 9–26% в зависимости от сорта), увеличилось содержание аскорбиновой кислоты (24% сорт Лобо) и улучшились вкусовые качества – рост сахарно-кислотного индекса на 15–36% у сорта Мантет. Экономическая оценка подтвердила высокую эффективность предлагаемых систем защиты. Варианты Мерпан, СП/Знаток, ВДГ и Шрапнель, ВГ/АгроШлем, ВДГ обеспечили получение более 50% плодов первого сорта, рентабельность 97–110% и окупаемость дополнительных затрат 3,5–5,2 руб. на 1 вложенный рубль, что в 3–6 раз превышает показатели контроля и хозяйственного эталона. Данные системы рекомендованы для внедрения в садах Московского региона.

В заключении диссертации (с. 163-165) сформулированы основные выводы, которые вполне обоснованы и вытекают из результатов исследований.

Предложения производству (с. 166-167) в достаточной мере обоснованы результатами выполненных соискателем исследований.

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК Министерства науки и высшего образования. Автореферат полностью отражает содержание диссертации, в нем приведены наиболее значимые результаты исследований, и соответствует научной специальности 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования. Автором доказана для садоводческих хозяйств Московской области и других регионов Нечерноземной зоны РФ, специализирующихся на возделывании яблони, высокая эффективность двух схем последовательного применения препаратов, обеспечивших получение более 50 % плодов первого сорта:

Схема защиты №1: применение контактного фунгицида Мерпан, СП (500 г/кг каптана) с нормой расхода 3 кг/га трёхкратно в начальный период вегетации (после цветения и в фазу формирования завязи) с последующим применением системного препарата Знаток, ВДГ (500 г/кг трифлуксистробина) с нормой расхода 0,14 кг/га двукратно в фазу развития плодов.

Схема защиты №2: применение контактного фунгицида Шрапнель, ВГ (700 г/кг дитианона) с нормой расхода 0,7 кг/га трёхкратно с последующим применением системного препарата АгроШлем, ВДГ (750 г/кг ципродинила) с нормой расхода 0,2 кг/га двукратно.

Диссертантом рекомендовано при планировании защитных мероприятий учитывать сортовую восприимчивость яблони к парше.

В процессе изучения диссертационной работы и автореферата Касатова Ильи Сергеевича возникли следующие вопросы и замечания.

В диссертации отмечено несоответствие количества задач исследования и сделанных выводов. Выводов оказалось в два раза больше.

Возникает вопрос: зачем в рамках данной диссертационной работы, посвящённой исследованиям конкретного возбудителя заболевания, приведены результаты фитосанитарного мониторинга по всем болезням яблони. Тем более, что такая задача не ставилась диссертантом. Целесообразно было бы показать, что в структуре патоконплекса парша занимает ведущее место, несмотря на очаги эпифитотий других заболеваний. Поэтому исследования были проведены именно на этом микромицете.

Первой из поставленных исследователем задач являлось уточнение динамики парши в зависимости от погодных условий и сортовых особенностей яблони. Однако в выводах не приведены результаты: например, по каждому из изученных сортов – в какие именно стадии развития яблони отмечались первые симптомы, максимальные распространённость и интенсивность развития болезни, а также ранжирование изученных сортов по степени полевой устойчивости к парше в изменившихся погодных условиях, что является первым этапом для формирования дифференцированных систем защиты.

Отмечены логические несостыковки в тексте раздела «Обзор литературы» диссертации:

- в подразделе «История изучения болезни» не хватает структурированности текста: автор начинает одну тему, потом переключается на другую, потом возвращается к предыдущей;

- например, на странице 29, автор приводит данные по исследованию механизмов действия фунгицидов и затем – о механизмах взаимодействия

патогена и растения-хозяина, потом вновь рассматривается проблема устойчивости к фунгицидам. На следующей странице также одновременно обсуждается устойчивость патогена к фунгицидам и взаимодействие патогена с различными генами устойчивости к нему у растения-хозяина.

Считаем, что лучше было бы представить материал об истории изучения патогена по каждому аспекту отдельно.

При описании некоторых характеристик биологии гриба отмечается частичность информации, её неточность, обрывочность представляемых данных, отсутствие связности и логичности:

- на странице 31 Диссертации автор пишет: «При микроскопировании на ранних этапах видны тонкие радиальные лучи мицелия гриба». Следовало уточнить, какие органы яблони микроскопировали: листья или плоды, на стадиях чего и где виден мицелий патогена;

- на той же странице написано, что аскоспоры образуются в перитециях на опавших растительных остатках. Это является терминологической неточностью, так как перитеции образуются только на опавших листьях яблони, но не на опавших плодах, и говорить широко о «растительных остатках» является неточностью.

Терминологические неточности встречаются также в других местах диссертации:

- Раздел 2.3.3. называется «Патоген-возбудитель парши яблони» в научном контексте термин «патоген-возбудитель» избыточен, необходимо писать или «возбудитель», или «патоген».

- неправильно написан видовой эпитет изучаемого патогена «*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.». Согласно Базам данных Mycobank.org и Index Fungorum, написание должно быть следующим «*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter».

- на странице 43, говоря о механизме действия системных фунгицидов, автор употребляет термин «единый» механизм действия, который не верен. Правильнее говорить о «узкоспецифичном» или «односайтовом» механизме действия.

По тексту раздела «Обзор литературы» встречается дублирование информации, иногда последовательное;

- например, на странице 37 несколько раз написано, что фосфорно-калийное удобрение, способствует усилению защитных функций яблони;

- также повторы отмечены на страницах 44, 45 и 49.

В разделе 2.4. неполно представлены все использованные в работе методики исследований. Так, диссертантом была проведена оценка жизнеспособности аскоспор патогена, результаты которой представлены в разделе 4.3.1. Однако методика, по которой осуществлялась эта оценка, автором не была приведена.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости выполненной работы.

Заключение по диссертационной работе. Представленная для экспертизы диссертация Касатова Ильи Сергеевича на тему «Экотоксикологическое обоснование использования химических средств защиты яблони от парши» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на должном научно-методическом уровне и характеризуется логичностью изложения. По актуальности темы, научной новизне, теоретической и практической значимости, объему экспериментальных данных, уровню решаемых задач и достоверности полученных результатов исследований, диссертационная работа соответствует пунктам 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Касатов Илья Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки).

Диссертация Касатова И. С. на тему: «Экотоксикологическое обоснование использования химических средств защиты яблони от парши», автореферат диссертации и отзыв на диссертацию были рассмотрены и одобрены на заседании Учёного совета ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», протокол заседания № 7 от «20» июля 2026 г.

Решение ведущей организации по диссертации Касатова И.С. на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений – положительное. Одобрено на заседании лаборатории биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов ФГБНУ СКФНЦСВВ протокол №7 от 20.07.2026 г. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» 350901, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39, Телефон: +7 (861) 252-70-74, E-mail: kubansad@kubannet.ru

Старший научный сотрудник лаборатории
биотехнологического контроля фитопатогенов и
фитофагов ФГБНУ СКФНЦСВВ,
канд. биол. наук,

Заслуженный работник сельского хозяйства Кубани

 Г.В. Якуба

Заведующий лабораторией биотехнологического
контроля фитопатогенов и фитофагов
ФГБНУ СКФНЦСВВ, канд. биол. наук

 А.И. Насонов

Подписи Якуба Г.В. и Насонова А.И. заверяю:
Ученый секретарь ФГБНУ СКФНЦСВВ,
канд. с.-х. наук,
Заслуженный деятель науки Кубани



 Н.М. Запорожец