
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

**Агроклиматический анализ условий развития парши яблони
и фитопатологический мониторинг в плодовом саду Московской области**

**Илья Сергеевич Касатов[✉], Ольга Олеговна Белошапкина,
Андрей Александрович Хохлов**

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: bkbz@bk.ru

Аннотация

Статья посвящена комплексной агроклиматической и фитопатологической оценке факторов, определяющих динамику развития парши яблони (*Venturia inaequalis*) в плодовом саду, расположенном в Солнечногорском районе Московской области. Исследование охватывает вегетационные периоды 2023–2024 гг. и включает в себя анализ погодных условий, сортовой чувствительности, влияния локального микроклимата. В качестве источников климатических данных использованы материалы стационарной метеостанции № 27417 (г. Клин) и локальной автоматизированной станции KaipoMini 2.1, установленных в пределах сада. Установлены значимые различия по температуре и влажности между региональным и локальным уровнями, что обуславливает необходимость применения точечных систем мониторинга. Проведена валидация прогностической модели созревания аскоспор парши и модели развития конидиальной стадии на интеллектуальной платформе Agrokeep. Установлено соответствие между расчетными эпизодами и фактическими вспышками заболевания на разных по чувствительности сортах яблони Мантет, Мелба и Лобо. Кроме парши, проведен мониторинг распространности мучнистой росы, филлостиктоза, монилиоза и некрозо-раковых поражений штамбов и ветвей. По результатам анализа выявлены сорта с высокой (Мантет, Лобо, Мелба) и низкой (Имрус, Орловим) восприимчивостью к патогенам. Полученные данные обосновывают необходимость интеграции локальных метеоданных в схемы фитосанитарного прогнозирования и защиты растений. Результаты исследований формируют научную основу для разработки адаптивных систем точной защиты плодовых культур в условиях изменяющегося климата.

Ключевые слова

Яблоня, парша яблони, фитопатологический мониторинг, сортовая чувствительность, микроклимат, агромодель

Благодарности

Авторы выражают благодарность руководителю учебно-научного консультационного центра «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов» Анатолию Владиславовичу Довгилевичу за поддержку в проведении научной работы; заведующему кафедрой плодоводства, виноградарства и виноделия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Александру Валерьевичу Соловьеву за помощь с подбором площадки испытаний и консультации.

Для цитирования

Касатов И.С., Белошапкина О.О., Хохлов А.А. Агроклиматический анализ условий развития парши яблони и фитопатологический мониторинг в плодовом саду Московской области // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2025. № 3. С. 96–114.

Apple scab development: an agro-climatic and phytopathological study in a Moscow Region orchard

Iliia I. Kasatov[✉], Olga O. Beloshapkina, Andrey A. Khokhlov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

[✉]**Corresponding author:** bkbz@bk.ru

Abstract

The article discusses a comprehensive agro-climatic and phytopathological analysis of factors that determine the dynamics of apple scab development in an orchard located in Solnechnogorsk, Moscow region during 2023–2024. The study analyzes weather patterns, varietal susceptibility and the impact of local microclimate based on data from meteorological stations No.27417 (Klin) and Kaipomini 2.1 automated stations within the orchard. Significant variations in temperature and humidity were identified at regional and local levels, necessitating localized monitoring systems. The validation of the prognostic model of scab ascospore maturation and the model of conidial stage development on the Agrokeep intelligent platform was carried out. A strong correspondence has been established between the calculated episodes and the actual outbreaks of the disease on apple varieties Mantet, Melba and Lobo, which differ in sensitivity. In addition, the prevalence of other diseases, such as scab, powdery mildew, phyllostictosis and moniliosis was monitored. The analysis revealed that some varieties, such as Mantet, Lobo and Melba, were more susceptible to pathogens, while other varieties, like Imrus and Orlovim, were less susceptible. This data supports the need to incorporate local meteorological information into plant protection plans and phytosanitary forecasts. These findings provide a scientific basis for the development of adaptive systems for fruit crop protection in a changing climate.

Keywords

Apple tree, apple scab, phytopathological monitoring, varietal sensitivity, microclimate, agromodel

Acknowledgments

The authors thank Anatoly Dovgilevich, Head of the Educational and Scientific Consulting Center “Agroecology of Pesticides and Agrochemicals”, for his invaluable support in conducting scientific research. We also thank Alexander Soloviev, Head of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking at the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, for his expert advice and assistance in selecting the testing site.

For citation

Kasatov I.S., Beloshapkina O.O., Khokhlov A.A. Apple scab development: an agro-climatic and phytopathological study in a Moscow Region orchard. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 3. P. 96–114.

Введение Introduction

Яблоня, основная культура современного садоводства, занимает около 70% всей площади садов нашей страны. В 2021 г. площадь насаждений в России в промышленном секторе садоводства выросла до 234,4 тыс. га, и имеется тенденция дальнейшего увеличения ее посадок [1]. Большая часть старых садов будет замещена новыми, планируется переход к интенсивным и суперинтенсивным яблоневым садам, способным увеличить

производительность с 1 га более чем на 80% [2]. Общий уровень интенсификации производства потребует еще более тщательного подбора сортов и рациональной, обоснованной системы защиты растений [3–5]. На сегодняшний день существует огромное количество сортов яблони, произрастающих в различных климатических зонах, также ведется большая селекционная работа в стране и за рубежом [6]. Мониторинг болезней на разных сортах и установление оптимальных сроков для их профилактических и защитных обработок делают применение средств защиты значительно более эффективным [7]. Грибные болезни поражают все органы растений яблони, наносят ущерб и урожайности, и качеству продукции. Одной из наиболее распространенных болезней, влияющей на качество продукции напрямую и косвенно, является парша яблони [8].

Парша яблони, вызываемая грибом *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter, представляет собой эталонную модельную систему для изучения взаимодействия фитопатогена и метеоусловий в агроценозах умеренного климата. Эпидемиология возбудителя хорошо изучена, в частности – его способность к длительному латентному состоянию в растении и множественным циклам перезаражения конидиями в течение вегетации в условиях высокой влажности и умеренных температур [9–11].

Значительный вклад в понимание эпидемического потенциала *V. inaequalis* внесли исследования, связанные с анализом температурных порогов развития инфекции, длительности смачивания листьев и продолжительности инкубационного периода при варьирующих погодных режимах [12]. Тем не менее высокая изменчивость агрометеоусловий в зависимости от условий года и особенностей микрорельефа сада вызывает потребность в применении локализованных систем мониторинга. Современные цифровые инструменты и станции (например, KaipoMini) позволяют детализировать профиль инфекционного давления включая скрытые эпизоды слабой или комбинированной патогенной нагрузки, не фиксируемые на уровне региональной метеосводки [13].

В дополнение к парше актуальны по вредоносности и другие заболевания яблони, проявляющиеся на разных органах растений: мучнистая роса (*Podosphaera leucotricha*), филлостиктоз (*Phyllosticta* spp.), плодовая гниль (*Monilinia* spp.), а также комплекс некрозно-раковых поражений: цитоспороз (*Cytospora carphosperma*), черный рак (*Botryosphaeria stevensii*) и обыкновенный нектриевый рак (*Neonectria* sp.). Их распространенность, интенсивность проявления и прогнозируемость в значительной степени зависят от погодных условий, сортовой специфики и агротехнической нагрузки на насаждение [14].

Цель исследований: фитопатологический мониторинг болезней сортов яблони в Московской области и комплексная агрометеорологическая оценка с применением прогностической модели развития парши в течение двух вегетационных сезонов.

Методика исследований

Research method

Основные исследования проводили в 2023–2024 гг. в Солнечногорском районе Московской области в яблоневом саду 2017–2018 гг. посадки, где в качестве посадочного материала были использованы сортовые саженцы на подвое 54–118, схема посадки – 5,0 × 2,5 м (количество деревьев – 800 шт/га), на площади 5,4 га. Маршрутные фитопатологические мониторинговые визуальные обследования листьев, стеблей и плодов деревьев 18 сортов яблони проводили в течение вегетации. Учитывали не менее 5 растений каждого сорта. Оценку пораженности растений основными заболеваниями проводили по методикам, принятым для регистрационных испытаний фунгицидов с расчетом распространенности, R%, и развития, R% [15]. Для оценки интенсивности поражения паршой руководствовались разработанной 4-балльной фитошкалой. Уточняющие определения родового состава фитопатогенных грибов осуществляли

с использованием методов влажной камеры, микробиологического на искусственной питательной среде КГА с антибиотиком и при микроскопировании.

Метеоанализ был проведен по значениям среднемесячной температуры воздуха, минимальных температур, суммарных осадков и расчетного ГТК за два полных вегетационных сезона 2023 и 2024 гг. Для оценки нормальности распределения применяли критерий Шапиро-Уилка, который показал, что выборки не соответствуют нормальному распределению ($p < 0.05$). Это обусловило использование непараметрического критерия Манна-Уитни для независимых выборок. В качестве источника эталонных данных использованы архивы Всемирной метеорологической организации, в качестве локального источника – данные, зарегистрированные станцией КаироMini 2.1, установленной в пределах производственного сада (13 км от основной метеостанции). ГТК рассчитывали по формуле Селянинова [16, 17], позволяющей интегрально оценить сочетание температурного параметра и влагообеспечения. Отдельно был выполнен анализ частоты, продолжительности и интенсивности весенних заморозков с учетом влияния на развитие парши яблони.

Прогностические модели для *Venturia inaequalis* строились на основе параметров температурного окна (10–18°C), продолжительности смачивания поверхности листа (>10 ч) и инкубационного периода. Анализировали эпизоды, соответствующие высокому, среднему и низкому уровням риска. Сравнение проводили с реальными данными учетов парши на сортах яблони Мантет, Мелба и Лобо.

Для визуализации табличных результатов исследований и удобства анализа данных применяется механизм условного форматирования в программе Microsoft Office Excel 2021. Данный метод позволяет автоматически изменять оформление ячеек в зависимости от содержащихся в них значений. Градация цветов от зеленого до красного для подсветки ячеек проведена от меньшего значения к большему, что отражает нарастание распространенности и развития болезни [18].

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Весна 2023 г. началась с экстремальных отрицательных температурных аномалий в марте. Первая и вторая декады месяца показали отклонения среднесуточной температуры на уровне –23 и –15°C соответственно по сравнению со средними многолетними значениями. Это привело к значительному запаздыванию фенологических фаз у яблони включая сокодвижение и распускание почек. Апрель оказался необычно сухим, с крайне низкими значениями ГТК (ниже 0,5), что создало условия, сдерживающие начальную активность парши яблони. Влияние дефицита влаги было особенно критичным для зрелых аскоспор, поскольку их выброс и заражающая способность напрямую зависят от длительности увлажнения субстрата.

Вегетационный сезон 2024 г. также начался с прохладного марта, однако апрель характеризовался более активным повышением температуры и увеличением количества осадков. В третьей декаде месяца зафиксирован рост ГТК до значения 2,66, что соответствует диапазону активной споруляции и первичных заражений возбудителем парши яблони. Такие условия способствуют формированию длительных инфекционных окон при наличии первичных инокулюмов. Повышенная влажность в сочетании с температурным фоном от 12 до 18°C обеспечила высокую эффективность заражения тканей молодых листьев.

Значимым фактором стресса как для растений, так и для патосистемы в целом, послужили весенние заморозки. В 2023 г. вегетационный период начался только 28 апреля, причем заморозки наблюдались с 30 апреля по 9 мая. Наиболее опасным днем стал 7 мая, когда температура достигла –5°C. Аналогично в 2024 г. вегетация

началась 3 апреля и длилась 163 дня, но уже с 4 апреля зафиксированы эпизоды заморозков до $-3,4^{\circ}\text{C}$. Эти низкие температуры приходились на фенологические фазы бутонизации и начала раскрытия листьев, что повышало проницаемость тканей и делало их уязвимыми к негативным факторам.

Агрометеорологическая характеристика по месяцам: Клин, 2023–2024 гг.



Рис. 1. Климатические условия (сумма температур, осадков) и сравнение ГТК с многолетними значениями в плодовом саду по данным метеостанции № 27417 (Московская область, Солнечногорский район, 2023–2024 гг.)

Figure 1. Climatic conditions (sum of temperatures, precipitation) and hydrothermic factors compared to long-term averages in the orchard at meteorological station No. 27417 (Moscow Region, Solnechnogorsky district, 2023–2024)

Для выявления различий между данными государственной метеостанции № 27417 (г. Клин) и локальной станции KaipoMini 2.1 (центр сада) был проведен анализ ежедневных значений среднесуточной температуры, минимальной температуры воздуха и осадков за 2023–2024 гг. Для сравнения использовали непараметрический критерий Манна-Уитни. Среднесуточные температуры в центре сада были ниже на 1,3°C, однако различие не достигло статистической значимости ($p = 0.058$). Минимальная температура на станции KaipoMini оказалась статистически значимо ниже ($p = 0.0015$) минимальных данных метеостанции г. Клина на 2,1°C. Это подтверждает наличие локального охлаждающего эффекта, вызванного, вероятно, рельефом и окружающей плодовой сад древесной растительностью. Кроме того, суммарные осадки, зафиксированные KaipoMini, превышали значения стационарной станции на 73,4 мм ($p = 0.000048$). Это означает, что в пределах сада наблюдается повышенная влажность, способствующая развитию инфекции даже в относительно благополучных региональных условиях [19].

Во второй половине весны и в начале лета складывались условия, благоприятные для вторичных заражений конидиями возбудителя парши. Продолжительные периоды с высокой влажностью, выпадающие осадки и температура в пределах +15...+20°C создавали типичную предрасположенность для эпифитотий микоза. Учитывая данные о совпадении эпидемиологически значимых факторов, можно говорить о возможности применения прогностических моделей, основанных на данных локального метеомониторинга.

В качестве инструмента оценки развития парши яблони на стадии первичного заражения аскоспорами использовалась агромодель интеллектуальной платформы Agrokeep, базирующаяся на температурных и гидрометеорологических данных, регистрируемых локальной автоматизированной метеостанцией KaipoMini 2.1 [20]. Модель анализировала периоды увлажнения листьев, их продолжительность и соответствие температурным окнам активации аскоспор *V. inaequalis*.



Рис. 2. Динамика весенних заморозков в плодовом саду (Московская область, Солнечногорский район, 2023–2024 гг.)

Figure 2. Spring frost dynamics in the orchard (Moscow Region, Solnechnogorsky district, 2023–2024)

Проращение аскоспор *V. inaequalis* происходит при наличии свободной влаги на поверхности листьев и температуре воздуха в диапазоне от +5 до +24°C, с оптимумом в пределах +16...+24°C. Длительность увлажнения, необходимая для успешного инфицирования, обратно пропорциональна температуре: при +6°C требуется не менее 25 ч, тогда как при +24°C достаточно 6 ч. Инкубационный период заболевания зависит от температурных условий и составляет в среднем от 6 до 21 суток, сокращаясь при умеренно теплой погоде (+18...+20°C) до 9–17 суток.

Таким образом, модель указывала на длительный инфекционный период с пиком в конце мая – начале июня. Фактические данные наблюдений в саду показали, что видимые симптомы парши – желтые маслянистые пятна на листьях – впервые были зафиксированы в первой декаде мая, в фазу цветения. Это означает, что заражение произошло в конце апреля – начале мая, что соответствует одному из предсказанных моделью периодов риска.



Рис. 3. Агромодель интеллектуальной платформы Agrokeeper, прогнозирующая созревание аскоспор *Venturia inaequalis* на основе данных локальной метеостанции в 2024 г. в яблоневом саду Солнечногорского района Московской области:
 зеленый цвет означает низкоинтенсивные периоды начала и конца развития сезона первичной инфекции, желтый цвет – созревание 50–55% аскоспор, красный цвет – созревание 95–100% аскоспор

Также был сопоставлен прогноз модели развития конидиальной (анаморфной) стадии развития парши яблони с фактическими данными мониторинга. В конце мая – начале июня близилось окончание инкубационного периода аскоспоровой стадии (телиоморфной). Несмотря на то, что модель конидиальной стадии в тот момент еще не демонстрировала значительную активность, условия влажности к началу июня начали создавать предпосылки для развития вторичных инфекций. В первой декаде июня моделью было предсказано несколько эпизодов с уровнями риска от «низкого» до «среднего», обусловленных увлажнением продолжительностью до 35 ч при температурах +15...+16°C. Эти прогнозы были подтверждены ростом фактической пораженности у Мантета до 58,2% уже к 21 июня.

Таким образом, диагностируемые моделью инфекционные окна в начале лета адекватно предвосхищали нарастание симптомов в течение 7–10 дней, что соответствует биологической длительности инкубационного периода *V. inaequalis*.

Наиболее отчетливое совпадение прогноза и фактических наблюдений происходило в июле. Прогнозные данные совпадали с наблюдаемыми вспышками заболевания: уже 1 июля распространенность у Лобо достигала 62,7%, а к 12 июля на всех трех сортах была зафиксирована интенсивная эпифитотия (до 90,3% у Мантета). Дальнейшее развитие эпидемического процесса сопровождалось очередными прогнозами модели о высоком риске заражения в августе. Так, начиная с 14 августа, агро-модель фиксировала «высокий» уровень риска с вероятным появлением симптомов к 26–29 августа. Эти расчеты подтверждаются итоговыми визуальными данными: уже 23 августа все сорта демонстрировали практически полную пораженность листьев (до 100%), что указывает на успешное развитие позднелетней волны инфекции.

Таким образом, агро-модель корректно отражала как интенсивность, так и хронологию развития конидиальных заражений на протяжении всего сезона. Полученные результаты подтверждают ее практическую применимость как инструмента оперативного фитосанитарного мониторинга. Модель может использоваться при планировании и своевременной корректировке схем фунгицидной защиты, позволяя учитывать погодные риски в реальном времени и предупреждать пики эпифитотийного развития болезни.

Обследуемый плодовой сад заложен в типичных для Московской области условиях, преимущественно районированными сортами, поэтому видовой состав возбудителей болезней яблони был относительно распространенным для Центрального региона Нечерноземной зоны РФ. Фитопатологический мониторинг проводили в рамках исследования биологической эффективности фунгицидов против парши. В дополнение к ранее рассмотренным данным обобщенная оценка пораженности листьев яблони различных сортов в 2023 и 2024 гг. демонстрирует значительное усиление эпифитотии в более влажном и теплом сезоне 2024 г.

Наиболее пораженными сортами по совокупности распространенности и развития парши яблони в 2024 г. стали Лобо, Мантет и Мелба: у всех трех показатели приближались или достигали 100% по распространенности и более 76% по развитию. В 2023 г. они также показывали высокую восприимчивость, но интенсивность поражения была существенно ниже – например, у сорта Лобо – 53,5% распространенности и 2% развития.

Сорт Дарк Идол также проявил высокую чувствительность: в 2024 г. распространенность составила 54%, а развитие – 27,4%. Сорт Красное раннее показал прогрессирующую динамику: от 30/13,4% в 2023 г. до 58,5/29,1% в 2024 г. Устойчивыми к патогену остались сорта Имрус и Орловим, показатели поражения у которых в обоих сезонах были нулевыми. Относительно устойчивыми, с минимальной динамикой роста, можно считать также сорта Беркутовское, Валюта, Рождественская, Ханни Крисп.

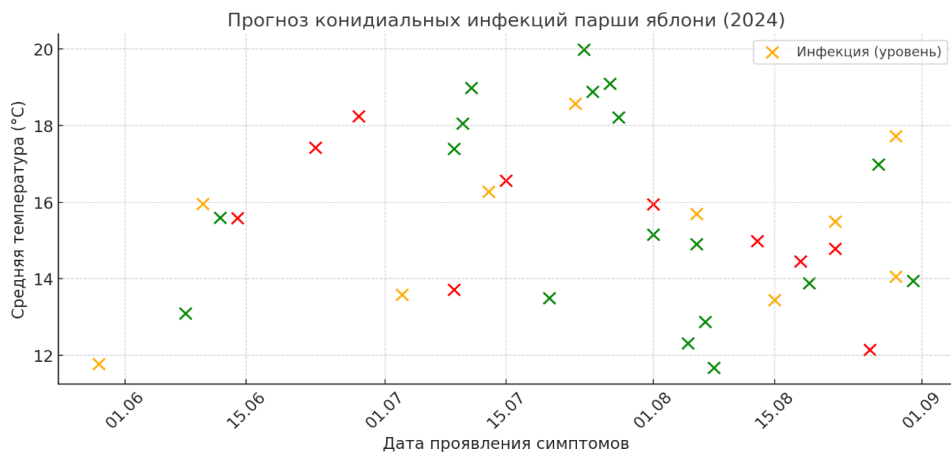


Рис. 4. Прогнозируемые даты проявления симптомов парши яблони и соответствующие им средние температуры. Цвет точек означает прогнозируемый уровень конидиальной инфекции (зеленый цвет – низкий; оранжевый – средний; красный – высокий)

Figure 4. Predicted apple scab symptom onset dates and average temperatures, with conidial infection risk indicated by color: green – low; orange – medium; red – high

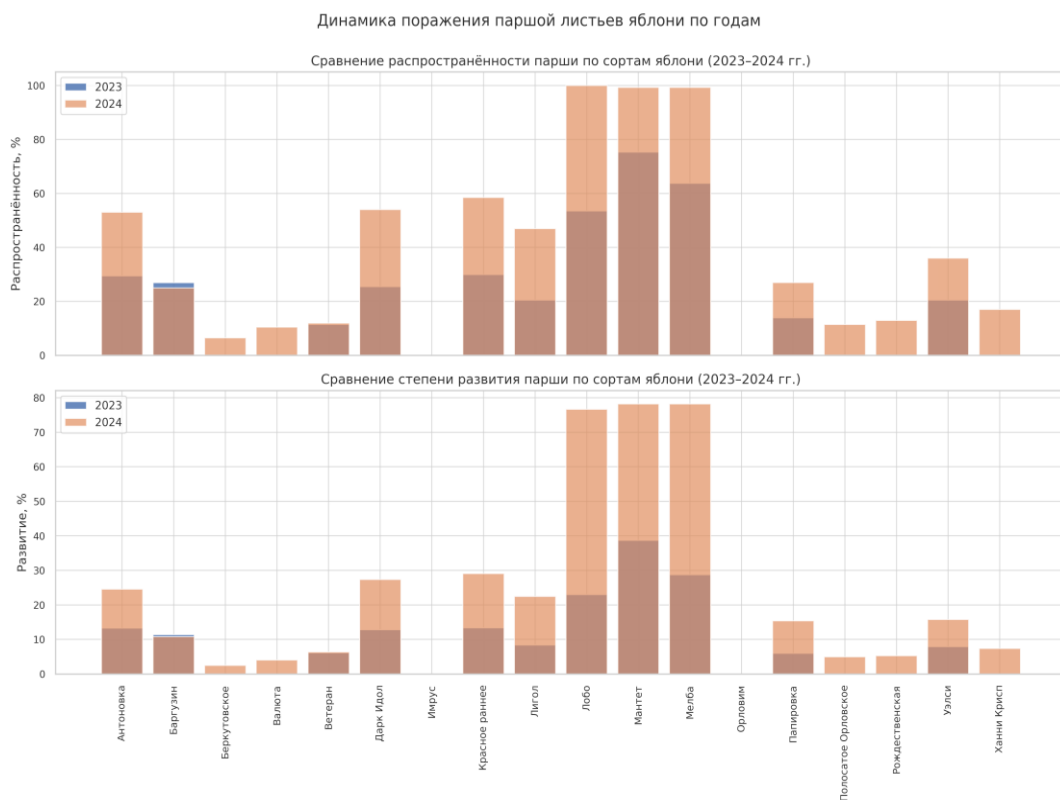


Рис. 5. Поражение паршой листьев яблони разных сортов по годам (Московская область, Солнечногорский район, 2023–2024 гг.)

Figure 5. Scab infestation of apple tree leaves of different varieties (Moscow Region, Solnechnogorsky district, 2023–2024)

Рост пораженности большинства сортов в 2024 г. подтверждает прогностические оценки, сделанные на основании агрометеорологических условий: высокая влажность, благоприятный термический фон, а также более ранний старт вегетации создавали условия для активного первичного заражения как весной, так и в фазу вторичных инфекций летом.

Таблицы с динамикой распространенности и развития парши яблони на сортах Мантет, Мелба и Лобо за 2023 и 2024 гг. наглядно иллюстрируют выраженные отличия нарастания болезни между сезонами (табл. 1, 2).

В 2023 г. развитие инфекции происходило умеренно и с запаздыванием. Наиболее восприимчивым оказался сорт Мантет, у которого к началу августа распространенность заболевания превысила 90%, а развитие достигло 42%. Однако в среднем уровень пораженности был существенно ниже, чем в 2024 г., особенно у сортов Лобо и Мелба. Причиной такого развития болезни стали, вероятно, неблагоприятные для инфекции условия весной и в первой половине лета, что было подтверждено метеоанализом.

Напротив, в 2024 г. парша имела эпифитотийный характер развития. Уже к 1 июля уровень распространенности превысил 60% у всех сортов, а к середине августа достигал 99–100% включая сорт Лобо, который в предыдущем году проявлял устойчивость. Развитие заболевания также происходило ускоренными темпами, особенно с конца июня, и достигало максимальных значений (свыше 60%) к 23 августа. Такая динамика коррелирует с агроклиматическими условиями сезона: высокой влажностью, благоприятной температурой и частыми осадками, особенно в фазе активного роста побегов и листьев.

Таблица 1

Сравнение распространенности парши на листьях яблони сортов Мантет, Мелба и Лобо в вегетационный период 2023–2024 гг.

Table 1

Comparison of apple scab prevalence on leaves of Mantet, Melba, and Lobo varieties during the 2023–2024 growing seasons

2023 г.				2024 г.			
Дата учета	Распространенность парши по сортам яблони						Дата учета
	Мантет	Мелба	Лобо	Мантет	Мелба	Лобо	
–	–	–	–	50	21,8	24,1	29.05.2024
–	–	–	–	40,6	21,2	18	10.06.2024
22.06.2023	61,3	57,7	32	58,2	40,2	9,1	21.06.2024
28.06.2023	58,3	43,4	38,3	79,7	63,3	62,7	01.07.2024
13.07.2023	60,4	51	55,3	90,3	81,7	57,1	12.07.2024
28.07.2023	72,9	54,2	65,7	87,6	82,2	91,1	26.07.2024
10.08.2023	94,9	68,5	55,2	97,3	97,7	97,2	09.08.2024
24.08.2023	95,8	82,3	64,5	99,3	99,3	100	23.08.2024
07.09.2023	88,2	86,3	59,6	–	–	–	–

Таблица 2

**Сравнение развития парши на листьях яблони
сортов Мантет, Мелба и Лобо в вегетационный период 2023–2024 гг.**

Table 2

**Comparison of apple scab development on leaves of Mantet, Melba,
and Lobo varieties during the 2023–2024 growing seasons**

2023 г.				2024 г.			
Дата учета	Развитие парши по сортам яблони						Дата учета
	Мантет	Мелба	Лобо	Мантет	Мелба	Лобо	
–	–	–	–	50	21,8	24,1	29.05.2024
–	–	–	–	40,6	21,2	18	10.06.2024
22.06.2023	61,3	57,7	32	58,2	40,2	9,1	21.06.2024
28.06.2023	58,3	43,4	38,3	79,7	63,3	62,7	01.07.2024
13.07.2023	60,4	51	55,3	90,3	81,7	57,1	12.07.2024
28.07.2023	72,9	54,2	65,7	87,6	82,2	91,1	26.07.2024
10.08.2023	94,9	68,5	55,2	97,3	97,7	97,2	09.08.2024
24.08.2023	95,8	82,3	64,5	99,3	99,3	100	23.08.2024
07.09.2023	88,2	86,3	59,6	–	–	–	–

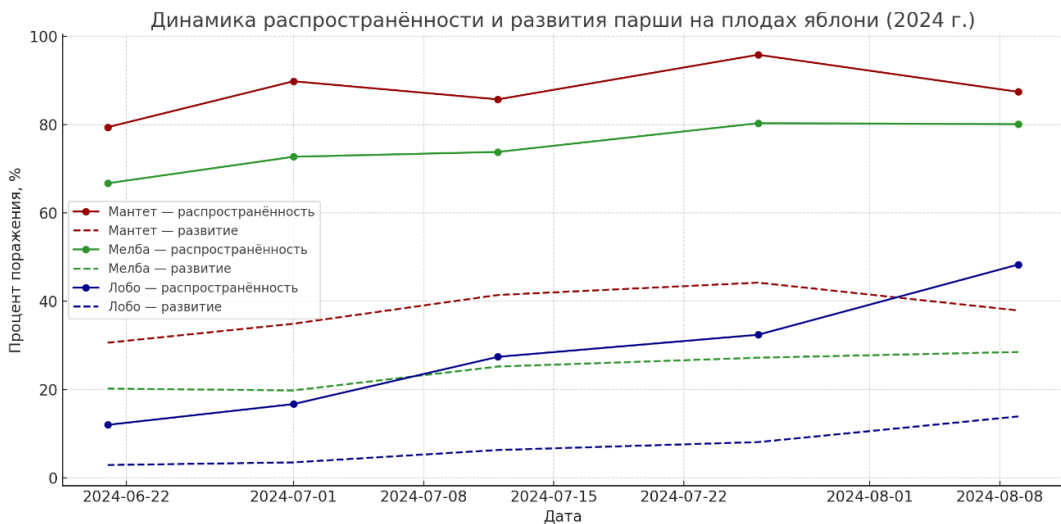


Рис. 6. Динамика распространённости и развития парши на плодах яблони, 2024 г.

Figure 6. Dynamics of scab prevalence and development on apple trees, 2024

Наряду с листовой формой важно учитывать динамику поражения плодов паршой, так как наибольшая вредоносность от парши заключается в потере ими товарного вида. В 2023 г. при учете 10 августа у сорта Мантет распространенность парши на плодах достигла 91,3%, при развитии – 53,4%. У Мелбы и Лобо аналогичные значения наблюдались к 24 августа: 87,1 и 53,7% соответственно. В 2024 г., к 21 июня, поражение плодов у Мантета составило 30,6%, у Мелбы – 20,2%, у Лобо – 2,9%. К 26 июля показатели достигли максимумов: 95,8/44,2% у Мантета; 80,3/27,2% у Мелбы; 32,4/8,1% у Лобо.

Появление симптомов на плодах сорта Мантет начиналось на 2–3 недели раньше, чем у Лобо. Это подтверждает необходимость ранней диагностики и целенаправленной фунгицидной профилактической защиты завязей, особенно в сезоны с высоким инфекционным фоном. Сорт Мелба показала средний уровень поражения по сравнению с другими сортами, тогда как Лобо продемонстрировал наибольшую устойчивость из трех сортов.

Из заболеваний с некрозно-раковыми поражениями ветвей и штамбов в саду встречались: цитоспороз (*Cytospora carphosperma* Fr.), черный рак (*Botryosphaeria stevensii* Shoemaker) и обыкновенный нектриозный рак (*Neonectria* sp.). На некоторых экземплярах деревьев обнаружено заражение полипоровым грибом щелелистником обыкновенным (*Schizophyllum commune* Fr.), в массе распространенным в последние годы в Московском регионе на древесных декоративных растениях (липы, клен, вяз). На двух рядом расположенных деревьях сорта Баргузин в кроне отмечены побеги с листьями, имеющими типичные признаки млечного блеска. А на коре этих деревьев были замечены единичные мелкие сухие сероватые плодовые тела, предположительно, гриба хондростереума пурпурного (*Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar), также вызывающего разрушение коры и древесины.

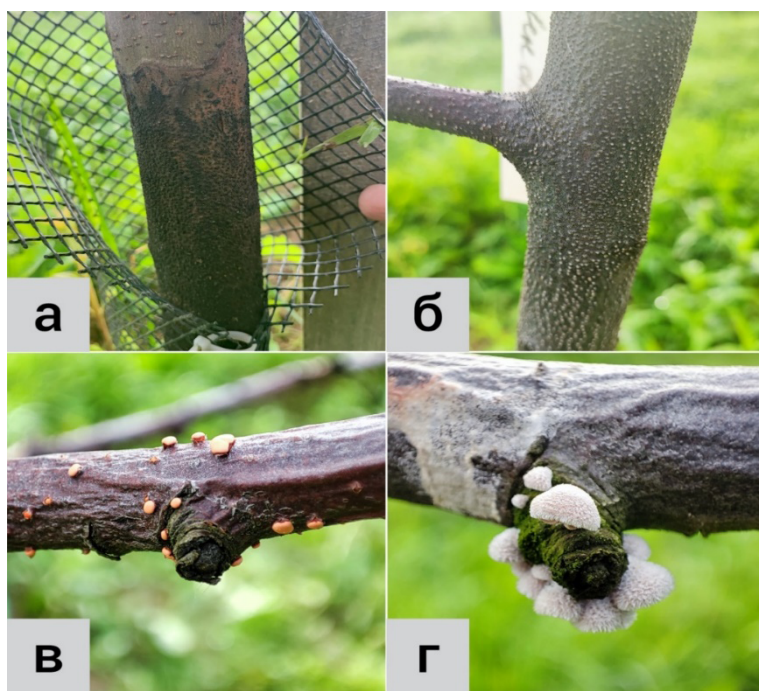


Рис. 7. Некрозно-раковые поражения яблони в саду в Солнечногорском районе Московской области:

а – черный рак; б – цитоспороз; в – обыкновенный нектриозный рак; г – щелелистник обыкновенный

Figure 7. Necrotic and cankerous lesions on apple trees in the Solnechnogorsky orchard:
а – black cancer; б – cytosporosis; в – nectriosis; д – *Schizophyllum commune* Fr.

Наибольшую степень комплексного поражения при выборке из 10 деревьев каждого сорта продемонстрировал сорт Рождественское, у которого диагностированы поражения сразу тремя патогенами с частотой 40% по каждому. Сорта Валюта, Мантет и Мелба имели высокий уровень распространения черного рака: до 50% у Валюты, 40% у Мантета и 30% у Мелбы соответственно. У Антоновки обыкновенной отмечены проявления обыкновенного нектриозного рака (20%).

Систематическое выявление подобных поражений требует корректировки схем и способов санитарной обрезки (в хозяйстве принята обрезка без дезинфекции инструмента) и формирования кроны, а также более тщательный выбор саженцев и размещение новых деревьев в посадочных ямах на удалении от места выпавших ввиду болезни деревьев.

На плодах традиционно распространенными на яблоне были массовые поражения монилиозной плодовой гнилью (*Monilinia fructigena* (Pers.) Honey) с характерными симптомами в виде мягкой коричневой гнили и плотно-слизистого бело-серого налета спороношения. По причине перепадов влажности воздуха образовывались микротрещины в кожуре плодов, при этом выделяющиеся капли сока привлекали ос (сем. Vespidae), разносивших конидии гриба-возбудителя. Это усилило зараженность плодов разных сортов яблони в 2023 г.: Мантет (21,1% – распространенность, 12,2% – развитие); Антоновка обыкновенная (20,6/9,8%), Лобо (17,1/9,9%), Ханни Крисп (17,7/9,5%).

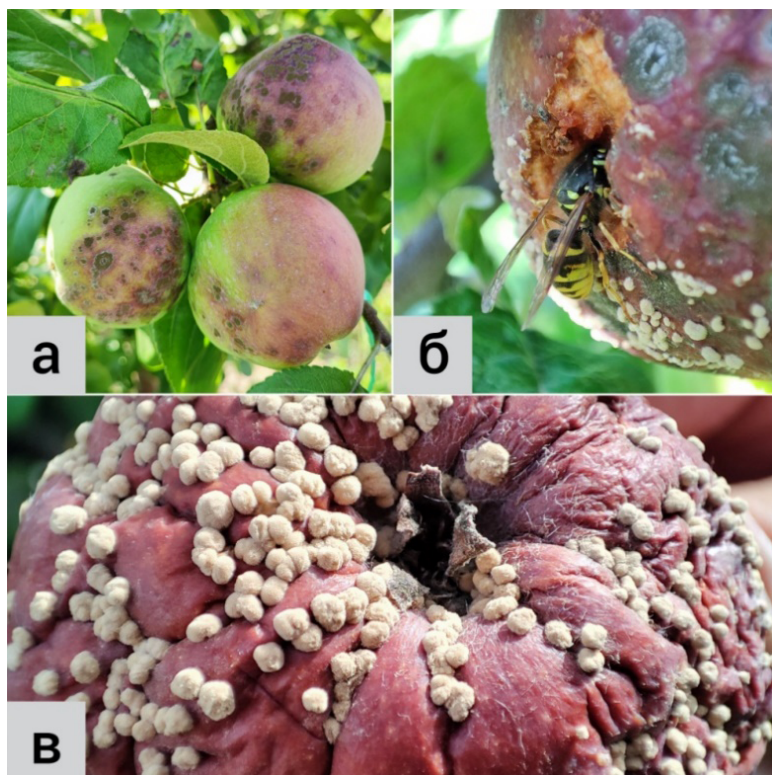


Рис. 8. Болезни яблок в саду в Солнечногорском районе:
а – парша; б – комплексное поражение монилиозом и паршой с повреждением осой;
в – монилиальная плодовая гниль

Figure 8. Apple diseases in the Solnechnogorsky orchard:
a – scab; б – moniliosis/scab complex with wasp damage; c – monilial fruit rot

В 2024 г. интенсивность плодовой гнили значительно усилилась: у Мантета соответствующие показатели распространенности и развития составили 42,3% и 22,2%, у Мелбы – 23,4/11,7%, у Лобо – 22,9/10,1%, у Антоновки – 32/13,8%. Особенно заметным был рост показателей заболевания у деревьев сорта Красного раннего (до 21,7/9,4%), ранее демонстрировавшего относительную устойчивость.

Некоторые сорта – такие, как Папировка, Валюта, Дарк Идол и Орловим, демонстрировали стабильную восприимчивость в течение двух лет. В то же время сорта Имрус, Уэлси и Полосатое Орловское показали низкие уровни поражения, что делает их перспективными для адаптивных схем устойчивого плодового сада.

Таким образом, плодовая гниль остается значимым звеном в комплексе болезней яблони, особенно при повышенной влажности и в случае механических повреждений яблок.

Отдельного внимания заслуживает поражение листьев яблони филлостиктозом. Несмотря на существенно меньшую выраженность по сравнению с паршой, заболевание проявляется ежегодно и способно наносить ущерб в виде снижения ассимиляционной поверхности листьев при благоприятных для возбудителя условиях. Часто симптомы филлостиктоза были отмечены на листьях, пораженных паршой.

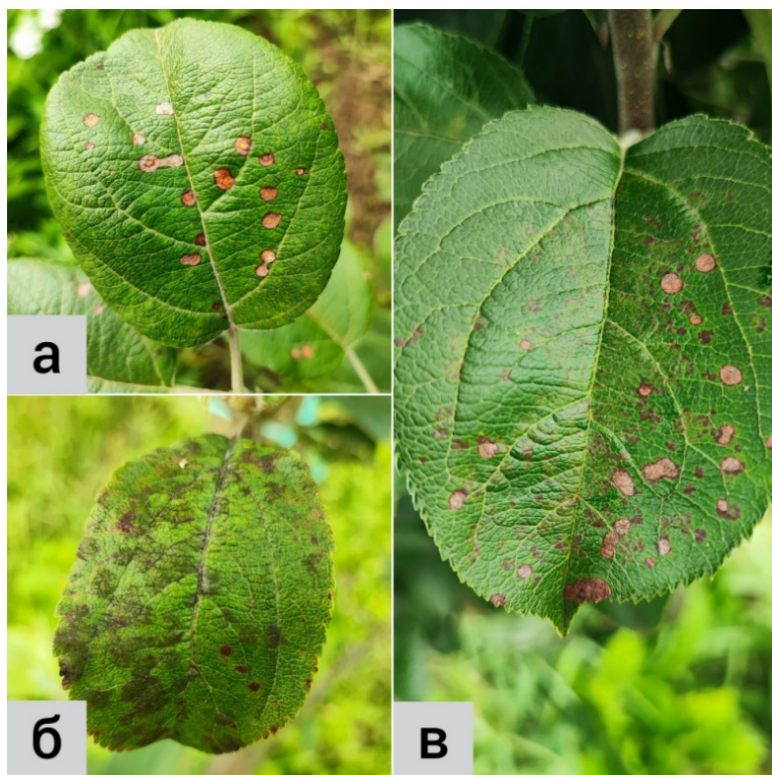


Рис. 9. Пятнистости листьев яблони в саду в Солнечногорском районе Московской области:
а – филлостиктоз; б – парша; в – совместное поражение филлостиктозом и паршой

Figure 9. Apple leaf spots in the Solnechnogorsky orchard:
а – phylostictosis; б – scab; в – joint damage by phylostictosis and scab

В 2023 г. наибольшие показатели распространенности и развития заболевания наблюдали на листьях деревьев сортов Баргузин (22,5/12,8%), Беркутовское (15/8%) и Рождественская (15,5/7,3%). Остальные сорта демонстрировали минимальную восприимчивость к патогену. В 2024 г. ситуация с поражением филлостиктозом осталась сходной, однако у сорта Папировка произошел всплеск заболевания (53,5/25%), что может быть связано с особыми погодными условиями июля-августа и сортовой предрасположенностью. Сорта Дарк Идол, Имрус, Орловим, Полосатое Орловское, Уэлси и Ханни Крисп не проявили симптомов ни в одном из сезонов.

Наряду с паршой и филлостиктозом в исследуемые годы фиксировали поражение яблони мучнистой росой – преимущественно на сортах Ветеран и Мантет. Заболевание проявлялось как на листьях, так и на побегах, в виде характерного мучнисто-белого налета, вызывающего угнетение прироста и снижение декоративной и товарной ценности. В 2023 г. у сорта Ветеран распространенность составила 15,5%, а развитие – 14,5%, что указывает на значительную локальную нагрузку. У сорта Мантет аналогичные показатели были умеренными: 11,5 и 8,5% соответственно. В 2024 г. интенсивность заболевания несколько возросла: у сорта Ветеран распространенность достигла 19,5%, развитие – 15,6%; у Мантета – 15 и 9,9% соответственно. Несмотря на то, что в абсолютных значениях интенсивность поражения мучнистой росой была невысокой, необходимо учитывать ее кумулятивный эффект при систематических вспышках и вовлеченность в комплекс угнетения вегетационного потенциала растений.

Выводы

Conclusions

1. Выявлено достоверное различие между локальными метеоусловиями плодового сада, зафиксированными метеостанцией KaipoMini, и данными региональной метеостанции, расположенной на расстоянии 13 км от сада, что подчеркивает важность микроклиматического мониторинга. Интеграция локальных данных в прогностические модели повысит точность оценки фитопатогенной опасности и позволит адаптировать схемы защиты к конкретным условиям сада.

2. Прогностические данные агромоделей развития парши сервиса Agrokeep в рамках исследований показали хорошую сопоставимость с фактическими данными полевых визуальных учетов оценки распространенности болезни. Модель может использоваться при планировании и своевременной корректировке схем фунгицидной защиты, позволяя учитывать погодные риски в реальном времени и предупреждать пики эпифитотийного развития болезней.

3. Сравнительный анализ сортов яблони выявил стабильную высокую восприимчивость Мантета, Лобо и Мелбы к парше яблони, особенно в условиях эпифитотийного 2024 г., что требует усиленного мониторинга и приоритетной защиты этих сортов. Сорта Имрус и Орловим подтвердили полевую устойчивость к парше в течение двух сезонов, что делает их перспективными для интегрированных схем устойчивого садоводства.

4. Филлостиктоз, несмотря на более слабое развитие по сравнению с паршой, продемонстрировал значительное распространение у отдельных сортов, особенно у Папировки в 2024 г., и также требует целенаправленного контроля при соответствующих погодных условиях.

5. Плодовая гниль, развивающаяся на поздних этапах вегетации, особенно в условиях повышенной влажности и после механических повреждений, показала усиление в 2024 г., требующее дополнительных мероприятий по защите плодов.

Список источников

1. Мережко О.Е., Аминова Е.В. Анализ современного сортимента и динамики выращивания яблони (*Malus domestica* Borkh.) в садоводстве России // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 16, № 3 (78). С. 94–100. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_94
2. Трунов Ю.В., Соловьев А.В., Куличихин И.В. Модели продуктивности современных яблоневых садов в средней полосе России // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2022. № 2 (69). С. 12–17. EDN: BFXZCE
3. Трунов Ю.В. Проблемы развития садоводства России как управляемой развивающейся системы // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2015. Т. 42. С. 297–299. EDN: UDECCD
4. Упадышев М.Т., Макаров С.С., Упадышева Г.Ю. Устойчивость яблони к высокотемпературному стрессу // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2024. № 1. С. 89–99. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-1-89-99>
5. Упадышев М.Т., Макаров С.С., Упадышева Г.Ю. Особенности органогенеза и оздоровления клонового подвоя яблони от вирусов путем комплексной терапии *in vitro* // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 1. С. 93–107. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2025-1-93-107>
6. Седов Е.Н., Корнеева С.А., Янчук Т.В. Роль отечественной селекции в совершенствовании сортимента яблони в России // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2021. № 4. С. 17–19. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/4/17-19>
7. Антоненко В.В., Зубков А.В., Кручина С.Н. Особенности развития грибных болезней яблони и груши в условиях Нечерноземья // *Вестник аграрной науки*. 2020. № 2 (83). С. 9–14. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.2.9>
8. Каширская Н.Я., Кочкина А.М. Современные системы защиты насаждений яблони от парши // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33, № 2. С. 50–51. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10212>
9. Кумахова Т.Х., Белошапкина О.О., Воронков А.С., Рябченко А.С. Морфофункциональная характеристика листьев и плодов *Maloideae* Werber. (*Rosaceae* Juss.): б). Роль поверхностных тканей в формировании устойчивости к грибным болезням // *Труды прикладной ботаники, генетики и селекции*. 2019. Т. 180, вып. 2. С. 95–101. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-95-101>
10. Kumakhova T.Kh., Beloshapkina O.O., Voronkov A.S. The *Maloideae* (*Rosaceae*) Structural and Functional Features Determining Passive Immunity to Mycosis. *Asian Journal of Research in Botany*. 2019;2(1):39-51. <https://journalajrib.com/index.php/AJRI/article/view/15>
11. Holb I.J. Fungicide Resistance and Management of Apple Scab (*Venturia inaequalis*) in Europe: A Review. *Crop Protection*. 2017;97:52-59
12. Holb I.J., Heijne B., Withagen J.C.M. Analysis of Apple Scab (*Venturia inaequalis*) Epidemics and the Development of a Forecasting model for integrated disease management. *European Journal of Plant Pathology*. 2015;143(3):511-524
13. Trapman M. RIMpro: A Decision Support System for Integrated Pest Management in Fruit Production. *IOBC-WPRS Bulletin*. 2015;112:13-20
14. Blažek J., Vaněk D. Diseases of Apple Trees and Their Control. *Horticultural Science (Prague)*. 2016;43(1):1-7
15. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Отв. ред. В.И. Долженко; МСХ РФ, РАСХН, ГНУ ВНИИЗР. Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН, 2009. 379 с. EDN: WERHOZ

16. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // *Труды по сельскохозяйственной метеорологии*. 1928. Вып. 20. С. 165–177.
17. Переведенцев Ю.П., Шарипова Р.Б., Важнова Н.А. Агроклиматические ресурсы Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур // *Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле»*. 2012. Вып. 2. С. 120–126. EDN: PAENXT
18. Кузнецов Г.В. Excel: условное форматирование с помощью формул // *Вестник Уфимского государственного нефтяного технического университета*. 2025. № 3. С. 12–18. EDN: PQKIFN
19. Елисеев И.П., Елисеева Л.В., Дмитриев В.Л. Данные метеостанций и продуктивность полевых культур в условиях недостаточного увлажнения // *VII Международная научно-практическая конференция «Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Чебоксары, 15 ноября 2023 г.)*. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. С. 55–61. EDN: CQFNHC
20. Макушин А.Н., Васильев С.А., Брумин А.З. Применение интеллектуальных систем мониторинга Каірос для прогнозирования развития болезней и вредителей растениеводческой продукции // *Международная научно-практическая конференция «Инновационные достижения науки и техники АПК» (г. Самара, 11-12 декабря 2019 г.)*. Самара: РИО Самарского ГАУ, 2019. С. 503–506. EDN: LXYNUK

References

1. Merezhko O.E., Aminova E.V. Analysis of the assortment and dynamics of cultivation of apple tree (*Malus domestica* Borkh.) in horticulture in Russia. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3(78)):94-100. (In Russ.) https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_94
2. Trunov Yu.V., Soloviev A.V., Kulichikhin I.V. Productivity models of modern apple gardens in central Russia. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2022;(2(69)):12-17. (In Russ.)
3. Trunov Y.V. Problems of Russian horticulture as a manageable evolving system. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2015;42:297-299. (In Russ.)
4. Upadyshev M.T., Makarov S.S., Upadysheva G.Yu. Apple tree resistance to high temperature stress. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2024;(1):89-99. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-1-89-99>
5. Upadyshev M.T., Makarov S.S., Upadysheva G.Yu. Peculiarities of organogenesis and recovery of apple tree clonal rootstock from viruses using complex in vitro therapy. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025;(1):93-107. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2025-1-93-107>
6. Sedov E.N., Korneeva S.A., Yanchuk T.V. The role of domestic breeding in improving the apple assortment in Russia. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2021;(4):17-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/4/17-19>
7. Antonenko V.V., Zubkov A.V., Kruchina S.N. Peculiarities of the development of apple trees and pear fungous diseases under the conditions of Non-Black Earth zone. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020;(2(83)):9-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.2.9>
8. Kashirskaya N.I., Kochkina A.M. Modern apple orchard protection systems against scab. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*. 2019;33(2):50-51. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10212>

9. Kumakhova T.Kh., Beloshapkina O.O., Voronkov A.S., Ryabchenko A.S. Morphofunctional characteristics of leaves and fruits in Maloideae (Rosaceae): b) The role of surface tissues in the formation of resistance to fungal diseases. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2019;180(2):95-101. (In Russ.) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-95-101>
10. Kumakhova T.Kh., Beloshapkina O.O., Voronkov A.S. The Maloideae (Rosaceae) Structural and Functional Features Determining Passive Immunity to Mycosis. *Asian Journal of Research in Botany*. 2019;2(1):39-51. <https://journalajrib.com/index.php/AJRIB/article/view/15>
11. Holb I.J. Fungicide Resistance and Management of Apple Scab (*Venturia inaequalis*) in Europe: A Review. *Crop Protection*. 2017;97:52-59.
12. Holb I.J., Heijne B., Withagen J.C.M. Analysis of Apple Scab (*Venturia inaequalis*) Epidemics and the Development of a Forecasting model for integrated disease management. *European Journal of Plant Pathology*. 2015;143(3):511-524.
13. Trapman M. RIMpro: A Decision Support System for Integrated Pest Management in Fruit Production. *IOBC-WPRS Bulletin*. 2015;112:13-20.
14. Blažek J., Vaněk D. Diseases of Apple Trees and Their Control. *Horticultural Science (Prague)*. 2016;43(1):1-7.
15. *Methodical guidelines for registration tests of fungicides in agriculture*. Ed. by V.I. Dolzhenko. St. Petersburg, Russia: All-Russian Institute of Plant Protection, 2009:379. (In Russ.)
16. Selyaninov G.T. On the agricultural evaluation of climate. *Trudy po selskokhozyaistvennoy meteorologii*. 1928;(20):165-177. (In Russ.)
17. Perevedentsev Yu.P., Sharipova R.B., Vazhova N.A. Agroclimatic resources of the Ulyanovsk region and their impact on the yield of crops. *Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle*. 2012;(2):120-126. (In Russ.)
18. Kuznetsov G.V. Excel: conditional formatting using formulas. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo neftyanogo tekhnicheskogo universiteta*. 2025;(3):12-18. (In Russ.)
19. Eliseev I.P., Eliseeva L.V., Dimitriev V.L. Weather station data and productivity of field crops under conditions of insufficient moisture. *VII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Nauchno-obrazovatelnye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki selskokhozyaystvennoy produkcii'*. November 15, 2023. Cheboksary, Russia: Chuvash State Agrarian University, 2023;55-61. (In Russ.)
20. Makushin A.N., Vasiliev S.A., Brumin A.Z. Application of Kaipos intelligent monitoring systems for predicting the development of plant diseases and pests. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Innovatsionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK'*. December 11-12, 2019. Samara, Russia: Samara State Agrarian University, 2019:503-506. (In Russ.)

Сведения об авторах

Илья Сергеевич Касатов, младший научный сотрудник учебно-научного консультационного центра «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: bkbz@bk.ru; <https://orcid.org/0009-0001-7192-1259>

Ольга Олеговна Белошапкина, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры защиты растений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный

аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: beloshapkina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8564-8142>

Андрей Александрович Хохлов, агроном учебно-научного консультационного центра «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: akhokhlov97@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0009-1320-0806>

Information about the authors

Ilia S. Kasatov, Junior Research Associate at the Educational and Scientific Consulting Center “Agroecology of Pesticides and Agrochemicals”, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: bkbz@bk.ru; <https://orcid.org/0009-0001-7192-1259>

Olga O. Beloshapkina, DSc (Ag), Professor, Professor at the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: beloshapkina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8564-8142>

Andrey A. Khokhlov, Agronomist at the Educational and Scientific Consulting Center “Agroecology of Pesticides and Agrochemicals”, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: akhokhlov97@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0009-1320-0806>