

УДК 632.4:634.11:504.03

## ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ АНТРОПОГЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ МИКОПАТОСИСТЕМАМИ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ФИТОСАНИТАРНОЙ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ

Якуба Г.В., канд. биол. наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»,  
(Краснодар)*

**Реферат.** За период 2011-2014 гг. установлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на структуру современных микопатоценозов. К ним относятся стрессовые погодные условия периода покоя и вегетации; состояние субстрата; специфические взаимодействия между грибами; антропогенные воздействия на агроценоз; нарушение агротехники. Выделены основные способы антропогенного управления, позволяющие предотвратить или сдержать фитосанитарную дестабилизацию в агроценозах яблони. Они представляют собой комплекс организационных, мониторинговых, агротехнических мероприятий и позволяют разрабатывать механизмы фитосанитарной устойчивости агроэкосистем яблони.

**Ключевые слова:** яблоня, агроценоз, микопатогены, абиотические факторы, антропогенное воздействие, фитосанитарная устойчивость

**Summary.** The factors with the greatest impact on the structure of modern mycopathocenoses for the 2011-2014 period are determined. These factors are the stressful weather conditions of vegetation and resting period; the condition of the substrate; the specific interactions between funguses; the anthropogenic impact on the agric cenoses; the violation of farming. The basic ways of anthropogenic control to prevent or deter the phytosanitary destabilization of apple agric cenoses are determined. They are the complex of organizational, monitoring and agricultural actions and they allow to develop the mechanisms of phytosanitary stability of apple-tree agric ecosystems.

**Key words:** apple-tree, agric cenoses, mycopathogens, abiotic factors, anthropogenic impact, phytosanitary stability

**Введение:** Ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах сельскохозяйственных культур отмечают многие исследователи, связывая эту проблему не только с резким возрастанием комплекса антропогенных воздействий на глобальные процессы в биосфере Земли, но и с факторами техногенно-интенсивной системы земледелия (в том числе монокультура, генетически однородные сорта и гибриды, крупномасштабные поля, однотипные технологии возделывания культур, орошение, широкое использование пестицидов) [1]. Несоответствие условий внешней среды адаптационным особенностям культурных растений не только снижает их устойчивость к абиотическим и биотическим факторам среды, но и эффективность применения пестицидов.

В настоящее время фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем требует не просто специального подбора средств и технологий ограничения вредных видов, но и разработки новых методологических подходов [1]. Ставится задача совершенствования систем защиты и повышения их эффективности и экологической безопасности на основе перехода к антропогенному управлению динамикой численности и адаптивными процессами в агроэкосистемах.

Целью исследований являлось выявление факторов, оказывающих наибольшее влияние на видовое разнообразие, распространение, численность микопатогенов в агроценозе наземной части яблони и на этой основе определение основных способов антропогенного управления, позволяющих формировать механизмы фитосанитарной устойчивости агроэкосистем яблони.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследований являлся комплекс возбудителей микозов наземной части растения яблони.

Исследования проведены в различных зонах садоводства:

- в прикубанской зоне в центральной подзоне – ЗАО «ОПХ Центральное» (г. Краснодар); ОАО «Агроном», ЗАО «Виктория-92» Динского района; в восточно-кубанской подзоне – ЗАО КСП «Дружба» Гулькевичского района;
- в степной зоне в северо-восточной подзоне – ЗАО «Виктория» Кавказского района;
- в предгорной зоне – КХ «Мускат» Майкопского района Республики Адыгея.

Исследования выполнены методами лабораторных анализов, маршрутных обследований учетов в полевом стационаре по общепринятым и адаптированным методикам [2], в том числе при выявлении закономерностей изменения функциональной структуры наземных микопатосистем яблоневых агроценозов в современных средовых условиях региона использованы основные положения агробиоценологии [3] и популяционной биологии фитопатогенных грибов [4].

Определение видового состава микопатогенов яблони проводилось в лабораторных условиях с использованием стандартных методик и определителей [5, 6].

**Обсуждение результатов.** В 2014 году было изучено влияние абиотических факторов (температура, осадки) и антропогенных воздействий на основные параметры функциональной структуры микопатогенов наземной части яблони в насаждениях Краснодарского края и Республики Адыгея: видовой состав, распространение, генеративная численность, фитопатогенная активность. Результаты исследований и сравнительный анализ с периодом 2011-2013 гг. позволили установить факторы, оказывающие наибольшее влияние на структуру современных наземных микопатогенов.

Отмечено, что при повреждении растений яблони аномально низкими температурами возрастает вредоносность возбудителей некрозов коры. На сорте Флорина, который является недостаточно морозоустойчивым [7], зимой 2013 года кора деревьев была повреждена низкими температурами. В ранневесенний период 2014 года произошло заражение поврежденных участков коры возбудителями поверхностного некроза *Cryptosporiopsis malicorticis* (Cordley) Nannf. и антракноза *Cryptosporiopsis curvispora* (Pk.) Gremmen (syn. *Gloeosporium perennans* Zelleret Childs). Распространение данных патогенов на стволах и скелетных ветвях достигало на отдельных участках соответственно 36 и 19%. От этих очагов к 3-й декаде июня инфекция распространилась на 1,8% однолетних побегов.

Главным способом снижения первичного инокулюма этих возбудителей и предотвращения заражения побегов и плодов является комплекс агротехнических мероприятий, проведенный, в том числе, на основе результатов мониторинговых исследований: в зимний или ранневесенний период – до начала распространения инфекции – детальное обследование насаждений по обнаружению деревьев с признаками поверхностного некроза и антракноза коры, в первую очередь в садах, где обнаруживаются симптомы болезни на плодах и однолетних побегах; проведение вырезки с последующим сжиганием усохших пораженных ветвей и коры, очистка и дезинфекция язв 1%-м раствором медного купороса и покрытие их краской или садовым варом, защита от солнечных и морозобойных ожогов – осенью и весной побелка штамбов и оснований скелетных ветвей деревьев 15-20%-м известковым молоком; в течение вегетации – удаление поросли, а также повышение устойчивости деревьев: своевременные обрезка и внесение удобрений; в орошаемых садах – регулярные поливы; при закладке новых насаждений – подбор сортов, хорошо адаптированных к местным условиям [8].

После повреждения растений яблони отрицательными температурами в фазу «обособление бутонов» увеличивается вредоносность возбудителей микозных усыханий, в

том числе черного рака *Botryosphaeria obtuse* (Schw.) Schoem. (syn. *Sphaeropsis malorum* (Berk.) Berk.), телеоморфа *Physalospora cydoniae* Arn. В 2014 году произошло раннее заражение патогеном листьев: во 2-й декаде мая. Отмечено увеличение, в сравнении с периодом 2010-2013 гг., количества инфицированных листьев и степени их поражения: ранее максимально 1 балл, в 2014 г. – 5 баллов. Известно, что возбудитель может быть доминирующим грибным патогеном при отсутствии защиты фунгицидами, в частности в насаждениях иммунных к парше сортов (Прима, Флорина) [9].

В результате подмерзания однолетних побегов после возвратных заморозков весны 2014 года произошло активное заражение их возбудителем обыкновенного рака. В июне было зафиксировано образование на этих побегах конидиальной стадии патогенна *Cylindrocarpon mali* (Allescher) Fr., телеоморфа *Dialonectria galligena* (Bres.) Petch. (syn. *Nectria galligena* Bres.), что ранее отмечалось крайне редко. Во второй половине лета инфекция распространялась на ветви второго порядка с последующим их отмиранием. Из методов регулирования численности возбудителей черного и обыкновенного рака первоочередную роль играют агротехнические мероприятия, повышающие устойчивость деревьев к неблагоприятным факторам, а также снижающие запас инфекции.

На сортах, чувствительных к понижению температур в начальном периоде вегетации, за последние 3-5 лет усиливается активность листостебельных инфекций. В 2014 году после возвратных заморозков апреля было выявлено интенсивное заражение сорта Айдаред возбудителем пятнистости листьев *Hendersonia mali* Thuem. Инфицирование характеризовалось как раннее – 3-я декада мая.

Степень поражения в этот срок достигла максимальных значений – 5 баллов. Уменьшение распространения заболевания в начальном периоде вегетации может быть достигнуто на основе повышения устойчивости деревьев к неблагоприятным факторам, в том числе вышеуказанными агротехническими мероприятиями.

При выпадении аномального количества осадков в мае-июне (2-3 нормы) возрастает паразитическая активность возбудителя поверхностного некроза коры и спелой гнили плодов *Cr. malicorticis*. В таких погодных условиях начало паразитирования возбудителя антракноза на плодах отмечается уже в фенофазу яблони «плод-лещина». Нашими исследованиями показано, что симптоматика болезни на плодах характеризуется на юге России достаточно разнообразными диагностическими признаками [8]. Таким образом, в сравнении с 2011-2013 гг. [10], происходит более раннее инфицирование плодов, которые впоследствии при высокой степени поражения могут опадать. Кроме того, отмечается тенденция к возрастанию интенсивности поражения плодов: средний балл интенсивности поражения в 2012-2013 гг. составил  $0,04 \pm 0,01$ , в 2014 году –  $0,2 \pm 0,03$ .

Увеличение вредоносности *Cr. malicorticis* характеризует и его участие в микопатогенном комплексе, который он образует с возбудителем мучнистой росы *Podosphaera leucotrictha* (Ell. et Ev.): возбудитель поверхностного некроза коры заражает побеги, ослабленные поражением мучнистой росой.

Эпидемические особенности гриба свидетельствуют о том, что при нарастании в регионе частоты наступления аномально погодных условий – низких зимних температур и (или) возвратных заморозков в апреле, с выпадением в апреле-мае большого количества осадков – следует ожидать увеличения распространения и интенсивности поражения им яблони. Поэтому дополнительным способом ограничения распространения и численности микопатогена являются специальные обработки фунгицидами в течение вегетации: до начала заражения плодов – до наступления фенофазы «плод – грецкий орех».

При возрастании частоты наступления экстремальных погодных условий в регионе на яблоне увеличивается плотность популяций факультативно-сапротрофных и сапротрофных грибов. Так, при наступлении возвратных заморозков в апреле 2014 года, воз-

росла вредоносность грибов рода *Fusarium*, адаптированных к низким температурам благодаря способности образовывать хламидоспоры и склероции.

В сравнении с 2010-2013 гг. [10], увеличилась частота поражения яблони видами *F. sporotrichioides* Sherb. [W&R, GBJ], *F. proliferatum* (Matsush.) Nirenberg, *F. langsethiae* Torp and Nirenberg и *F. sambusinum* Fuskel в период цветения с последующим развитием гнили сердцевины плодов. Ранее из гнилей сердцевины плодов преобладала альтернариозная: из 10 случаев гнили в 8-9 случаях она вызывалась *Alternaria spp.*, в 1-2 случаях – *Fusarium spp.*, в 2014 году соотношение изменилось – 5-6:5-4. Из антропогенных воздействий, оказывающих влияние на структуру микопатогеноза яблони, наибольшее значение приобретают нарушение регламентов применения пестицидов и агротехники.

Отсутствие должного применения инсектицидов приводит к очаговому размножению зеленой яблонной тли *Aphis pomi* Deg. На заселенных тлей побегах увеличивается заражение листьев возбудителями филлостиктоза *Phyllosticta spp.*: на листьях яблони, имеющих микронекрозы вследствие питания тли, распространение болезни максимально составляет 30%, интенсивность ее развития – 12 %, то есть происходит возрастание вредоносности патогена. Ограничение распространения филлостиктоза в таких случаях достигается методами мониторинга динамики численности тли, своевременным применением инсектицидов.

Отсутствие санитарной обрезки в межвегетационный период, в том числе вырезки усохших побегов и ветвей, приводит к многочисленным перезаражениям и ежегодному возрастанию распространения возбудителей инфекционного усыхания, в том числе цитоспороза *Cytospora spp.* К началу вегетации 2014 года средний процент распространения болезни составил  $72,3 \pm 0,7$  (в 2011 г. – 62,9, в 2012 г. – 71,4, в 2013 – 71,8).

Установлено, что возбудитель альтернариоза *Alternaria alternata* (Fr.: Fr.) Keissler для сохранения инфекционного начала в период покоя яблони, помимо хламидоспор и спор на опавших листьях, формирует скопления спор на усыхающих и полностью отмерших ветвях яблони, а также на не замазанных спилах ветвей, то есть установлено биологическое значение спор как приспособительного механизма. Поэтому основное воздействие на формирование инокулюма гриба в межсезонье оказывает такой фактор, как лимитирование субстрата. Прежде всего, данный фактор определяется уровнем антропогенного воздействия: наличие и качество агротехнических мероприятий в осенне-зимний период (корчевка усохших деревьев, обрезка и удаление из сада отмерших ветвей, зачистка с последующей дезинфекцией спилов ветвей).

Появление субстрата для сапротрофной стадии гриба зависит, главным образом, от наличия погодных стрессоров в течение всего года. В гембиотрофной и биотрофной фазах гриб формирует на пораженных органах яблони различные морфологические структуры: мицелий в семенной камере плодов, споры на листьях, скопления спор на ослабленных ветвях. Следовательно, защита от гриба в вегетацию должна строиться на сочетании применения фунгицидов с агротехническими мероприятиями и мероприятиями, повышающими устойчивость растений к стрессам.

Под влиянием комплексного воздействия абиотических (аномально низкие температуры зимой), а также антропогенных факторов (нарушение агротехники, в том числе отсутствие мер по замазке ран и трещин от мороза, повреждений почвообрабатывающими орудиями) происходит возрастание [11] вредоносности и расширение спектра ксилотрофных грибов, ассоциированных с яблоней.

В 2014 году выявлены следующие виды дереворазрушающих грибов: *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst. – трутовик опаленный; *Coriolus hirsutus* (Fr.) Quel. (*Trametes hirsuta*) – шерстистый кожистый трутовик (траметес жестковолосистый); *Ganoderma lucidum* (Leys.) Karst. – трутовик лакированный. Отсутствие лечения повреждений коры (морозобойных ран, солнечных ожогов и др.) и, следовательно, их заживления, приводит к

перезаражениям дереворазрушающими грибами. Так, плодовые тела щелелистника обыкновенного *Schizophyllum commune* Fr. к началу вегетации обнаруживались на 5,3% деревьев, средний балл интенсивности поражения штамбов и ветвей составил  $2,6 \pm 0,2$ .

Отсутствие замазки спилов и срезов ветвей способствует заселению их не только щелелистником, но и возбудителем черни *Fumagovagans* Pers. ex Sacc.: к началу вегетации 2014 г. средний процент распространения болезни составил  $37,2 \pm 0,8$ .

В то же время в микопатосистемах яблони происходит увеличение числа полезных видов. В 2014 году впервые для региона Западного Предкавказья установлен факт проявления паразитических свойств гриба *Botritis cinerea* Fr. в отношении *Cr. curvispora*: выявлено развитие спороношения *B. cinerea* на ветви, пораженной антракнозом, популяция микофила – летняя. На микопаразитизм *B. cinerea* в отношении возбудителя антракноза винограда *Sphaceloma ampelinum* de By. указывал О.Л. Рудаков [12].

В результате исследований выявлены закономерности и установлены тенденции изменения функциональной структуры наземных микопатосистем яблоневых агроценозов в современных средовых условиях региона:

- изменение видовой и родовой структуры, показателей численности, а также пространственной и временной частоты встречаемости видов, в том числе: расширение видового состава патогенов, входящих в группу доминантов; появление новых видов фитопатогенных грибов; сохранение и развитие групп и отдельных видов микопатогенов, устойчивых к возрастанию частоты погодных стрессов (экологически пластичных), в том числе факультативно-сапротрофных и сапротрофных грибов рода *Fusarium*, *A. alternata*, *F. vagans* и др. – расширение их видового разнообразия, встречаемости, вредоносности;
- возрастание паразитических свойств у грибов, которые ранее не считались агрессивными;
- возрастание вредоносности популяций ранее малозначимых видов на участках яблони, поврежденной погодными стресс-факторами; в насаждениях с наличием сильных повреждений стрессами отмечается перестройка качественного состава патогенного комплекса: развитие редко встречающихся видов, увеличение числа доминирующих видов;
- усиление процесса образования грибных ассоциаций, расширение спектра микофильных грибов.

Таким образом, из четырех классов динамических явлений, характеризующих в современных условиях степень трансформации экосистем [13], в агроэкосистеме наземной части яблони отмечаются: расширение круга доминирующих видов, сходных по экологическим характеристикам; интенсификация адапциогенеза в виде модификационной ненаследственной изменчивости, отмечаемая у консументов различных уровней; биологические инвазии, приводящие к расширению видовых ареалов. Колебания значений абиотических параметров, являясь факторами адаптации изученных грибов, могут способствовать изменению их ареала.

Как известно, к биоценоотическим факторам устойчивости относятся, в частности, высокое видовое разнообразие фитопатогенов и вредителей, устойчивый видовой состав биоты, большой видовой и численный состав полезных видов [14].

Полученные результаты позволили сделать вывод о нестабильности функциональной структуры наземных микопатосистем яблоневых агроценозов, что является результатом воздействия абиотических факторов и антропогенного воздействия, в ряде случаев – их комплексного взаимодействия.

**Выводы.** В результате проведенных нами исследований установлены основные факторы, оказывающие наибольшее влияние на структуру современных наземных микопатогенов яблони.

К этим факторам относятся:

- стрессовые погодные условия – экстремально низкие температуры в межвегетационный период и в начальном периоде вегетации; аномальное количество осадков в мае-июне;
- состояние субстрата;
- специфические взаимодействия между грибами в конкретном агроценозе (совместная колонизация субстрата возбудителями цитоспороза, обыкновенного рака, черного рака, а также возбудителями цитоспороза и грибами рода *альтернария*; образование микопатоконплексов);
- антропогенные воздействия на агроценоз;
- снижение общей культуры земледелия, в частности в результате нарушения агротехники.

Возрастание частоты встречаемости погодно-климатических стрессов при недостаточной адаптационной способности к ним у возделываемых сортов плодовых культур, отсутствии полного комплекса агротехнических мероприятий в силу недостаточных материальных и людских ресурсов приводит к ежегодному ухудшению фитосанитарного состояния насаждений яблони.

В таких условиях основные способы антропогенного управления представляют собой комплекс организационных, мониторинговых, агротехнических мероприятий:

- детальное обследование насаждений по выявлению деревьев, пораженных возбудителями микозных усыханий, с признаками некрозов коры, наличием ксилотрофных грибов – в зимний или ранневесенний период, до начала распространения инфекции этих грибов;
- агротехнические мероприятия, способствующие снижению первичного запаса инокулюма фитопатогенов – замазка спилов ветвей, лечения ран и трещин термического, механического и инфекционного происхождения, ликвидация субстратов для развития сапротрофов и факультативных сапротрофов;
- дополнительные обследования насаждений после наступления аномальных погодных условий; при выявлении повреждений стресс-факторами проведение необходимых защитно-профилактических мероприятий;
- повышение устойчивости деревьев: своевременные обрезка и внесение удобрений; в орошаемых садах – регулярные поливы; при закладке новых насаждений – подбор сортов, хорошо адаптированных к местным условиям;
- специальные обработки фунгицидами в течение вегетации против возбудителей заболеваний коры, гнилей сердцевины плодов;
- соблюдение регламентов применения фунгицидов и инсектицидов, в том числе недопущение сокращения объемов проведения защитных мероприятий в связи с повышением цен на пестициды;
- исследования по поиску эффективных штаммов аборигенных популяций грибов-антагонистов.

Обоснованные способы позволяют на первом этапе сдерживать фитосанитарную дестабилизацию в агроценозах яблони, в дальнейшем разрабатывать механизмы фитосанитарной устойчивости агроэкосистем яблони.

### Литература

1. Павлюшин, В.А. Антропогенная трансформация агроэкосистем и ее фитосанитарные последствия / В.А. Павлюшин, С.Р. Фасулати, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Нефедова. – СПб.: ВИЗР, 2008. – 120 с.
2. Фитосанитарный и токсикологический мониторинг в садах и ягодниках. – Краснодар, 2002. – 57 с.
3. Зубков, А.Ф. Агробιοοценология / А.Ф. Зубков. – СПб., 2000. – 205 с.
4. Дьяков, Ю.Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов / Ю.Т. Дьяков. – М.: ИД Муравей, 1998. – 384 с.
5. Основные методы фитопатологических исследований / Под ред. Е.А. Чумакова. – М.: Колос, ВНИИЗР, 1974. – 189 с.
6. Минкевич, И.И. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород: учебное пособие / И.И. Минкевич, Т.Б. Дорофеева, В.Ф. Ковязин / Под общ. ред. И.И. Минкевича. – СПб.: Лань, 2011. – 448 с.
7. Атлас лучших сортов плодовых и ягодных культур Краснодарского края. – Т.1.– Яблоня. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии, 2008. – 104 с.
8. Якуба, Г.В. Новые симптомы антракноза яблони на Северном Кавказе и меры борьбы с заболеванием / Г.В. Якуба // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. – № 17(5). – С. 100-106. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/12/05/13.pdf>
9. Borovinova, M. Effect of different growing systems of apple on trunk and branch diseases and pests / M. Borovinova, V. Petrova, S. Maneva. – Not. bot. hortia robot., Cluj-Napoca. – 2012. 40. – № 2. – P. 159-162.
10. Якуба, Г.В. Изучение основных тенденций в развитии микозов в меняющихся условиях среды / Г.В. Якуба // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. – М.: ГНУ ВСТИСП, 2013. – Т. XXVI. – Ч. 2. – С. 355-360.
11. Якуба, Г.В. Изучение биоразнообразия дереворазрушающих грибов в насаждениях яблони Краснодарского края / Г.В. Якуба // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. – М.: ГНУ ВСТИСП, 2012. – Т. XXXII. – Ч. 1. – С. 320-325.
12. Рудаков, О.Л. Микофильные грибы, их биология и практическое значение / О.Л. Рудаков. – М.: Наука, 1981. – 160 с.
13. Жерихин, В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике / В.В. Жерихин. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2003. – 542 с.
14. Шпанев, А.М. Фитосанитарная устойчивость агроэкосистем юго-востока ЦЧЗ / А.М. Шпанев, С.В. Голубев // Третий съезд по защите растений (16-20 декабря 2013 г., СПб.). Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: мат-лы съезда в трех томах. – СПб., 2013. – С. 99-101.