

ЛЕКЦИЯ 6

СИСТЕМНЫЕ ФУНГИЦИДЫ

1. Фениламины

2. Бензимидазолы

3. Ингибиторы синтеза стерина

А) Ингибиторы C-деметилирования Азолы

Б) Ингибиторы нескольких реакций процесса синтеза стерина (MSI). Морфолины

Системные фунгициды начали применяться с конца 1960-х годов, когда во всем мире на проблемы защиты окружающей среды стали обращать все большее внимание. Программы скрининга новых фунгицидов были нацелены на изыскание веществ с высокой эффективностью против возбудителей заболеваний и малым отрицательным эффектом на окружающую среду. Результатом таких исследований было открытие большого класса системных фунгицидов с различным механизмом действия, специфически активных против патогенов и безопасных для защищаемых растений, человека, диких и домашних животных. Они также отличаются длительным периодом защитного действия (до 6 недель) благодаря сохранности веществ в растениях. Технология их применения может быть более гибкой, чем контактных фунгицидов, что связано со способностью системных фунгицидов действовать на патоген в различные стадии его развития.

Однако специфичность действия системных фунгицидов резко ускоряет процесс отбора устойчивых генотипов в популяции и, следовательно, увеличивается вероятность возникновения резистентности. С другой стороны, селективность новых фунгицидов несколько сужает спектр

их действия и требует нахождения дополнительных средств и способов защиты растений от болезней.

Ввиду большого разнообразия системных фунгицидов они объединены для лучшего понимания их действия и особенностей применения в группы по химическому строению или по механизму действия.

Фенилами́ды

В эту группу фунгицидов входят соединения различного строения — ацилаланины, бутиролактоны и оксазолидиноны, но наибольшее практическое значение имеют только два вещества: **металаксил** из группы **ацилаланинов** и **оксадиксил** из группы оксазолидинонов. Оба вещества обладают сходной химической структурой и общими физико-химическими свойствами. Открытие фунгицидной активности этих веществ оказало революционное влияние на стратегию и тактику борьбы с фитофторозом картофеля и пероноспорозом ряда культур.

Фенилами́ды отличаются достаточно высокой растворимостью в воде, что обуславливает их хорошее проникновение через корни растений и высокую подвижность по ксилеме. Высокая гидролитическая и фотохимическая стабильность определяет длительный защитный эффект.

Фенилами́ды являются системными фунгицидами защитного, искореняющего и лечащего действия со специфической активностью против оомицетов (пероноспорозов, фитофтороза, литиевых корневых гнилей). В организме патогена они ингибируют активность РНК-полимеразы, нарушая синтез рибосомальной РНК и, следовательно, деление клеток. Поэтому фунгициды данной группы наиболее сильно подавляют активные постинфекционные стадии развития грибов *и не действуют на формирование зооспор, прорастание конидий или спор и проникновение мицелия в растение*, так как в этот период не ощущается недостатка в РНК.

Их длительное сохранение на растении и внутри него позволяет использовать фениламидные фунгициды еще до заражения или появления первых признаков заболевания, защищая таким образом растение. После

заражения растения грибом они активно проникают в растущий мицелий и блокируют его рост и формирование зооспорангиев, сохраняя свое действие до 3 недель и более. Хорошая подвижность веществ в растениях при проникновении через корни в сочетании с химической стойкостью дает возможность применять их для обработки семян.

Отрицательным свойством фениламидов является быстрое развитие *приобретенной резистентности* в популяции патогена с нарастающим из года в год уровнем. После прекращения использования препаратов этот уровень снижается, но вновь резко возрастает с возобновлением обработок. Поэтому в настоящее время данные фунгициды применяются только в виде смесевых препаратов с контактными фунгицидами неспецифического действия (соединения меди, этиленбисдитиокарбаматы).

Соединения этой группы относятся к умеренно или малоопасным по оральной и накожной токсичности веществам и умеренно опасным по ингаляционной токсичности. Они не раздражают кожу и слизистые оболочки глаз и не обладают отрицательными хроническими эффектами.

Фениламиды нетоксичны для пчел и других полезных животных и обладают низкой способностью к биокумуляции. При попадании в воду могут достаточно долго сохраняться и создавать опасность загрязнения питьевой воды. В почве они медленно разрушаются с периодом полураспада (DT_{50}) — 1,5 — 3 месяца.

Металаксил и оксадиксил применяются в России в смеси с манкоцебом (**ридомил МЦ голд 68% сп, метаксил 72% сп, Юномил 72% сп, и сандофан М 8**) для борьбы с фитофторозом, альтернариозом картофеля и томата, милдью винограда, пероноспорозом огурца и лука с нормой расхода 2,5 кг/га (до 4 обработок за сезон).

Металаксил отличается тем, что может существовать в виде двух изомеров (*R* и *S*), которые сильно различаются по биологической активности. Наиболее активен Л-изомер. Препараты на его основе получили прибавку «голд», в последнее время этот изомер как действующее вещество стал

называться мефеноксам. Его норма расхода в 2 раза ниже, чем металаксила. На основе мефеноксама для обработки семян подсолнечника против пероноспороза и сахарной свеклы против литиевого корнееда и пероноспороза используется препарат апрон голд, ВЭ (350 г/л) при норме расхода 2-3 кг/т. Препарат также умеренно опасен для человека и млекопитающих.

Оксадиксил обладает меньшей биологической активностью, меньшей эффективностью против литиевых грибов, более коротким защитным действием (до 15 дней), но более выраженным искореняющим действием. Одновременно он малоопасен для человека.

Оксадиксил применяется также в смеси с контактными фунгицидами в виде препаратов **оксихом (130 г/кг оксадиксила + 670 г/кг хлорокиси меди), авиксил (80 г/кг оксадиксила + 620 г/кг этиленбис-дитиокарбамата) и** некоторых других.

Бензимидазолы

В эту группу объединены фунгициды — производные бензимидазола: карбендазим, тиабендазол, фуберидазол, беномил и вещества, при превращении которых образуются биологически активные бензимидазолы (происходит циклизация), например тιοфанат-метил.

Бензимидазолы плохо растворимы в воде и органических растворителях, фото- и гидролитически стабильны и долго сохраняются на обработанных поверхностях и в воде. Беномил отличается очень низкой химической стабильностью. При попадании в воду, почву и растения он быстро (в течение нескольких часов, а то и минут) гидролизуеться до более стойкого карбендазима, поэтому никогда не обнаруживается в воде и растениях. В процессе хранения в присутствии воды беномил может разрушаться, при этом могут ухудшаться свойства препарата.

Все соединения этой группы — системные фунгициды защитного и искореняющего действия, активно подавляющие образование ростовых трубочек при прорастании спор или конидий, а также формирование

аппрессориев и рост мицелия путем ингибирования биосинтеза микротубул при делении ядра клетки. Они высокоэффективны против патогенов из класса актиномицетов (настоящая мучнистая роса, парша семечковых культур, септориоз), дейтеромицетов (фузариоз, склеротиниоз, серые гнили), а также при обработке семян — против головневых грибов. Бензимидазолы отличаются высокой избирательностью, не действуют на грибы из класса оомицетов и высшие растения вследствие структурных отличий микротубул. Однако такая узкая специализация действия способствует достаточно быстрому отбору устойчивых генотипов и формированию резистентной популяции после систематического (в течение 3 — 4 лет) применения препаратов этой группы. Устойчивые к бензимидазолам популяции возбудителей болезней растений выявлены во всех странах, где используются фунгициды — производные бензимидазола. Список культур, на которых применяются бензимидазолы, чрезвычайно широк и различается по странам. Длительная сохранность этих фунгицидов на обработанных поверхностях позволяет использовать их для обработки плодов при закладке на хранение или при транспортировке (особенно тиабендазол).

Вещества этой группы относятся к умеренно или малоопасным по оральной, кожной и ингаляционной токсичности. Они не раздражают кожу и слизистые оболочки глаз, но при длительном контакте могут вызывать дерматиты кожи, особенно беномил. В силу своего специфического действия на процесс деления хромосом эти фунгициды в больших дозах вызывают хромосомные изменения клеток млекопитающих. Следствием такого эффекта могут быть увеличение встречаемости опухолей печени, появление признаков репродуктивной токсичности и нарушение протекания цикла беременности.

Бензимидазолы малотоксичны для пчел и других полезных животных и обладают низкой способностью к биокумуляции. При попадании в воду могут достаточно долго сохраняться и поступать в питьевую воду. В почве

они медленно разрушаются (ДТ₅₀ карбендазима более 6 месяцев). Наиболее стойким веществом является карбендазим, а наименее стойкими — фуберидазол и тиабендазол.

Наибольшее применение получили препараты на основе беномила и тиофанат-метила. Хотя на поверхности и внутри растений эти вещества превращаются в карбендазим, они более эффективны, чем карбендазим, потому что обладают лучшими в отношении проникновения в организм свойствами. Кроме того, при **разрушении беномила** образуется также бутилизотиоцианат, обладающий фунгицидной активностью.

На основе беномила производится несколько препаратов — смачивающихся порошков под названиями фундазол, альтернатива, беназол, беномил. Они предназначены:

- для обработки семян зерновых колосовых культур, проса, риса против всех головневых грибов, фузариозной и церкоспореллезной корневых гнилей, пирикулярноза риса, снежной плесени;
- семян зернобобовых, люпина, сои против аскохитоза, антракноза, фузариоза, серой гнили, плесневения семян; семян подсолнечника, томата, конопли, мака масличного, кормовых трав, клевера, яблони против гнилей, плесневения семян, фузариозного увядания с нормой расхода 2-3 кг/т;
- для обработки вегетирующих растений зерновых против снежной плесени, фузариозной корневой гнили, церкоспореллеза, офиоболеза; сои против септориоза, бактериоза, оливковой пятнистости; сахарной свеклы против мучнистой росы и церкоспороза, льна-долгунца против пасмо, антракноза; винограда против оидиума, серой гнили; яблони и груши против парши и мучнистой росы; ягодных культур против мучнистой росы и гнилей с нормой расхода 0,6 - 1 кг/га;
- для обработки семенного материала картофеля против ризоктониоза, фомоза, рака; маточников моркови, капусты и цикория,

зубков чеснока против гнилей и плесневения с нормой расхода 0,5 - 2 кг/т.

При обработке растений большое значение имеет качество смачивающегося порошка, стабильность суспензии которого зависит от производителя.

Тиофанат-метил применяется в России в виде смачивающегося порошка под названием **топсин-М (700 г/кг)** для подавления мучнистой росы и некоторых других болезней на зерновых культурах, сахарной свекле, огурце открытого грунта, плодовых и ягодных культурах с нормой расхода 0,6 — 2 кг/га. Несколько хуже действует против мучнистой росы плодовых, чем беномил.

Карбендазим имеет тот же спектр действия на патогены и дольше сохраняется на растении, но проникает в растение и передвигается по нему медленнее почти в 20 раз. Под фирменными названиями **Колфуго супер 200 г/л КС**, **Феразим 500 г/л КС**, **Комфорт 500 г/л, КС** и **дерозал, КС** применяется против тех же болезней, что и беномил.

Ингибиторы синтеза стерина

В этот класс фунгицидов объединены вещества различных химических групп, основу механизма действия которых составляет ингибирование ими процесса биосинтеза эргостерина и других стерина, представляющих собой основу внутриклеточных мембран. Вещества этой группы отличаются высокой биологической активностью, низкими нормами расхода, системным и фумигационным, защитным и искореняющим действием на патогенов, высокой избирательностью по отношению к полезным организмам, малой опасностью для человека и млекопитающих и высокой экономической эффективностью. Эти свойства ингибиторов синтеза стерина способствовали их быстрому продвижению на рынок пестицидов, и в

настоящее время они занимают лидирующую позицию в области фунгицидов.

Фунгициды данного класса активно подавляют развитие болезней растений, вызываемых аскомицетами (мучнистая роса, септориоз, склеротиния, парша), базидиомицетами (головневые и ржавчинные грибы) и некоторыми дейтеромицетами, но не действуют на оомицеты (литиевые, пероноспорные грибы). Считается, что оомицеты могут использовать стерины растения-хозяина.

Группу условно делят на две подгруппы: узкоспециализированные ингибиторы или ингибиторы C^{14} -деметилирования (DMI), представленные азолами, пиперазинами, пиридинами и пиримидинами, и ингибиторы нескольких реакций процесса синтеза стерина (MSI), представленные морфолинами.

Ингибиторы C-деметилирования Азолы

Из фунгицидов этой подгруппы наибольшее развитие получили азо-лы, содержащие в своей молекуле триазольную или имидазольную группы. На основе достигнутых успехов в области химии азолов в последние годы было разработано и внедрено в практику более 30 фунгицидов. Из них в России зарегистрированы препараты на основе следующих действующих веществ: имидазолы — имазалил и прохлораз; триазолы — бромконазол, диниконазол, дифеноконазол, пенконазол, пропиконазол, тебуконазол, тетраконазол, триадименол, триадимефон, тритиконазол, флутриафол, ципроконазол, эпоксиконазол. Кроме поиска новых молекул совершенствуются препараты на основе известных веществ за счет выделения наиболее активных стереоизомеров.

Все азолы являются термически и гидролитически стабильными веществами со слабыми основными свойствами. Они незначительно растворимы в воде и более растворимы в органических растворителях. Давление паров в основном невысокое, однако во многих случаях до-

статочное для проявления фунгицидного эффекта и перераспределения по обработанному растению.

Механизм фунгицидного действия азолов связан с их способностью нарушать биосинтез стерина в организме грибов, в частности синтез эрго-стерина, через блокирование реакции отщепления метильной группы от ланостерина в 14-м положении (C^{14} -деметиляции). Поскольку стерин отвечает за прочность клеточных мембран, азолы не подавляют прорастание спор, но ингибируют дальнейшее удлинение ростовых трубок, дифференциацию клеток и рост мицелия. Химическая стабильность веществ определяет длительность их защитного действия, а растворимость в воде позволяет им хорошо передвигаться по растению из корней в надземную часть. Передвижение из обработанных листьев довольно ограничено и обычно направлено в верхнюю часть растения. В процессе перераспределения фунгицида на обработанном растении большое значение имеет способность веществ возгоняться при повышении температуры воздуха.

Азолы являются системными фунгицидами защитного, искореняющего и лечащего действия и подавляют развитие болезней при нормах расхода 30 - 250 г д.в./га. Спектр действия типичен для ингибиторов синтеза стерина и зависит от химической структуры соединения. Фунгициды этой группы подавляют развитие головневых грибов и корневых гнилей, поэтому широко используются для обработки семян.

Проникая в защищаемое растение в значительном количестве, эти фунгициды могут нарушать синтез гиббереллинов в растении и действовать как регуляторы роста. Наиболее типичный эффект — торможение процесса удлинения междоузлий у зерновых культур (ретардантный эффект). Отмечается также нарушение синтеза стерина, что приводит к уменьшению транспирации растений.

Вещества этой группы, за немногим исключением, относятся к малоопасным по оральной, кожной токсичности и умеренно опасным по

ингаляционной токсичности. Они не раздражают кожу и слизистые оболочки глаз.

Азолы малотоксичны для пчел и других полезных животных и обладают низкой способностью к биокумуляции. При попадании в воду могут достаточно долго сохраняться и загрязнять питьевую воду. В почве они медленно разрушаются (ДТ₅₀ более 3 месяцев). Однако опасность загрязнения грунтовых вод невелика из-за малых норм расхода веществ и сильной сорбции почвой.

Наибольшее применение получили производные триазола, из имидазолов используются всего два вещества: имазалил и прохлораз.

Прохлораз представляет интерес как контактный и системный фунгицид для борьбы с болезнями зерновых культур. Он подавляет развитие фузариоза колоса, проникает во все части растения и сохраняет активность до 4 недель. Перспективен для подавления болезней при промышленном выращивании грибов (шампиньонов и др.). Умеренно опасен для человека, но высокотоксичен для водных организмов. Недостатками прохлораза являются слабое действие против ржавчинных грибов и относительно высокая норма расхода.

В России зарегистрирован на основе прохлораза препарат **мираж, КЭ (450 г/л)**, применяемый на зерновых против мучнистой росы и септориоза при норме расхода 1 л/га.

Триазолы. Триазолы — самая большая группа системных фунгицидов, ингибиторов синтеза стерина. Только в России зарегистрировано 13 действующих веществ этого класса, которые различаются степенью активности, соответственно нормой расхода действующего вещества, спектром воздействия на возбудителей заболеваний и степенью риска для экосистем, работающего персонала и населения, а также окупаемостью затрат на их применение.

Бромконазол эффективен против мучнистой росы, парши, антракноза плодовых семечковых культур, винограда, черной смородины с защитным периодом 2 недели. Опасен для членистоногих хищников и паразитов, малоподвижен в почве. Относится ко 2 классу опасности для человека по оральной токсичности. В России зарегистрированы два препарата на его основе: **вектра, СК (100 г/л)** для подавления мучнистой росы и парши на семечковых культурах, оидиума на виноградниках, септориоза, американской мучнистой росы на черной смородине с нормой расхода 0,2 — 0,3 л/га и **гранит, СК (200 г/л)** для борьбы с мучнистой росой, ржавчиной, септориозом и фузариозом колоса на зерновых культурах с нормой расхода 1 л/га. При высокой стоимости препарата его применение окупается только на плодовых и ягодных культурах и в личных подсобных хозяйствах.

Ципроконазол обладает специфической активностью против ржавчинных грибов. Он быстро проникает в растение и передвигается по нему, сохраняет активность до 45 дней. В почве малоподвижен, период полураспада (DT_{50}) составляет 3 месяца. Относится ко 2 классу опасности по оральной токсичности. На его основе на зерновых культурах и сахарной свекле зарегистрирован препарат **альто, СК (400 г/л)** с нормой расхода 0,1— 0,25 л/га.

Эпоксиконазол — фунгицид широкого спектра действия с защитным эффектом более 2 недель. Он подавляет мучнистую росу, все виды пятнистостей и ржавчины в посевах зерновых культур. По активности и токсичности для полезных животных является типичным представителем триазолов, но в высоких дозах проявляет канцерогенные свойства. Эпоксиконазол долго сохраняется на растении и в почве, поэтому имеется опасность загрязнения продукции остатками пестицида. **Препарат реке С, КС (125 г/л)** применяется на пшенице и ячмене с нормой расхода 0,6 — 0,8 л/га.

Флутриафол — системный фунгицид, подавляющий развитие мучнистой росы, ржавчины на зерновых культурах, винограде, парши яблони, церкоспороза сахарной свеклы с защитным эффектом до 8 недель. Вместе с тем он слабо действует против фузариоза и церко-спореллеза. Флутриафол опасен для водных организмов в связи с его длительной сохранностью в воде и токсичностью для организмов. Относится к 3 классу опасности для человека; особенно опасен при поступлении через дыхательные пути, может вызывать раздражение кожи. На основе флутриафола изготавливаются препараты **импакт, СК (125 и 250 г/л)**. **Норма расхода 25%-ного импакта** на зерновых культурах составляет 0,5 л/га, на яблоне — 0,1 — 0,15, винограднике — 0,1 — 0,125, на сахарной свекле — 0,25 л/га.

Пенконазол отличается очень высокой фунгицидной активностью против патогенов, вызывающих болезни плодовых, ягодных и декоративных культур и виноградной лозы: мучнистую росу, коккомикоз вишни, ржавчину. Он не представляет серьезной опасности для полезных организмов и умеренно опасен для человека. Однако при применении следует учитывать его длительную сохранность в почве ($DT_{50} = 133 - 343$ дня). Препарат **топаз, КЭ (100 г/л)** зарегистрирован для применения на огурце открытого и защищенного грунта, черной смородине, яблоне, виноградной лозе, персике, землянике при норме расхода 0,15 - 0,5 л/га (интервал между обработками — 7 - 14 дней).

Пропиконазол — фунгицид, применяемый на зерновых культурах. Он обладает высокой активностью против возбудителей мучнистой росы, пятнистостей и ржавчины. Продолжительность защитного действия составляет 3 - 5 недель. Он слабо подавляет корневые гнили и фузариоз. **Препараты тилт и бампер, КЭ (250 г/л)** используются с нормой расхода 0,5 л/га.

Дифеноконазол — смесь цис- и транс-изомеров — обладает специфичной активностью против мучнистой росы, парши яблони и болезней косточковых, а также головневых, корневых гнилей и плесневения

семян. Практически не передвигается в почве. Относится к 3 классу опасности для человека. На плодовых семечковых и косточковых культурах, сахарной свекле нашли применение препараты скор и богард, КЭ (250 г/л) с нормой расхода 0,15- 0,4 л/га.

Тебуконазол отличается специфичным эффектом против всех видов ржавчины зерновых культур. При опрыскивании растений защищает их от болезней в течение 3 недель. На возбудителей мучнистой росы действует слабее, чем другие триазолы. При обработке семян он эффективно подавляет головневые грибы, а также возбудителей корневых гнилей и плесневения семян. Относится к 3 классу опасности для человека по ингаляционной токсичности. Для обработки семян зерновых применяются препараты **раксил, СП (20 г/кг) и раксил, КС, бункер, ВСК (60 г/л)** с нормой расхода 1,5 кг/т и 0,5 л/т соответственно. **Препараты фоликур и колосаль, КЭ (250 г/л)** используются для опрыскивания посевов зерновых культур с нормой расхода 0,5 — 1 л/га.

Тетраконазол является системным фунгицидом с защитным эффектом более 3 недель. Относится к 3 классу опасности для человека по ингаляционной токсичности. На его основе для подавления мучнистой росы и ржавчины зерновых культур применяется препарат **эминент, ЭМВ (125 г/л) с нормой расхода 0,6 - 1 л/га.**

Триадимефон — один из первых фунгицидов из группы триазолов, применявшихся в России с 1970-х годов. Отличается высокой активностью против мучнистой росы и ржавчины, но меньшей — против пятнистостей. Срок защитного действия на зерновых культурах составляет 30 - 50 дней, а на яблоне — 10 - 14 дней. Он умеренно опасен для экосистем и человека. Детальная изученность триадимефона позволяет производителям рекомендовать его для применения на зерновых, плодовых и ягодных культурах, огурце, виноградной лозе, томате с нормой расхода 50 - 250 г д.в./га. На основе триадимефона производятся препараты **(СП) байлетон и привент (250 г/кг).**

Триадименол существует в виде двух диастереоизомеров и является стабильным к гидролизу. Впервые был внедрен в производство как препарат для обработки семян зерновых культур под названием бай-тан; он также входит в состав смесового препарата байтан-универсал. Триадименол отличается четко выраженным ретардантным действием, проявляющимся в ингибировании роста растений пшеницы. Умеренно опасен для экосистем и человека. В настоящее время в России зарегистрирован только **байтан-универсал, СП** — смесовой препарат на основе триадименола, имазалила и фуберидазола (15 + 2,5 + 2 г/кг). Он рекомендован для обработки семян ржи, пшеницы и ячменя против головневых грибов, корневых гнилей, плесневения семян и мучнистой росы при норме расхода 2 кг/т.

Тритиконазол отличается более широким спектром действия, чем триадименол, и приближается к байтан-универсалу. Обладает более длительным защитным эффектом и меньшим действием на растения.

Под названиями *премис двести, КС (200 г/л)* и *премис, КС (25 г/л)* применяется для обработки семян зерновых культур, проса и кукурузы против различных видов головни и гнилей, ржавчины, спорыньи, мучнистой росы, септориоза при нормах расхода 0,15 — 0,2 л/т и 1,2 — 2 кг/т соответственно.

Ингибиторы нескольких реакций процесса синтеза стерина (MSI)

Морфолины

Морфолины являются одной из первых групп ингибиторов синтеза стерина. Хотя другие ингибиторы превосходят их по экономическим параметрам, эти вещества вновь приобретают значение в связи с проблемой резистентности патогенов к фунгицидам. В противоположность азолам морфолины блокируют реакции изомеризации и восстановления в процессе биосинтеза стерина, поэтому устойчивые к ним популяции грибов формируются значительно медленнее. По

спектру действия на патогены морфолины не отличаются от азо-лов, но требуют более высоких норм расхода.

Фенпропиморф — системный фунгицид защитного и длительного лечебного действия, обладает фумигационным эффектом. Он высокоэффективен против мучнистой росы, всех видов ржавчины зерновых культур, но менее активен против септориоза. Продолжительность защитного действия составляет 3 — 5 недель. Он умеренно опасен для экосистем и человека. Препарат **корбел, КЭ (750 г/л)** рекомендуется для опрыскивания зерновых культур с нормой расхода 0,5 — 1 л/га, а также подсолнечника против фомопсиса и гнилей — 0,4 — 0,8 л/га.

Спироксамин — относительно новый системный фунгицид. Он существует в виде двух диастереоизомеров и является веществом, стабильным к гидролизу и фотолизу. Эффективно подавляет мучнистую росу, ржавчину и септориоз зерновых культур с защитным эффектом до 4 недель.

Спироксамин относится ко 2 классу опасности для человека по ингаляционной токсичности, способен вызывать раздражение кожи и слизистых оболочек глаз. Токсичен для водных организмов, в почве относительно стабилен ($DT_{50} = 35 — 64$ дня).

Фунгицид входит в состав **препарата фалькон, КЭ** (спироксамин + + тебуконазол + триадименол, 250 + 167 + 43 г/л), который применяется для обработки зерновых культур при норме расхода 0,6 л/га и виноградной лозы — 0,4 л/га.