



СКОЛЬКО ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ДОЛЖНО БЫТЬ В ФУНГИЦИДЕ?

*«Непонимание, как лечить болезнь,
не освобождает от необходимости
платить за лечение»*

Часто на эту тему возникает много споров и различных точек зрения по необходимому количеству действующих веществ (д.в.), их эффективности, спектру активности и поиску ответа на главный вопрос: какой препарат самый-самый?

Давайте разберёмся на примере фунгицидов для колосовых. Первое и главное – разобраться в дефинициях.

Класс действующих веществ – химический класс, к которому относится д.в. по признакам химического строения молекулы и их свойствам.

Механизм действия – на какой именно физиолого-биохимический процесс в клетках гриба-патогена воздействует д.в., останавливая развитие болезни (например, ингибирование биосинтеза стеролов в клетке гриба). Как правило, действующие вещества из одного класса обладают одним или очень сходными механизмами действия. Механизм действия д.в. играет основную роль в формировании такой системы защиты и чередования препаратов, которая бы исключала (или минимизировала) риски возникновения резистентности.

1. Основные классы д.в. и их свойства

На колосовых существуют четыре основных класса д.в.: азолы (имидазолы, пиримидины, триазолы), стробилурины, карбоксамиды и морфолины (непосредственно морфолины, пипередины, спирокеталамины и др.) со своими механизмами действия:

- Азолы – ингибируют биосинтез стеролов в клеточной стенке;
- Стробилурины – ингибиторы дыхания (в митохондриях);
- Карбоксамиды – также ингибиторы дыхания (действуют в другой точке того же процесса, ингибируют фермент сукцинатдегидрогеназу);
- Морфолины – ингибируют синтез стеролов в клеточной стенке и биосинтез клеточных стенок непосредственно.

Это деление достаточно условно, поэтому редко применяется специалистами в области защиты растений: внутри каждого класса есть исключения и различное деление на группы по конкретным механизмам действия более распространено и применяется чаще.

Более подробную и наглядную информацию (на англ.) вы можете найти на сайте FRAC (FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE, КОМИТЕТ ПО БОРЬБЕ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ФУНГИЦИДАМ) - https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-mode-of-action-poster/frac-moa-poster-2021.pdf?sfvrsn=a6f6499a_2



АНАТОЛИЙ ТАРАКАНОВСКИЙ

независимый эксперт в защите растений

к. б. н.

Исходя из этой информации, независимые рекомендации из Европы звучат примерно так: «Используйте д.в. из групп P07 и P05 перед началом цветения для профилактики развития пепельной гнили и синдрома внезапной смерти».

То есть, в целях снижения рисков резистентности и принимая во внимание спектр активности, даются рекомендации, исходя именно из механизма действия д.в.

Многие фунгициды внутри группы, например, такие как беномил или карбендазим (FRAC группа 1), имеют один и тот же механизм действия против патогенов. Именно поэтому рекомендуется использовать баковые смеси или чередовать фунгициды (применимо и к инсектицидам) с различными механизмами действия, чтобы предотвратить или задержать накопление резистентных (устойчивых) форм патогенов.

Также, замена беномила на карбендазим ничего не даст ни в повышении биологической эффективности, ни в снижении рисков возникновения резистентности (кстати, беномил в почве на следующее утро весь превращается в карбендазим).

Грибы, которые приобрели резистентность к одному химическому веществу в группе (например, имазалилу), также становятся устойчивыми ко всем другим действующим веществам в той же группе - в данном примере ко всем из группы 3 FRAC, (к ципроконазолу, прохлоразу, эпоксиконазолу и 32 другим д.в.): грибы отличают д.в. только по механизму действия.

Отсюда переходим к следующему вопросу – резистентности.

2. Резистентность: причины и опасности

Термин «резистентность» (устойчивость к фунгицидам), по определению FRAC, относится к приобретенному и наследуемому снижению чувствительности патогена к определенному д.в. Сообщения о резистентности с мест (там, где наблюдали снижение эффективности продукта, который был эффективен против этого конкретного патогена), должно быть подтверждено лабораторными исследованиями на организменном уровне. Такие исследования, например, проводит компания «Сингента», отправляя образцы изолятов патогенов в свои лаборатории в Швейцарии.

По FRAC, развитие резистентности к фунгицидам — популяционный и эволюционный процесс. Это может происходить относительно быстро: например, одно заражение фитофторой может привести к образованию тысяч спор, а споры могут породить новое поколение со следующей споруляцией за 3...5 дней.

Основные причины возникновения резистентности – неправильное применение фунгицидов (например, применение одного д.в. более 3 раз за сезон в заниженных нормах расхода). Всегда читайте этикетку препарата и соблюдайте её требования – как правило, соблюдение официальных требований к применению препарата исключают риски возникновения резистентности.



АНАТОЛИЙ ТАРАКАНОВСКИЙ

независимый эксперт в защите растений

к. б. н.

Проблемы резистентности чаще возникают в случае высокой интенсивности применения фунгицидов. Если вы применяете фунгицид на культуре 1...2 раза за сезон с соблюдением всех правил, то в вашем случае эти риски минимальны.

Антирезистентная стратегия применения фунгицидов (и инсектицидов) заключается в том, что вы в сезоне применяете против каждого следующего поколения препарат с иным механизмом действия для исключения формирования и роста резистентной популяции.

Внедрение интегрированной защиты растений (ИЗР) – также важный элемент снижения рисков возникновения резистентности.

ИЗР - это сочетание агротехнических, организационно-хозяйственных мероприятий и защитных приемов (биологических и химических), которые применяются с учетом распространения вредных и полезных организмов, поэтому внедрение биологических методов не только снижает риски резистентности, но и вносит вклад в экологизацию земледелия.

3. Специфика действия фунгицидов по времени применения в патогенезе

Все фунгициды обладают специфическим действием на вредный объект – лечебным, профилактическим или искореняющим:

- **Профилактическое применение.** Профилактическая обработка проводится перед распространением болезни и предупреждает прорастание спор патогена на поверхности листьев и их проникновение в ткани растения, а также формирование новых спор. Фунгициды с профилактическим действием могут быть трансламинарными или контактными, так как они создают защитную плёнку на поверхности листьев (контактные) или депонируются в восковом слое, медленно высвобождаясь в ткани листа (трансламинарные и системные). Такие свойства ярко выражены у стробилуринов и карбоксамидов.
- **Лечебное (куративное) применение.** Куративные обработки проводятся, когда патоген проник в ткани (появились первые симптомы), достигнут порог вредоносности, но массового развития ещё нет. Это очень короткий латентный период (3...16 дней, в зависимости от заболевания и погодных условий). Фунгициды, используемые как куративные, могут остановить развитие патогена в самом начале инфицирования. Их действие может быть как куративным (уничтожить развитие мицелия в тканях), так и профилактическим (предотвратить развитие мицелия в тканях). Они действуют на более поздних стадиях патогенеза и предотвращают развитие патогена в тканях растения, если применены качественно. Для этого в основном применяют триазолы (не обладающие антиспорулянтным действием). Ткани растений, которые уже поражены патогеном, не могут быть восстановлены действием



АНАТОЛИЙ ТАРАКАНОВСКИЙ

независимый эксперт в защите растений

к. б. н.

фунгицида: если проще – некрозы от болезни при применении фунгицида никуда не исчезнут и не «вылечатся».

- **Искореняющее применение** – когда фунгицид применяется с опозданием, по массовым симптомам, при превышении порога вредоносности: это и есть основное различие между куративным и искореняющим действием. **Почти не существует фунгицидов с искореняющим действием. Многие агрономы применяют фунгициды с целью искоренения симптомов, надеясь на контроль болезни – как правило, фунгициды не помогают.** Искореняющие обработки не должны рассматриваться как эффективное средство контроля болезней и предотвращения резистентности – применяйте фунгициды при первых симптомах (септориоз, бурая ржавчина) или профилактически (фузариоз колоса, белая гниль), а не когда уже поздно.

4. Системность фунгицидов

Системность – это способность препарата проникать внутрь растения и оказывать эффективное действие на гифы патогена. Системность может делиться на следующие градации:

- **Ксилемно-подвижные** – передвигаются только по ксилеме (от места нанесения только вверх);
- **Трансламинарные** – передвигаются только с верхней стороны листа на нижнюю, не далее;
- **Контактные** – никуда не перемещаются от места нанесения и остаются на поверхности листа;
- **Локально-системные** – незначительно перемещаются по сосудистой системе растения (например, в пределах листа);
- **Амфимобильные** – передвигаются по ксилеме и флоэме активно во всех направлениях.

Вот некоторые примеры:

Класс/Механизм действия	ДВ	Мобильность
Бензимидазолы	Тиофанат-метил	Ксилемно-подвижный
	Беномил	
Дикарбоксамиды	Ипродион	Трансламинарный
Ингибиторы деметилизации стеролов	Байлетон	Ксилемно-подвижный
	Метконазол	
	Пропиконазол	
	Тебуконазол	
	Тритиконазол	
Фениламины	Мефеноксам	Ксилемно-подвижный
Морфолины	Пипералин	Контактный
Карбоксамины	Бензовиндифлюпир	Локально-системный
	Боскалид	
	Флюопирам	



АНАТОЛИЙ ТАРАКАНОВСКИЙ

независимый эксперт в защите растений

к. б. н.

	Флуксопироксад	
Стробилурины	Азоксистробин	Ксилемно-подвижный
	Флуоксастробин	Трансламинарный
	Крезоксим-метил	
	Трифлуксистробин	
Фенилпирролы	Флудиоксонил	Контактный
Антибиотики	Стрептомицин	Ксилемно-подвижный
SAR	Ацибензолар-С-метил	Амфимобильный
Мультисайтовый	Фосэтил алюминия	
Карбамат	Пропамокарб	Ксилемно-подвижный

Что это значит?

Обработки по вегетации на пшенице против корневых гнилей ничего не дадут: любой триазол не может передвигаться от листьев в корни, а только вверх, по ксилеме. Поэтому корневые гнили необходимо контролировать правильным подбором препаратов для защиты семян, с учётом данных фитоэкспертизы, или использовать амфимобильные препараты.

Для эффективного контроля болезней в плотном стеблестое необходимы достаточно высокая норма расхода рабочей жидкости и качественные распылители: препарат не проникнет в нижнюю часть полога посева без того, чтобы вы не нанесли его туда физически. Например, для озимой пшеницы обработка во флаг-лист при густоте более 250 стеблей должна подразумевать 150 л/га рабочей жидкости как минимум: на 1 га поверхности в этот момент развивается 6 га общей площади листьев.

5. Спектр активности некоторых д.в. и классов (примеры)

Заболевание	Контроль	Эффективные д.в. (классы)
Мучнистая роса зерновых	К	Триазолы, стробилурины, морфолины, карбоксамины
Септориоз зерновых	К	
Фузариоз колоса	П	Тебуконазол, метконазол, притиоконазол, пидифлюметофен (в порядке возрастания эффективности)
Ржавчина зерновых	К	Триазолы, карбоксамины, стробилурины
Белая гниль (склеротиния)	П	Ипродион, процимицион, притиоконазол, пидифлюметофен
Гнили корзинок подсолнечника	П	Триазолы, стробилурины, карбоксамины
Ржавчина подсолнечника	К	Триазолы, карбоксамины, стробилурины
Гибеллиоз пшеницы	П	Фосэтил алюминия(?)
Фомоз рапса	К	Триазолы, стробилурины, карбоксамины
Пепельная гниль сои и подсолнечника	Севооборот	Нет



АНАТОЛИЙ ТАРАКАНОВСКИЙ

независимый эксперт в защите растений

К. Б. Н.

Вертициллёз подсолнечника	П, агротехника и питание	Фосэтил алюминия(?)
Пузырчатая головня кукурузы	Гибрид	Нет
Корневые гнили пшеницы	П	Фосэтил алюминия(?)
Пиренофороз пшеницы	К	Триазолы, стробилурины, карбоксамиды
Милдью подсолнечника	П	Фосэтил алюминия, диметоморф, манкоцеб, циазофамид, фосфористая кислота
Антракноз гороха	К	Триазолы, стробилурины, карбоксамиды
Примечание	П – только профилактика, К – обработка при достижении ЭПВ	

6. Каков период защитного действия у препаратов?

Период защитного действия наиболее распространённых триазольных фунгицидов равен в среднем 21 день (для контактников он равен примерно 14, для существующих в настоящий момент биопрепаратов – 7 дней). Период защиты карбоксамидов может быть значительно выше из-за их длительного депонирования в восковом слое (до 45 дней).

Период защиты также зависит от погодных условий, интенсивности осадков и количества инфекционного начала: в каждом конкретном случае данные будут разниться, поэтому оставляйте контроль (без обработок) для методически верной оценки этого показателя.

7. Сколько действующих веществ должно быть в препарате?

На этот вопрос нет верного ответа. Само по себе количество д.в. в препарате не делает его лучше, если не изменяются два главных показателя – спектр активности и период защитного действия.

Также нет и «плохих» и «хороших» действующих веществ. Всё определяется условиями применения, состоянием поля и профессионализмом агронома.

