



## Лекция 6. Тема: “Эпифитотии”

Вопросы:

Вопросы:

1. Эпифитотии. Условия, определяющие массовое развитие болезней растений.
2. Первичная и вторичная инфекции.
3. Особенности течения эпифитотии болезней моноциклического и полициклического характера

Агрессивность и вирулентность возбудителя, расовый состав популяции патогена.

# Факторы развития эпифитотии



Фото 2. Сильно пораженные снежной плесенью растения тритикале



Рисунок-поле свободное от бактериальной инфекции- слева, справа – зараженное поле.

# Эпифитотия

**Эпифитотия** (греч. *epi* - на, у, среди, *phyton* - растение) - массовое развитие инфекционной болезни растений на значительной территории в определённый период.

При эпифитотии происходит массовое инфекционное заболевание сельскохозяйственных растений, прогрессирующее во времени и пространстве и (или) резкое увеличение численности вредителей растений. Эпифитотии сопровождаются массовой гибелью растений и снижением их продуктивности.

## **Условия возникновения:**

- наличие большого количества инфекционного начала (например, спор) патогена, обладающего высокой агрессивностью;
- концентрация на определённой площади большого числа растений, имеющих высокую восприимчивость к данному патогену;
- оптимальное сочетание факторов окружающей среды температуры, влажности и др., которые способствуют массовому размножению и распространению патогена, осуществлению заражений или ослаблению и снижению устойчивости растения-хозяина.

## **Предпосылки затухания:**

- сокращение запаса инфекции или снижение агрессивности патогена;
- неблагоприятные условия окружающей среды;
- повышение устойчивости растений в связи с возрастными изменениями, в результате естественного отбора или выращивания устойчивых видов и сортов

## Стадии развития эпифитотий:

1. **Подготовительная** (предэпифитотическая) - в популяциях патогена и хозяина происходят изменения, которые в дальнейшем приводят к вспышке болезни: постепенное накопление местного патогена или появление нового для данной местности высокоагрессивного патогена; сосредоточение на большой площади множества восприимчивых растений (например, при создании монокультур), интродукция нового восприимчивого хозяина или снижение устойчивости существующих насаждений; возникновение благоприятных (например, погодных) условий для развития патогена и массового заражения растений.

2. **Вспышка** - характеризуется одновременным поражением большого числа растений, сильной степенью поражения и массовой гибелью больных растений, высоким уровнем причиняемого болезнью ущерба.

3. **Депрессия** - снижение количества больных растений и степени их поражения, уменьшение зоны распространения болезни.

Продолжительность всей эпифитотии, как и отдельных её стадий, зависит от многих факторов и сильно колеблется по времени.



## Динамика эпифитотий

Динамика эпифитотий. В возникновении и развитии эпифитотий выделяют три основные стадии, которые сменяют друг друга:

1) **подготовительная** (предэпифитотийная). 2) **вспышка болезни**, или собственно эпифитотия. 3) **стадия затухания**, (депрессия).

*Первую стадию* характеризует **накопление значительного количества инфекционного начала, появление новых вирулентных и более агрессивных рас паразита**, концентрация площадей под восприимчивыми сортами и т. д. Продолжительность предэпифитотийной стадии составляет обычно несколько лет.

*Во второй стадии* (вспышка болезни) происходит одновременное массовое поражение растений (сопровождается большими потерями урожая). Максимум вспышки обычно совпадает с наиболее восприимчивым к болезни возрастом растения и оптимальными для патогена условиями погоды.

*Третья стадия* характеризуется постепенным снижением интенсивности развития болезни и количества пораженных растений. В зависимости от вида заболевания и биологических особенностей его возбудителя, а также хозяйственной деятельности человека (принятых им специальных мер) депрессия может наступить в том же году, когда проявится массовая вспышка или спустя несколько лет.

# Классификация эпифитотий

1. **Местная эпифитотия (энфитотия)** - характеризуется сильным развитием болезни на ограниченной территории (в течение нескольких лет). Возбудители энфитотий постоянно присутствуют в данной местности, сохраняются в почве, на растительных остатках, семенах, сорняках и т. п. Они медленно накапливаются и распространяются. Если запас инфекции достигает высокого уровня, то при наличии восприимчивых растений и благоприятных условий окружающей среды возникают эпифитотии (например энфитотии полегания всходов).

2. **Прогрессирующая эпифитотия** - начинается как местная, далее охватывает обширные территории и развивается в течение многих лет. Эпифитотия этого типа обычно вызывается высоко агрессивными патогенами (например, эпифитотии мучнистой росы, ржавчины). Часто они возникают при попадании патогена в новые для него регионы, где имеются восприимчивые к нему растения. Прогрессирующая эпифитотия может возникнуть при создании на больших площадях чистых лесных культур.

3. **Повсеместная эпифитотия (панфитотия)** - характеризуется массовым развитием болезни на всей территории страны, иногда нескольких сопредельных стран или континентов (например, эпифитотия корневой губки, охватившая хвойные насаждения всего северного полушария).

**Панфитотией** называют массовое заболевание растений и резкое увеличение численности вредителей растений на территории нескольких стран или континентов.

## Роль возбудителя болезни

Роль возбудителя болезни в возникновении и развитии эпифитотии проявляется в разных формах. Эпифитотия зависит от наличия определенного вида (видов) фитопатогена, и его рас, вирулентных по отношению к возделываемым сортам.

Появление новых физиологических рас паразита (вследствие мутаций или в результате гибридизации патогена при половом процессе) - одна из основных причин потери сортами устойчивости и эпифитотийного развития ржавчин на пшенице и других злаках.

Большое значение имеют количественный запас инфекционного начала и агрессивные свойства возбудителя. Высокая скорость размножения и распространения патогена способствует массового, эпифитотийного развития болезни (чем выше плодовитость, короче инкубационный период и т. д.).

При инфицировании в фазу колошения одного стебля пшеницы пятью уредоспорами стеблевой ржавчины интенсивность поражения к фазе молочного состояния зерна составляет примерно 5%, а при оседании на стебле 50 уредоспор – 50%.

При нагрузке, равной 100 головневым спорам на одно зерно, поражение пшеницы твердой головней не превышает 0,7%, а при 6000 спор на зерно она достигает 98%.

# Роль растения-хозяина

Роль растения-хозяина в возникновении и развитии эпифитотии, как и в возникновении и развитии патологического процесса вообще, **не менее существенна, чем роль возбудителя болезни.**

Развитие болезни возможно только при наличии восприимчивого к болезни растения-хозяина. Чем больше площадь под восприимчивым к болезни сортом, тем вероятнее возможность массовой вспышки болезни. Значение также имеют и агротехнические мероприятия, снижающие или, наоборот, повышающие степень устойчивости растения (макро- и микроудобрения, сроки посева, предшественники и т. д.).



## Роль внешней среды

Внешняя среда значительно влияет на возбудителя болезни, на растение-хозяина и на течение патологического процесса. Условия погоды являются одним из решающих факторов, который определяет интенсивность развития болезни.

Например, развитие парши яблони, милдью винограда, плодовой гнили и многих других болезней невозможно без капельно-жидкой влаги. Продолжительность увлажнения находится в зависимости от температуры воздуха и важно для возбудителя. Так, минимальная продолжительность увлажнения для заражения яблони паршой при 15°C составляет не менее 8,5 ч, при 10°-12° С, при 5°C - 24 ч.

# Годичные изменения эпифитотий

Эпифитотии имеют **сезонный характер, годичный цикл, годичную периодичность**: возникают в начале весны или лета (северное полушарие), достигают максимума, прекращаются в конце вегетационного периода.

Все типы эпифитотий имеют годичные кривые и одну вершину. Дальнейшее развитие эпифитотий преждевременно прерывается уборкой урожая.

Более сложным и запутанным в эпифитотиологическом отношении оказывается годичный ритм тех инфекционных болезней, которые в разное время года поражают различные органы растения, не одинаково важные с хозяйственной точки зрения. Поэтому при таких болезнях в течение вегетационного периода наблюдается как бы несколько волн поражения. Так, например, парша яблони (возбудитель - *Endostigma inaequalis*) поражает листья, плоды, а иногда и ветви; мильдью винограда (возбудитель - *Plasmopara viticola*) — листья, побеги и грозди; фитофтороз картофеля (возбудитель — *Phytophthora infestans*) — листья и клубни.

## Эпифитотия

Инфекции накапливаются в почве, в порубочных остатках растений, в растительном опаде.

Паразитарные виды грибов вызывают заболевание живых тканей у здоровых растений.

Полупаразиты обычно заражают ослабленные механическими повреждениями растения, вызывают отмирание всего растения или пораженных тканей.

Большинство грибов и бактерии поселяются в мертвых тканях растений, выделяют токсины в живые ткани и убивают растение-хозяина.

# Наличие подходящего промежуточного хозяина как предпосылка эпифитотий

Значение промежуточного хозяина для возникновения эпифитотии зависит от того, насколько обязательна смена хозяев.

Если патоген имеет **облигатно гетерогенный цикл развития** удаляют промежуточного хозяина для прекращения распространения болезни.

Например, удаляя можжевельник казацкий, предотвращают эпифитотию ржавчины груши, поскольку телеоспоры патогена распространяются лишь на расстояние не более 100 м. Специальные законы землепользования, предусматривают уничтожение пораженных деревьев.

Если фитопатоген имеет **факультативно гетерогенный цикл развития**, возбудители эпифитотии линейной ржавчины злаков, (*Puccinia graminis* Pers.) и корончатой ржавчины (*Puccinia coronata* Cda и *Puccinia lolii* Niels.) подавляют удаляя промежуточного хозяина кустарник рода Жостер) семейства Крушиновые. Например, в зерновых районах США кусты барбариса истребляют (в 1918 - 1948 г. уничтожено более 363,5 млн. растений барбариса).



# Роль промежуточного хозяина как предпосылка эпифитотий





Крушина слабительная (*Rhamnus cathartica*)



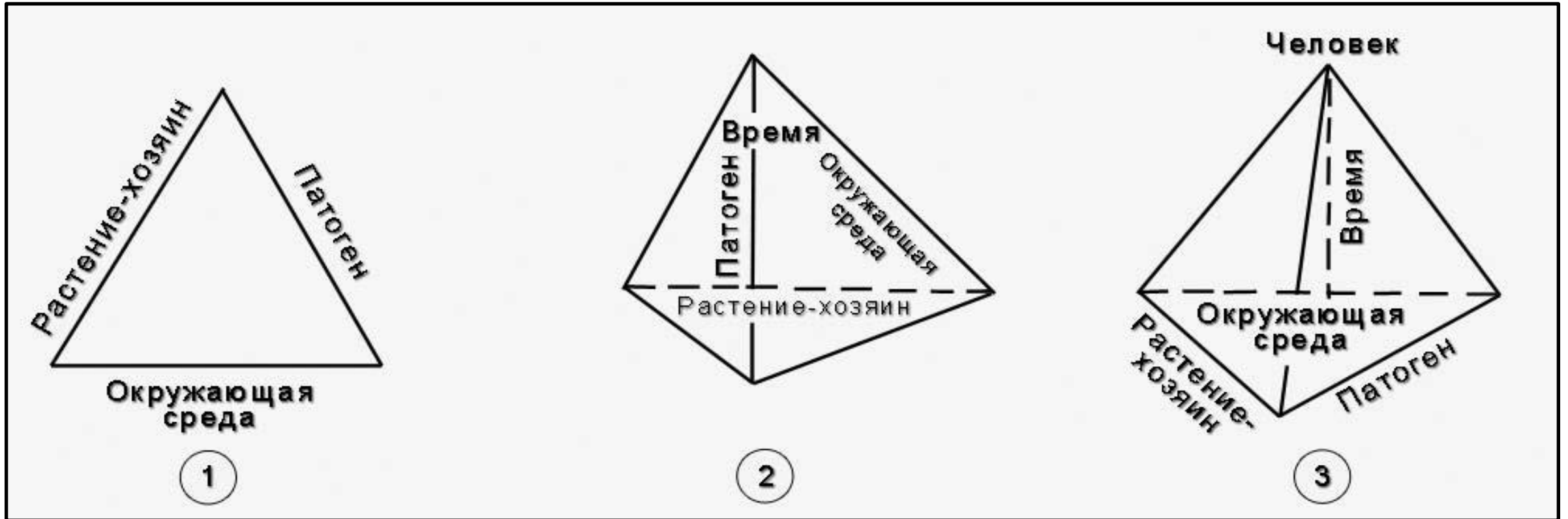


**Эпифитотия** — распространение инфекционной болезни сельскохозяйственных растений на значительной территории, или увеличение активности вредителей растений.

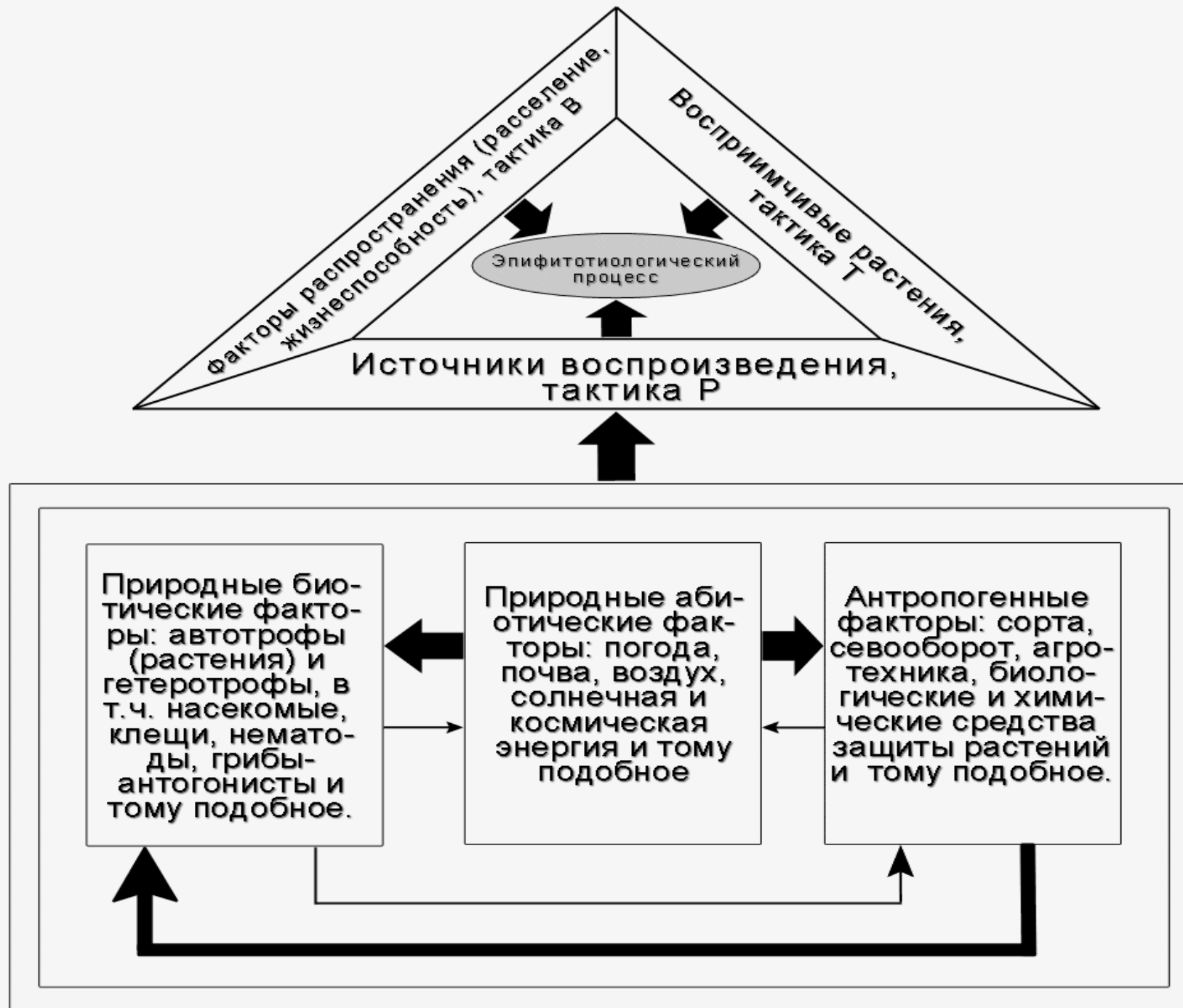


В виде эпифитотий проявляются, например, **спорынья ржи, ржавчина и головня злаковых культур, парша яблони, фитофтороз картофеля и др.**

Современные теории прогнозов болезней растений основаны на результатах изучения закономерностей патогенеза и влияния на него факторов внешней среды. При этом развитие болезни рассматривается как функция, зависящая от многих факторов внешней среды, внутренних особенностей растений и патогенов. Взаимодействие растения, патогена и среды **Я. Планк (1972)** назвал **треугольником болезни**. Затем к этим основным компонентам были добавлены фактор времени и антропогенного воздействия.







**В. А. Чулкина (1991)** разработала модель эпифитотии. Таким образом, теоретическая и методологическая основа современных систем защиты растений и прогнозирования эпифитотий болезней одинакова: **через влияние и учет природных и антропогенных факторов на внутренние биологические факторы эпифитотиологического процесса. Анализ взаимодействия факторов следует начинать с источника возбудителя инфекции – первого звена цепи внутренних биологических факторов.**

## Для возникновения эпифитотии, необходимы следующие предпосылки:

- достаточная масса растений, восприимчивых к этой болезни;
- наличие высокоагрессивных и вирулентных возбудителей;
- достаточное количество инфекционного начала.



Скорость болезни, ее развитие и вредоносность в дальнейшем зависят от степени благоприятности погодных и других внешних условий среды и времени их воздействия на определенную фенофазу растения. Сложность и многофакторность биоэкологических процессов развития эпифитотий требует высокой степени их изучения, постоянного



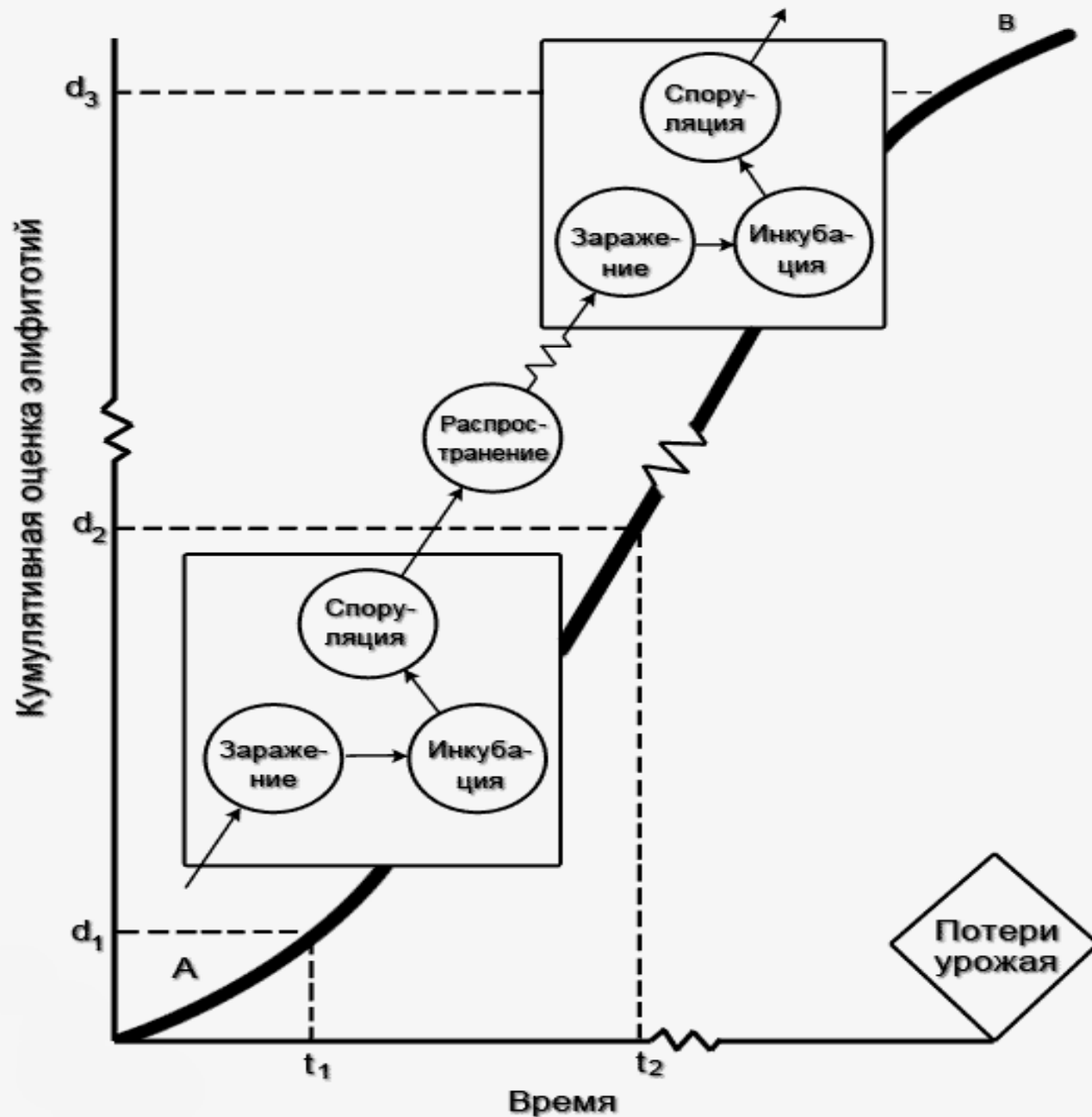
Математическая модель Я. Планка, которая отражает развитие эпифитотии, выражена уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = rx(1-x)$$

$\frac{dx}{dt}$  - скорость увеличения болезни за единицу времени;  
 $x$  – количество (часть) больной ткани растения;  
 $t$  – время развития болезни;  
 $(1-x)$  – количество (часть) здоровой ткани, доступной к заражению;  
 $r$  – скорость распространения инфекции.  
Следует отметить, что большую опасность растениям представляют те эпифитотии, которые достигают высокого уровня развития на ранних фенофазах культурных растений задолго до формирования и вызревания урожая.

Необходимо различать понятия «**очаг инфекции**» с термином «**источник возбудителя инфекции**». **И. Г. Бейлин (1986), В. А. Чулкина (1991)** определяют **эпифитотимологический очаг**, как место нахождения источника инфекции, в рамках которого возможно заражение растений при определенных условиях. Именно из очага инфекции в дальнейшем идет распространение болезни на поле, в севообороте, в определенной зоне.





**Очаги пораженных растений** возникают у истоков возбудителя инфекции. При благоприятных условиях пределы очага расширяются, образуются вторичные дочерние очаги. Большое число небольших по площади очагов создает вид равномерного распространения болезни на поле. Скорость этого процесса зависит от количества **генераций патогена за определенное время.**

## Эпифитотиологический процесс может иметь четыре уровня:

- **Спорадическое обнаружения** – это отдельные больные растения, заражение которых произошло от первичного источника инфекции.
- **Эпифитотиологическая вспышка** – следующий этап эпифитотии – на котором за короткие промежутки времени на ограниченной территории (группа полей, хозяйство, район) отмечено существенное увеличение поражения.
- **Эпифитотия возникает** при сохранении во времени благоприятных условий, в результате чего появляется много эпифитотиологических вспышек, связанных между собой. Развитие болезни характеризуется **значительной территориальной распространенностью** (область, природно-климатическая зона), степенью поражения, что приводит к существенным потерям продукции.
- **Панфитотия** – максимальное выявление эпифитотиологического процесса, когда болезнь охватывает ряд стран и даже континентов.



Для возникновения и значительного развития болезни необходимо **наличие определенного вида (или видов) возбудителя**, который имеет специализированные формы, **расы или биотипы**, агрессивные и вирулентные к сортам и гибридам, выращиваемых в определенной зоне. При этом они должны быть экологически пластичными – **устойчивыми к неблагоприятным и критическим условиям существования**, способными к быстрому размножению в широком диапазоне значений факторов внешней среды, быть конкурентоспособными при совокупных инфекциях. Не меньшее значение для эпифитотиологической болезни имеет **количество инфекционного начала**.

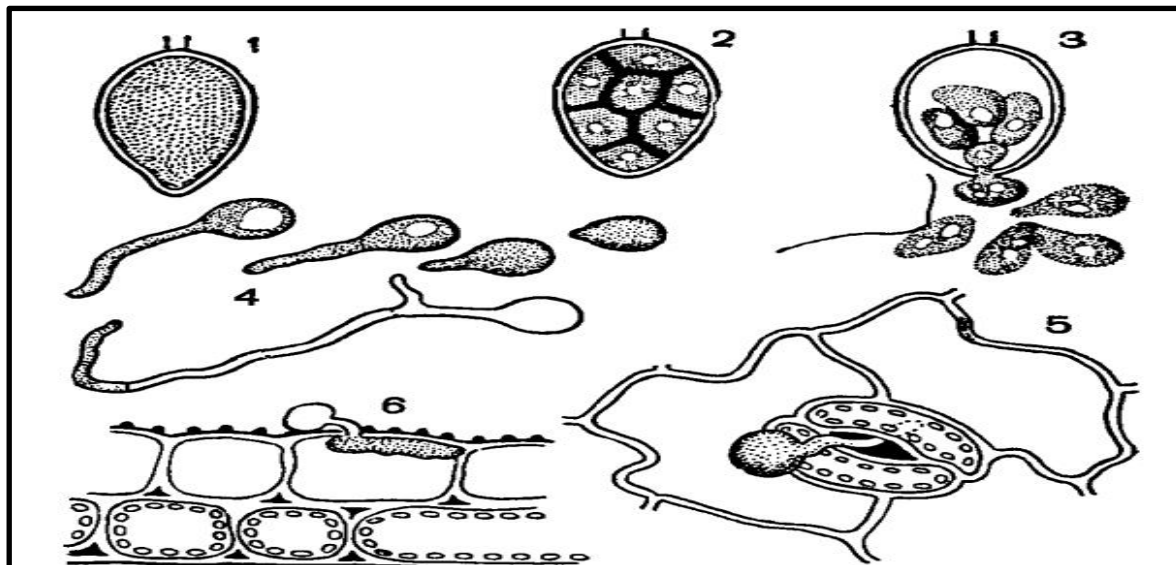


Рис. 30. Возбудитель картофельной болезни — фитофтора (*Phytophthora infestans*):

1—3 — стадии прорастания зооспорангия; 4 — прорастание зооспор; 5 — внедрение через устьице; 6 — внедрение в ткань листа через кутикулу.



В истории защиты растений известно много примеров появления новых вирулентных и агрессивных рас возбудителей болезней **ржавчины пшеницы, фитофтороза картофеля и помидоров, мучнистой росе злаков** и других болезни на ранее устойчивых районированных сортах. Благодаря **гибридизации, гетерокариозу и мутациям** через определенный промежуток времени формируются и накапливаются новые расы, они преодолевают устойчивость растений, возникают **эпифитотии**.



Относительное количество спор, которые способны при благоприятных условиях вызвать заражение растения называется **коэффициент инфекции**. У **стеблевой ржавчины** только **30% спор** инфицирует растения. Коэффициент инфекции *Phytophthora infestans* - 6,5%, *Alternaria solani* – 1,7%, *Septoria lycopersici* – 0,2%. Увеличение количества спор на единицу площади растений приводит к повышению степени поражения.



**Личинки  
морковной мухи**



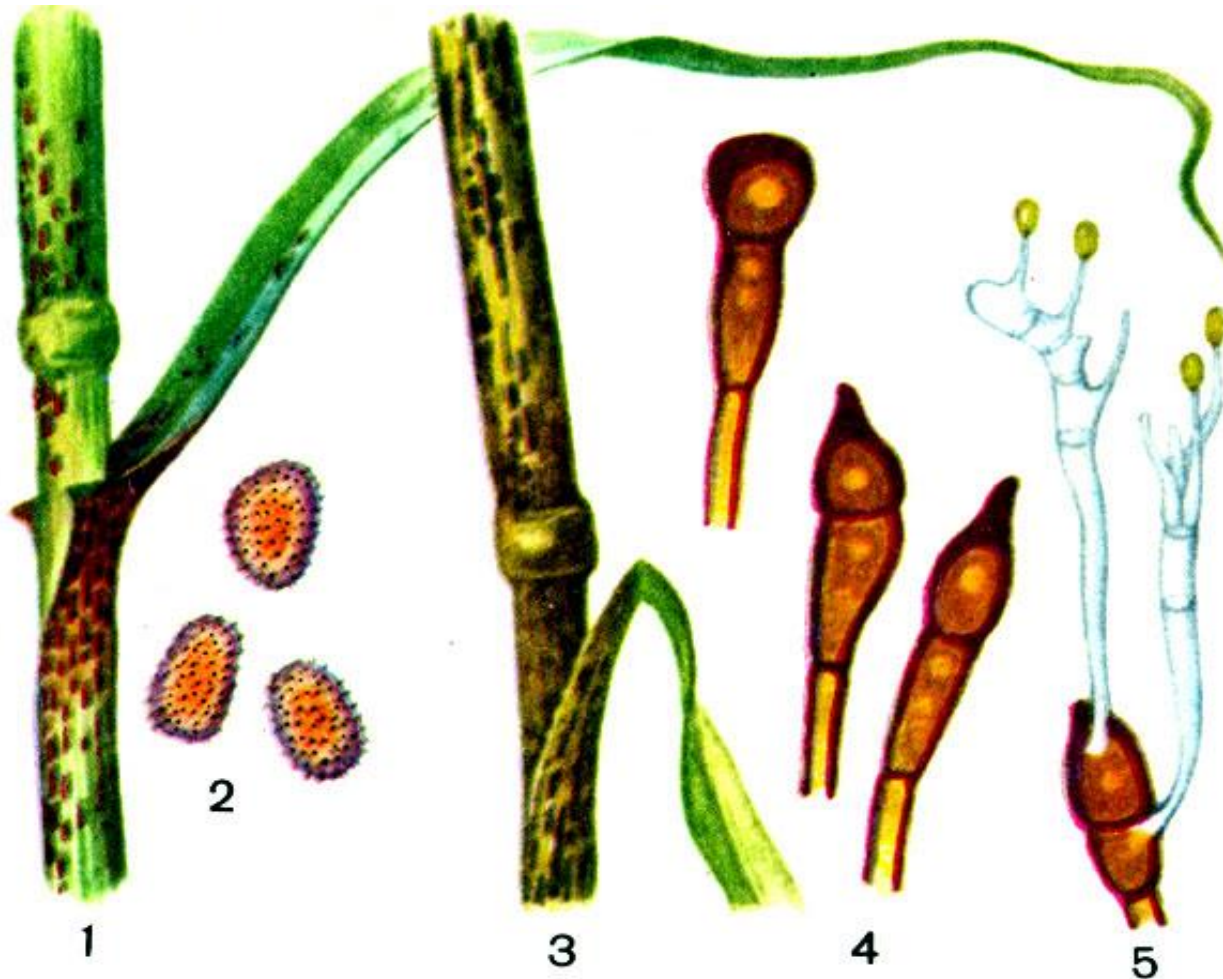
Специальные **организационно-хозяйственные мероприятия**, такие как использование и размещение сортов с различной степенью устойчивости, чередование и размещение культур в **севооборотах**, **пространственная изоляция**, а также профилактически истребительные мероприятия – **обеззараживание семян, почвы, хранилищ, уничтожение пораженных растительных остатков**, направлены на ограничение развития болезни.



# Значение растения-хозяина

- Важную роль в развитии болезни имеют биологические особенности сортов:
- **скороспелость;**
- **засухоустойчивость;**
- **устойчивость к болезням**
- На динамику рас патогенов влияет **площадь**, которую занимает тот или иной сорт. Важное значение имеет наличие или отсутствие **дикорастущих растений, сорняков**, на которых может храниться или развиваться болезнь.

**Истребление кустов барбариса** значительно уменьшило интенсивность поражения **пшеницы и потери урожая от стеблевой ржавчины в США** и др. странах. Известна роль многих других промежуточных растений в развитии болезней ржавчины, злаковых дикорастущих растений – в накоплении инфекционного начала корневых гнилей, мучнистой росы и т.д.



Стеблевая ржавчина пшеницы:

- 1 - пораженный стебель с уредоспорами,
- 2 - уредоспоры,
- 3 - пораженный стебель с телеоспорами,
- 4 - телеоспоры,
- 5 - проросшие телеоспоры





*Пузырчатая головня кукурузы*



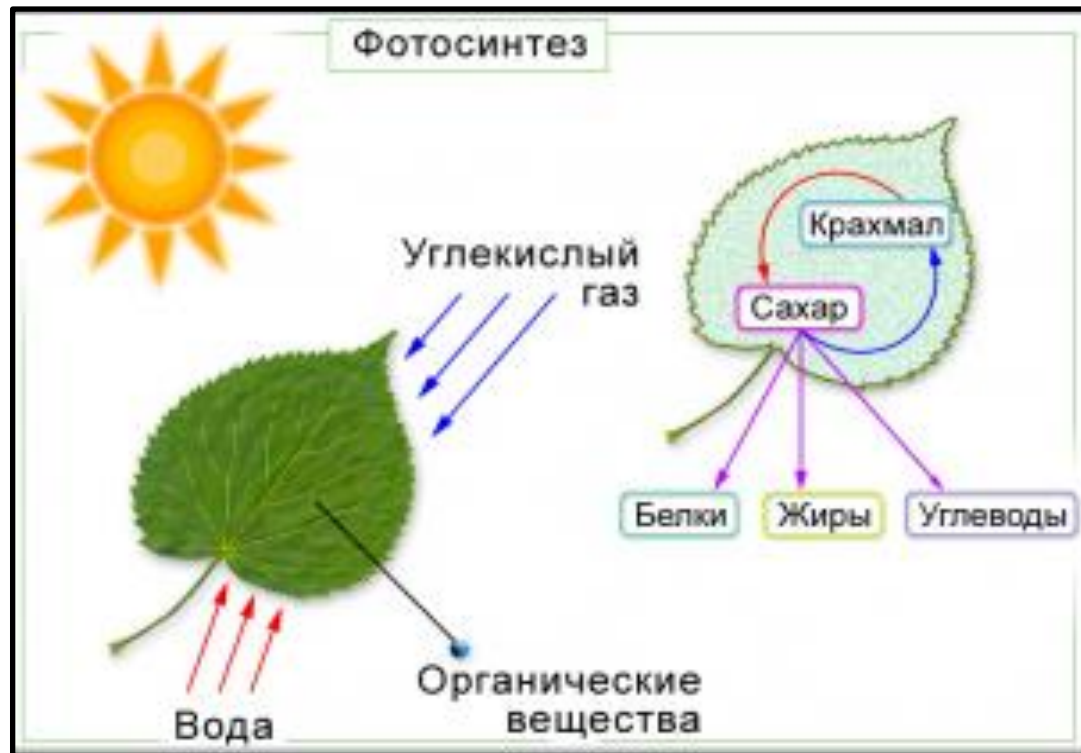
*Колос ржи с рожками спорыньи. Карликовая головня пшеницы. Пыльная головня пшеницы*

**Восприимчивые и устойчивые сорта** различаются между собой по устойчивости к одним и тем же расам патогенов, это предопределяет разницу в накоплении определенной расы и поражении разных сортов. Изменения в составе сортов приводят к изменениям в популяциях возбудителя, что в свою очередь влияет на динамику болезни. Яркие примеры сдерживания устойчивыми сортами вредоносных болезней в течение долгого периода известны для многих грибных болезней: **ржавчины и головни хлебных злаков,**

## Влияние внешней среды на

- **растение-хозяина**, которое меняет восприимчивость и устойчивость к болезни, ритм вегетации;
- **возбудителя**, на его агрессивность, жизнеспособность и скорость распространения;
- влияет на сам **патологический процесс** -возможность его возникновения и время поражения и прохождения, продолжительность инкубационного периода, выявления болезни.

Основными климатическими факторами, обуславливающими динамику болезней растений, являются температура и влажность. **Свет, ветер, атмосферное давление** и т.д. имеют лишь корректирующее воздействие в отдельные периоды жизнедеятельности патогенов.





## ФАКТОРЫ КЛИМАТА И ПОГОДЫ

## ТИПЫ ПРОГНОЗА

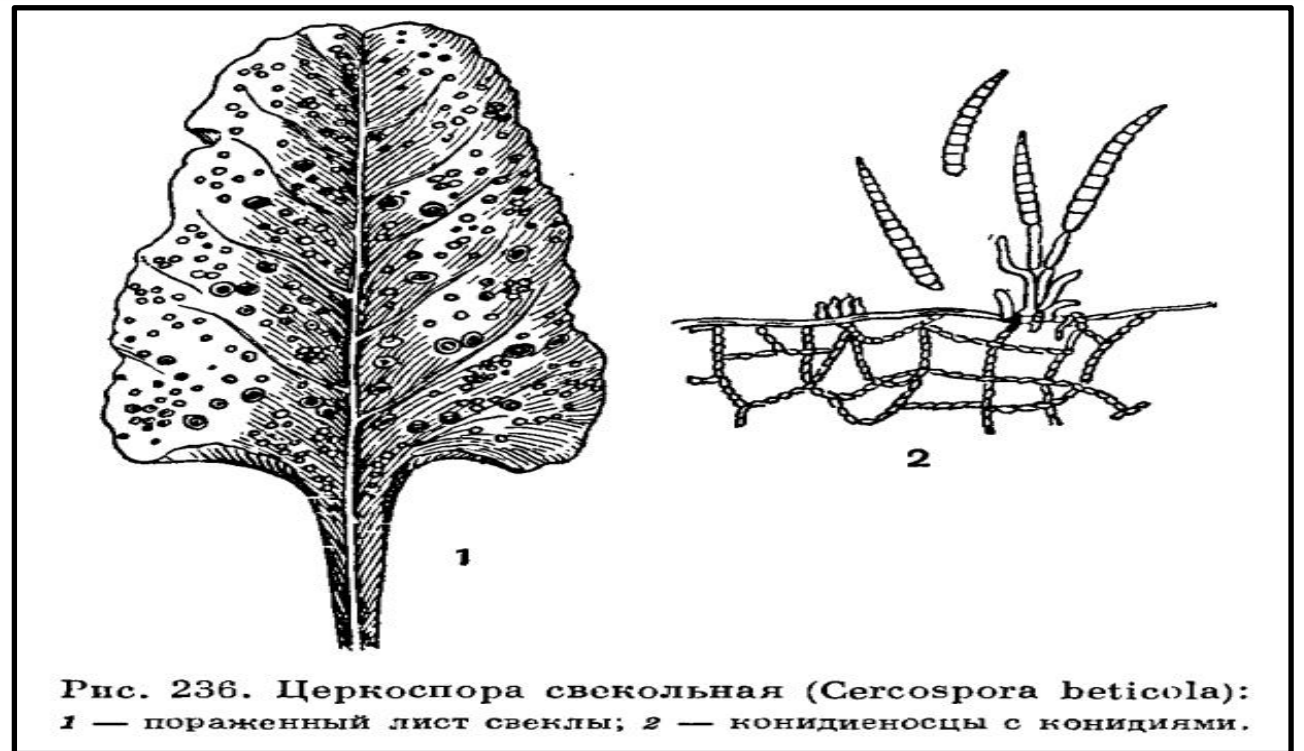




## Температурные показатели развития некоторых возбудителей болезней

Название болезни	Стадия развития возбудителя	Температура, °С		
		нижняя граница	оптимум	верхняя граница
Стеблевая ржавчина пшеницы	Прорастание спор	2	21-23	26-31
	Заражение растений	10	23-25	30
	Развитие у тканях растений	2	20	—
Бурая ржавчина пшеницы	Прорастание спор	2	20	32
	Развитие у тканях растений	2	25	35
Желтая ржавчина пшеницы	Прорастание спор	1	9-13	23
	Заражение растений	5	15-20	26
	Развитие у тканях растений	3	12-15	20

**Возбудитель головни лука** поражает только молодые растения. при температуре ниже  $10^{\circ}\text{C}$  рост лука замедляется, а интенсивность прорастания спор не уменьшается, что приводит к увеличению периода взаимодействия растения и паразита, пораженность растений и вредоносность болезни значительно увеличивается.



**Церкоспороз сахарной свеклы** начинает развитие при средних температурах  $+12-14^{\circ}\text{C}$  и минимальных — не ниже  $6-7^{\circ}\text{C}$ , при влажности воздуха более 60%, а ночью и утром более 85%.



Особое влияние на устойчивость растений имеет **содержание влаги в почве**. Как высокая, так и низкая влагообеспеченность в зависимости от требований патогена к условиям существования могут существенно ускорять патологический процесс. **Низкая влагообеспеченность почвы является одной из основных причин развития увядания картофеля и капусты, корневых гнилей пшеницы и фасоли, корнееда свеклы.** М. В. Горленко (1959) и некоторые другие ученые утверждают, что мучнистая роса злаковых культур может развиваться в широких диапазонах влажности и температуры, но наибольший вред от болезни бывает при **низкой влажности почвы, которая вызывает угнетение растений, потерю тургора, увядание.**



# Влияние антропогенных факторов

- **Выращивание устойчивых сортов** является наиболее экономически выгодным и радикальным средством контроля большинства болезней.
- **Севооборот и предшественники** должны обеспечить разграничение родственных культур во времени и пространстве, что дает возможность избегать накопления инфекционного начала в большинстве болезней.
- **Система обработки почвы** существенно влияет на выживание патогенов и на устойчивость и выносливость растений к болезням.
- **Посевные качества и подготовка семян** являются важным фактором динамики болезней. Щуплые семена формируются на растениях, которые плохо развиваются по разным причинам и часто из-за болезней.
- **Сроки и нормы высева** имеют существенное значение для патологического процесса, потому что от этого мероприятия зависит оптимальность развития растений, и особенно на первом этапе органогенеза.
- **Уход за посевами** также регулирует в определенной степени динамику болезней. Меньше поражаются растения на чистых от сорняков полях.
- **Система удобрения** должна обеспечивать растения элементами питания в соответствии с потребностями, чем способствовать их росту и развитию и соответственно повышать