

## **ЛЕКЦИЯ 2, 3**

# **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГНОЗОВ И СИГНАЛИЗАЦИИ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**

*Профессор, д.с-х.н. Глазунова Наталья Николаевна*

## **ВОПРОСЫ:**

- 1. Понятие об экологическом мониторинге**
- 2. Основные положения современной теории долгосрочных прогнозов**
- 3. Основные положения теории многолетних прогнозов**
- 4. Основные положения теории сигнализации**
- 5. Предикторы прогноза и сигнализации**



**Экологический мониторинг это  
совокупность методов выявления изменений  
экологической обстановки, вызываемых  
деятельностью человека, и путей ее  
рациональной оптимизации**

# Фитосанитарная диагностика является разделом глобального экологического мониторинга

- \* Она включает:
- \* сбор необходимой информации;
- \* обработку информации;
- \* принятие решений;
- \* пути их реализации.

В соответствии с этим подбираются методы и технология сбора информации, обработки и обобщения данных, вырабатываются рекомендации и осуществляется контроль эффективности их применения.

# Фитосанитарная диагностика базируется на трех положениях

- \* Первое — обоснование любой формы прогнозов становится возможным только при достаточно полном представлении *о закономерностях динамики изменчивости прогнозируемых явлений и причин, ее определяющих*. Это позволяет установить содержание необходимой информации, сроки ее получения, порядок анализа и обобщения всех данных для принятия прогностических решений.
- \* Второе — методы сбора и обработки информации, необходимой для любой формы прогнозов, должны учитывать *биологическую природу объекта, назначение собираемых данных и степень их точности*, т.е. соответствия получаемых данных состоянию учитываемых явлений в природе.
- \* Третье — разработка методов любых форм прогнозов и их информативного обеспечения базируется *на знании экологии и физиологии каждого вредного вида, фактической многолетней динамики тех процессов*, которые необходимо прогнозировать, а также изменчивости во времени и пространстве состояния тех факторов, которые способны влиять на ход прогнозируемых процессов.

# Теоретические основы прогнозирования

1. Экологические механизмы приспособительной изменчивости вредных организмов и роль среды в формировании фенотипа.
2. Биологическая, генетическая и пространственная сущность структуры и динамики популяций, ее специфика у разных жизненных форм.
3. Факторы (причины), определяющие динамику популяций, их взаимодействие; иерархия и механизмы влияния.
4. Специфика агроценозов в сравнении с биогеоценозами в отношении проявления влияния факторов; среды на межвидовые отношения и их роль в динамике популяций вредных видов —фитофагов.
5. Содержание и форма прогнозов различных аспектов фитосанитарной обстановки, сама возможность их и степень заблаговременности.

## 2. Основные положения современной теории долгосрочных прогнозов

Формой существования любого вида животных или растений является **популяция** — пространственная группировка особей вида, занимающая часть его ареала или только биотоп

## Популяции вида характеризуются:

Фенотипической или генотипической специфичностью. Включающих в себя: морфологию, физиологию, темпы онтогенетического развития, плодовитость, выживаемость, устойчивость к воздействию различных неблагоприятных факторов, диапазон и темпы изменения плотности поселений и заселяемости отдельных биотопов, и некоторые другие показатели

У видов с очень *изменчивой (лабильной) реакцией* специфичное состояние популяций изменяется быстро (в пределах сезона). У таких видов популяции, заселяющие отдельные биотопы, могут различаться по морфо-физиологическим признакам. Именно такая изменчивость популяций присуща большинству видов вредных организмов.

У видов с *замедленной (устойчивой) реакцией* на изменчивость факторов среды популяции характеризуются устойчивостью морфофизиологического состояния. У них отмечаются только географические популяции; в пределах отдельных биотопов выявить их специфичность не удастся.

# Динамика популяций вредных видов

Динамика популяций вредных видов это изменение заселенности ими различных сельскохозяйственных угодий:

1. посевов разных культур
2. одной культуры, но различных сортов, сроков посева и состояния растений.

Этот показатель получил название *динамики пространственной структуры популяций* он имеет определяющее значение для характеристики общего уровня численности вида в регионе и в конкретном сезоне.

Динамика популяций сопровождается изменением их возрастного состава, плотности поселений вредителей в заселяемых биотопах (сельскохозяйственных угодьях, посевах, насаждениях) и интенсивности развития болезней.

# Морфофизиологическая изменчивость популяций

**Морфофизиологическая изменчивость популяций**, обуславливающая динамику их распространения, имеет фенотипический характер и обычно не связана с перестройкой генотипа популяции, хотя в некоторых случаях (например, появление новой расы патогена) может быть связана и с ней.

При этом формируется новый фенотип популяции, связанный с перестройкой ее реакции на среду под влиянием воздействий определенных факторов в процессе онтогенеза каждой выжившей особи, составляющей популяцию.

# Фенотип популяции

Диапазон **фенотипической изменчивости** определяет плодовитость, размеры и соотношения массы тела и органов, накопление резервов в организме, степень устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов среды (в том числе и к пестицидам), общий характер реакции на их изменчивость.

**Фенотип популяции**, определяющий ее морфо-физиологические особенности и характер реакции на среду в данное время, формируется в течение прошедших сезонов.

О тенденции динамики популяций в следующем году можно судить по их состоянию, сложившемуся в конце вегетационного периода, так как реакция популяций на изменение экологической обстановки запаздывает.

Основными показателями сложившегося состояния популяций служат их *пространственная структура* и *морфофизиологические особенности*.

*Количественные и морфофизиологические* изменения популяций вредителей и патогенов, происходящие в процессе динамики их распространения и развития, выражают смену их фазового состояния и зависят от емкости фенотипической изменчивости вида.

# Фазы динамики популяций у вредителей

**Фаза депрессии** наступает вследствие длительного экстремального состояния энергетических ресурсов и климатических факторов. Популяция малочисленна и сохраняется только в местах резервации — биотопах с относительно благоприятной в это время кормовой базой и микроклиматом для вредителей и сохранения заразного начала для болезней. Чем шире в регионе представлены места резервации вида, тем быстрее и чаще возникают его массовые размножения (эпифитотии).



**Фаза расселения** (подъема численности) у популяций, находящихся в фазе депрессии, наступает в результате образования оптимальной кормовой базы и благоприятного сочетания климатических факторов в местах резервации и за их пределами. Вследствие этого начинается интенсивное размножение, происходит расселение и увеличение численности вида, усложняется структура популяций (пространственная, возрастная, морфофизиологическая), повышается их устойчивость к воздействию факторов смертности.



**Фаза массового размножения** наступает при дальнейшем сохранении благоприятной кормовой базы и оптимального состояния климатических факторов за пределами мест резервации. В этих условиях наблюдается наибольшая плотность популяций, которые достигают предельно сложной структуры, характеризуются высокой интенсивностью размножения и наиболее полным выживанием. Внутривидовые и межвидовые отношения не ограничивают роста численности, уплотнения популяций и расширения заселяемых территорий. Такие популяции имеют повышенную устойчивость к пестицидам, обладают наибольшим запасом выносливости к временным воздействиям неблагоприятных факторов, повышенной резистентностью к патогенам.

**Фаза пика численности** наступает в результате ухудшения кормовой базы и состояния климатических факторов, особенно во временно заселенных биотопах. Размножение затухает и не обеспечивает прироста численности, а смертность возрастает, так как усиливается влияние на популяции межвидовых отношений (хищники, паразиты, патогены), понижается общий запас устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов.



**Фаза спада численности** наступает как следствие продолжающегося экстремального состояния экологической обстановки. Временные поселения, образовавшиеся за пределами мест резервации, вымирают. Запас выносливости популяции к воздействию неблагоприятных факторов становится минимальным. В частности, резко сужается диапазон оптимальных для нее температур среды. Сохраняется популяция только в местах резервации; в итоге наступает фаза депрессии.



В развитии болезней растений, вызывающих эпифитотии, обычно выделяют 3 основные фазы: *депрессию*, *умеренное развитие* (соответствует фазе расселения вредителей) и *эпифитотию* (соответствует массовому размножению).



Прогнозируют на следующий год ожидаемую фазу динамики популяций на основе выявления сложившейся фазы в конце вегетационного периода данного года и с учетом ее состояния в прошедшем году. Сложившаяся фаза определяет характер реакций популяций на среду в будущем году (сезоне) и уровень распространения вида в регионе.



Анализ многолетних данных об объемах защитных работ, выполненных в регионе или стране на разных фазах динамики популяции вредного вида, позволяет установить их оптимальный уровень для каждой фазы. В соответствии с этим, прогнозируя ожидаемую фазу динамики популяций, одновременно планируют целесообразный объем обработок на следующий год.

# Влияние технологии возделывания культуры и агротехнических мероприятий на динамику популяций вредных видов

- \* 1) формирование пространственного соотношения и жизненной емкости биотопов, пригодных для резервации в фазе депрессии и расселения вредных видов при массовом размножении;
- \* 2) формирование энергетических ресурсов, их распределение во времени и пространстве, доступность для использования вредными видами;
- \* 3) усиление или ослабление значения складывающихся оптимальных и экстремальных климатических факторов для размножения, расселения и выживания вредных видов в критические периоды их жизненного цикла;
- \* 4) формирование условий, определяющих воздействия паразитов, хищников и патогенов на динамику популяций вредителей, а антагонистов — на развитие болезней;
- \* 5) воздействие на фенологию вредных видов и складывающиеся их взаимоотношения с повреждаемыми растениями.

# Основные положения теории многолетних прогнозов

1. **Изменение соотношения площадей и жизненной емкости мест, пригодных для резервации популяций** в период депрессии и расселения при наступлении благоприятной экологической обстановки.

В зависимости от биологических особенностей вида эти изменения могут происходить под влиянием **агротехнических приемов** вводимых в технологию земледелия по мере **его интенсификации**: орошения или осушения, структуры посевных площадей, занятых разными культурами, степени укрупнения площади отдельных посевов, системы обработки почвы, использования новых сортов, изменения сроков и технологии посева, уборки, хранения и переработки урожая, системы применения удобрений и других подобных причин.



2. **Обеспеченность вредных видов энергетическими ресурсами (кормом)**, степень их оптимальности и доступности. Изменчивость этих показателей может быть связана прежде всего с усилением или ослаблением специализации хозяйств на выращивании определенных культур.

### **3. Изменение соотношения фенологии вредных видов и повреждаемых растений.**

У каждого вида растений имеются фазы развития, наиболее чувствительные к повреждениям определенными вредными видами. Агрессивность вредных видов также существенно различается на разных фазах онтогенеза. Сдвиги развития растений в сторону ускорения созревания под влиянием погоды, сортовых свойств, сроков посева или агрофона могут лишить вредные виды возможности завершения развития и подготовки их к перезимовке. Удлинение сроков вегетации растений, равно как и затягивание уборочных работ и большие потери урожая, вызываемые этим обстоятельством, способствуют хорошей подготовке вредных видов к перезимовке, накоплению патогенов растений.

4. Оценка перспективы **изменения вредоносности отдельных видов с учетом их приспособляемости к новым условиям**, создающимся в результате интенсификации сельскохозяйственного производства в отдельных регионах.

Сравнительное изучение экологии и физиологии отдельных вредных видов, подвидов и географических популяций показало, что формы с наибольшей изменчивостью реакций на среду, наиболее динамичные в своем распространении, быстрее приспособляются к новым экологическим условиям. Они способны интенсивно использовать складывающиеся для них благоприятные условия, что облегчает затем переживание ими воздействия экстремальных условий.

## **5. Воздействия циклично изменяющейся активности солнечной радиации (7-, 50-, 100-летний циклы).**

Она существенно влияет на состояние климатических факторов. Однако воздействия на природу результатов производственной деятельности человека оказываются более сильными. Поэтому невозможно использовать циклические изменения активности солнечной радиации в качестве предикторов (показателей) многолетних прогнозов распространения вредных видов. Изменения активности радиации влияют на норму реакции вида, на факторы, определяющие динамику его развития и распространения.

# Основные положения теории сигнализации

- 1. Фенология вредных видов изменяется преимущественно под влиянием климатических факторов** и отчасти — в зависимости от степени оптимальности и доступности энергетических ресурсов, а также содержания в корме некоторых витаминов.

Межвидовые и внутривидовые отношения практически не влияют на динамику фенологии во времени и пространстве. Однако в зависимости от складывающейся фенологии (как и общего фенотипического состояния популяции) может существенно изменяться *влияние межвидовых отношений на проявление вредоносности* и другие формы жизнедеятельности вредного вида.



2. Наиболее доступно производить **расчет фенологии пойкилотермных форм по показателям температуры** и накоплению тепловых воздействий на организм.

Однако при этом приходится учитывать и другие физические факторы, влияющие на их фенологию. К их числу относятся влажность воздуха, продолжительность светового дня и др. Зависимость развития пойкилотермных организмов от температуры среды меняется по фазам онтогенеза.



### **3. Фенология культурных растений зависит от климатических факторов, сроков посева и оптимальности агрофона.**

Расчет фенологии культурных растений производится по температурным показателям и накоплению тепловых воздействий, с учетом соответствующих поправочных коэффициентов.

#### **4. Вредность вида зависит от его агрессивности и компенсаторных возможностей растений.**

Агрессивность вида определяется характером наносимого повреждения, стадией онтогенеза (фенологией), морфофизиологическим состоянием популяции, степенью благоприятности климатических факторов и свойств кормового растения для его жизненной активности.

Компенсаторные возможности растений зависят от их фенологии, сроков и характера наносимого им повреждения, степени благоприятности агрофона и погоды.

Это обстоятельство в наибольшей мере определяет динамику вредоносности отдельных видов во времени и пространстве. Сопоставление фенологии вредного вида и фенологии повреждаемого растения служит главной предпосылкой прогноза вредоносности фитофага.



**5. Определение экономической целесообразности обработок в зависимости от уровня заселения посева вредителем (интенсивности развития болезни) учитывает необходимость предотвращения потерь, превышающих 3—5% валового урожая.**

Экономический порог вредоносности изменяется под влиянием экологической обстановки, состояния посевов (насаждений) и других причин. Поэтому он уточняется на каждый сезон.

## **6. Установление сроков проведения защитных мер и их экономической целесообразности еще не является окончательным решением.**

В ряде случаев поля и насаждения, подлежащие обработке согласно этим показателям, нецелесообразно обрабатывать в связи с их высокой заселенностью энтомофагами или развитием эпизоотии среди вредителей. Основываются такие решения на учете соотношения численности энтомофагов и вредного объекта, прогноза вероятности развития эпизоотии в сложившейся фазе динамики популяций вредителя.

## **Трехступенчатая взаимосвязанная последовательности при сигнализации:**

- 1) определение срока проведения защитных обработок;
- 2) выявление посевов и насаждений, подлежащих обработке, с учетом экономического порога вредоносности в данный момент;
- 3) исключение обработок на части площадей, имеющих заселенность выше экономического порога, по экологическим показателям (высокая численность энтомофагов, развитие эпизоотии).

# Предикторы прогноза и сигнализации

**Предикторы прогноза** – это такие показатели состояния факторов окружающей среды, которые позволяют определить ожидаемые фазы динамики популяции, ее фенологию и вредоносность.

# Критические периоды

- 1) отрезки сезона, когда происходит на фазе покоя гибель большей или меньшей части популяции, отмечается усиленный расход резервов (зимовка, ранневесенний период);
- 2) отрезки времени, когда реализуется плодовитость популяции и обеспечивается возможность развития основной жизнеспособной части нового поколения;
- 3) период питания, накопления резервов и подготовки к зимовке.

В зависимости от биологических особенностей вида и степени изученности его экологии и физиологии в годовом жизненном цикле вредного объекта может быть выделено от 3 до 6 критических периодов.



Определяют, какие факторы оказывающие влияние на популяцию — ее выживаемость, размножение, развитие, морфофизиологическое состояние.

Отдается предпочтение тем факторам, которые определяют фиксируемое состояние фенотипа популяции не менее чем на 80 %. Это устанавливают в результате статистической обработки многолетних данных.



Когда не удастся подобрать экологический предиктор прогноза для конкретного критического периода, используют количественную характеристику состояния популяции.

- 1) пространственная структура популяции (заселенные типы посевов и полнота их заселения по отношению к обследованной площади);
- 2) возрастная структура к концу критического периода;
- 3) морфофизиологические показатели и др.

# Подбор предикторов для сигнализации и краткосрочных прогнозов

При разработке сигнализации задача сводится к подбору предикторов прогноза или оценке фактически сложившейся фенологии вредного вида и защищаемой культуры.

В качестве экологических предикторов используют:

- ход температур,
- накопление тепловых воздействий,
- влажность воздуха,
- количество осадков и др.

Очень широко для определения и прогноза фенологии вредных видов используют вылов насекомых и аскоспор специальными ловушками и установками. По динамике вылова и соотношению фаз развития вылавливаемого объекта рассчитывают ход фенологии.

# Критерии оценки прохождения фенологических фаз

Обычно принято считать, что отмечается вначале:

- \* этап «единично», если фиксируемая фаза (этап, стадия) онтогенеза выявлена не более чем у 5% особей;
- \* этап «начало фазы» фиксируют, если ее достигло до 20% особей;
- \* «массовое прохождение фазы», если она отмечается у 50% особей и более;
- \* «завершение фазы», если она отмечается у 80% особей и более.

Такое установление этапов фенологии служит базой для ее прогноза по метеорологическим предикторам и данным вылова.



**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ**