

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет защиты растений

Кафедра фитопатологии, энтомологии и защиты растений

## ФИТОГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

### краткий курс лекций

для обучения по программе подготовки научно-педагогических  
кадров в аспирантуре – 35.06.01 Сельское хозяйство,  
направленность (профиль) – Защита растений



Краснодар

КубГАУ

2015

*Составитель:* А. С. Замотайлов

**Фитогельминтология** : курс лекций для обучения по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре – 35.06.01 Сельское хозяйство, направленность (профиль) – Защита растений / сост. А. С. Замотайлов. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 27 с.

Цель дисциплины – овладение аспирантами необходимым минимумом знаний в области нематологии и гельминтологии, требующимся для специальности «Защита растений», и практическое знакомство с нематодами – важнейшими вредителями (возбудителями болезней) сельскохозяйственных культур – и методами их выделения из растительного материала.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией факультетов защиты растений, агрохимии и почвоведения Кубанского госагроуниверситета, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» «\_\_\_\_\_» 2015 г.

Председатель  
методической комиссии

В. И. Терпелец

© Замотайлов А. С., 2015

© ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2015

# 1 Фитогельминтология как самостоятельная биологоагрономическая дисциплина

1 Введение.

2 Периоды развития фитогельминтологии и вклад русских учёных в мировую науку.

3 Вредоносность фитогельминтов и экономический ущерб для сельского хозяйства.

4 Общее строение и форма тела нематод.

5 Роль фитонематод в распространении болезней с/х культур

## 1 Введение

Курс «Фитогельминтология» изучает представителей группы животных организмов, среди которых встречаются серьёзные вредители многих с/х культур.

Название «нематоды» (нема- «нитка», oides- «подобный») указывает на внешний вид животных этой группы. Это вытянутые в длину черви, круглые в поперечнике, величина которых чрезвычайно сильно варьирует. Наряду с мелкими (длиной 0,1–0,2 мм) видами круглых червей есть и такие, как например некоторые паразиты теплокровных животных, длина которых достигает до 8 метров и находятся они в плаценте китообразных.

Все нематоды экологически практичны и поэтому они широко распространены по всему земному шару.

Так, свободно живущие нематоды обитают в морях, в пресных водоёмах и в почве. Без участия нематод не обходится ни один сапробиологический процесс. Обычно в 100 см<sup>3</sup> пахотной почвы 4000–5000 нематод, видовой состав которых в значительной мере будет зависеть от почвенно- климатического фактора и растительного покрова. В почве нематоды составляют 90% от всех обнаруженных многоклеточных живых организмов. Многие нематоды приспособились к жизни в других организмах и стали облигатными или факультативными паразитами.

Из общей гельминтологической науки, которая всесторонне изучает паразитических червей и болезни связанные с ними в организме человека и животных, выделяется особое направление – фитогельминтология, которая изучает паразиты растений и заболевания выявленные ими и занимает промежуточное место между энтомологией и фитопатологией.

Академик К. И. Скребин в 1962 году фитогельминты характеризует следующим образом – это паразиты растений представляют штатскую армию

нахлебников человечества. Они действительно страшны не своим видом, а своим количеством, плодовитостью и аппетитом.

Основными задачами фитогельминтологии являются:

- изучение систематики, морфологии, анатомии и фаунистики;
- изучение биологии, онтогенеза и жизненного цикла;
- изучение причин возникновения, распространения и затухания эпифитотий фитогельминтов и способов управления этими процессами;
- изучение влияния абиотических факторов на развитие фитогельминтов.
- разработать стратегию и тактику защиты сельскохозяйственных культур от возбудителей фитогельминтов – как элемента интегрированной системы защиты растений.

## 2 Периоды развития фитогельминтологии и вклад русских учёных в мировую науку.

Паразитирующие на растениях нематоды большей частью настолько малы, что простым глазом почти или совсем неразличимы. Поэтому до изобретения микроскопа о них не было никаких сообщений. Однако, это не значит, что в те времена не наблюдалось повреждений, причинённых нематодами. Установлена связь между сообщениями, относящимися ко временам древнего Рима, об «истощении почвы» и появлении паразитических нематод. Первым учёным, наблюдавшим нематод под микроскопом, был Бореллус (1656). Ему принадлежит описание винных или укусных угриц.

Другие великие естествоиспытатели того времени, например Левенчук (1632-1723), так не рассматривали и изучали укусных угриц под микроскопом.

Первое сообщение о нематодах, паразитирующих на растении, исходило от английского учёного Нидхема (1743), который в письме к прициденту Лондонского королевского общества, сообщает об обнаружении угрицы в галлах, встречающихся в колосьях пшеницы.

Подъём и развитие нематологии произошли в середине 19-го столетия. Вышли в свет монографии учёных. Дюжардену (1845), Бастиану (1865), Де Ману (1884) в которых описываются некоторые виды нематод, паразитирующих на растениях.

Начало последовательного изучения нематод можно разделить на три периода:

– 1 период 1865–1885–конец 19 столетия от Бастиану до Де Ману. В этот период открываются и описываются некоторые виды нематод паразитирующие на растениях. Обнаружен вид нематод, вызывающий образование галлов на листьях злаков дав ему название *Anguina graminis* появилась фун-

даментальная работа Давена по биологии пшеничной угрицы. Ждя этого периода характерно ещё и то, что проведены первые наблюдения над нематодами паразитирующими на корнях, Беркели (1885) описала болезнь тепличных огурцов, признаком которой было образование корневых галлов с находившимися в них личинками и яйцами нематод.

– 2-ой период – начало и до середины 20-го столетия. На этот период приходится основные исследования биологии многих видов нематод, паразитирующих на растениях, их систематизация и разработка способов борьбы. И благодаря усилиям немецкого исследователя Кобба нематология получила признание науки. Он предложил понятия «нематология», «нематолог», «нематицид».

Выдающимся нематологом того времени считают немецкого учёного Гоффарта. В течение 40 лет опубликовал много ценного по всем вопросам фитонематологии и ознакомил с фитонематологией как немецкую службу защиты растений так и практиков – садоводов и полеводов.

Прикладные разделы гельминтологической науки формировались не одновременно, а в определённой последовательности.

В разработке паразитологических проблем в Советском Союзе большую роль сыграла икона академика Павловского Е. Н. и школа члена-корреспондента Академии наук СССР проф. Догеля В. А.

В 1930 в с ССР организовывается НИИ гельминтологии ВИГИС им. Скребина. В этом же году создаётся гельминтологическая лаборатория при АН СССР, а в 1932 году создаётся фитогельминтологическая лаборатория, которую возглавила Татьяна Семёновна Скорбилович. Во ВИГИСе параллельно организовывается фитогельминтологическая лаборатория, которую возглавила Н. М. Светникова, где занимались изучением нематод повреждающих растения.

По фитогельминтологии чрезвычайно большая работа проведена школой профессора И. Н. Филиппева. Он потратил много сил и энергии на изучение нематод в Советском Союзе. Им написаны фундаментальные труды по морским и пресноводным нематодам. Большое внимание он уделил изучению патогенных и почвенных нематод. Его книга «Нематоды вредные и полезные в сельском хозяйстве» (1934) явилась событием не только в советской, но и в зарубежной литературе. Разработанная им систематика нематод является общепринятой как советскими так и зарубежными специалистами. Третий период развития гельминтологии это 30-е годы 20-го столетия.

В 1930–1933 гг профессор Филиппев возглавляет лабораторию низших червей зоология института АН СССР. В этот период они организуют несколько экспедиций по выявлению очагов галловой нематоды в СССР.

С результатами, полученными во время этих экспедиций связаны постановления сектора внешнего и внутреннего карантина растений о запрете привоза картофеля из стран Западной Европы, где распространены вредные нематоды (картофельная и галловая).

Учитывая быстрое развитие нематологии и связанная с этим необходимость усиления сотрудничества в международном масштабе привели к созданию в 1953 году Европейского общества нематологов. Вместе с профессором Филиппьевым с 1932 года работает Кирьянова Екатерина Сергеевна, которая до 1976 года возглавляла сектор гельминтологии Института зоологии АН СССР. Ученики ее – академик Тулчанов, Тереньтева, Краль, Гуськова, Иванова, которые работали и работают в настоящее время в разных гельминтологических лабораториях СНГ.

К числу исследователей, способствующих развитию гельминтологии и обогативших ее ценными работами, принадлежит имя Александра Алексеевича Парамонова. Он опубликовал 150 работ и издал 2-х томник «Основы фитогельминтологии». Занимался изучением фауны фитогельминтов различных растений хозяев, выявлением распространения наиболее вредоносных видов, разработкой проблем биологии, экологической классификации и систематики, биохимии и физиологии фитогельминтов.

А. А. Парамонов разделил фитонематод по отношению к растению на следующие экологические группы: *параризобионты*, *эузапробионты*, *деви-сапробионты*, *микогельминты* и *фитогельминты специфического и неспецифического патогенного эффекта*. В растениях и почве живут также *энтогельминты* – паразиты насекомых.

*Параризобионты* связаны с водной средой и встречаются они чаще всего в сильно увлажненных почвах. Могут питаться микроскопическими водорослями. Бактериями, отдельные особи нематод встречаются в прикорневой зоне растений, встречаются хищники, которые используют нематод фитофагов. Они обладают мощным копьём (одонтостиль), оно представлено видоизмененным зубом полым внутри и заостренным сверху. Оно отличается мощной склеротизацией стенок, большой подвижностью вдоль оси тела и способностью далеко выдвигаться наружу.

*Адсапробионты* могут жить в отмершей древесине, разлагающихся корнях, погибших зеленых частях растений.

*Эузапробионты* могут переносить инфекцию, но сами не способны повреждать здоровые растения, но способствуют повышению интенсивности инвазии т. е. расширению площади заболевания растений. *Например*: растение сначала повреждается личинками и взрослыми самками галловой нематоды. В этот период в растениях еще очень мало *эузапробионтов*, поскольку нет еще сапробиотических очагов. В дальнейшем очаги начинают прогресив-

но развиваться в загнивающих галлах, и идет процесс нарастания численности особей *сапробиотических* форм. А количество личинок в таких галлах резко падает. Таким образом, нарастание численности *эцсапробионтов* становится сигналом на иммиграцию личинок галловой нематоды из загнивающих галлов в почву, и следовательно в здоровые корни. Их много в гниющих клубнях картофеля. Представители отряд рабдитиды (*Rhabditidae*).

*Девисапробионты* способны использовать сапробиологическую среду как источник своего существования, но могут поселяться в здоровых растительных тканях. Они могут питаться бактериями, грибами частицами тканей растений и выполняют в здоровом растении функции санитаров. При сильном поражении растений болезнями, их численность возрастает и они переносят грибную и бактериальную микрофлору из больных тканей в здоровые. Они осложняют течение бактериальных и грибных заболеваний, ускоряют гибель больных растений.

*Девисапробианты* – характеризуются возрастающей эвриадаптивностью. Вследствии питания здоровыми растительными клетками, проницаемость кутикулы у этой группы нематод повышалась, изменился характер движения и размножения. Они способны химически воздействовать на растительную ткань и в значительной степени зависят от бактерий. Они только проводят механическое повреждение растений, измельчая ткань до размеров удобных для проглатывания. Девисапробианты, в течение вегетации, неоднократно мигрируют из тканей растений в почву, а из последней снова в растительную ткань.

#### Представители семейства *Cephalabidae*

*Фитогельминты* – настоящие вредители растений. Характерно постоянное пребывание в органах растений и мощное развитие пищеводных желез, секрет которых воздействует на ткани растения – хозяина, и происходят изменения не только в поврежденном органе, но и в растении в целом. Они делятся на специфические патогенные эффекты, и неспецифические патогенные эффекты.

По способам паразитирования фитогельминты делят на две группы: *мигрирующие* и *седентарные (сидячие, оседлые)*. У мигрирующих самцы и самки сохраняют типичную стройную форму тела и могут передвигаться в растении и почве. Среди них различают *экто-* и *эндопаразиты*.

*Эктопаразиты* питаются на поверхности органов растений и в процессе жизненного цикла передвигаются от одного места питания к другому. В надземных органах они вызывают гибель почек, пятна и раны на листьях и

стеблях. Они вызывают некроз поверхности корней, образование грубых корней их укорочение и утолщение.

*Эндопаразиты* или внутренние в пораженном органе вызывают некрозы и язвы.

У *седентарных* фитогельминтов выработались совершенно особые трофические связи с растительным хозяином. Фитогельминты стимулируют образование гигантских клеток в тканях растений, сами питаются их содержимым. Самки приобретают вздутую форму, и теряет возможность к активной смене места и они становятся *седентарными*.

Фитогельминты *неспецифического патогенного эффекта*, встречающиеся в тканях растений, пораженных другими заболеваниями. Они не вызывают характерных признаков фитогельминтоза. Парамонов считает, представители этой группы питаются не только клетками пораженных растений, но и мицелием сопутствующих грибов.

*Фиогельминты* специфического патогенного эффекта, вызывающие специфичные фитогельминтозы и паразитирующие только в тканях здорового растения.

В отличии от сапробиотических нематод у микогельминтов и фитогельминтов ротовая полость превращена в острую полую иглу или стилет. Стилетом паразитические нематоды прокалывают клетки растений, гифы грибов и питаются их содержимым.

*Микогельминты* – типичные микофаги, живут за счет здоровых, неповрежденных грибов, прокалывая стенку мицелия и высасывая его содержимое. Их роль может быть двойка. С одной стороны, они могут быть вредными, когда паразитируют на хищных (триходерма) и на грибах – микоризообразователях и на культивируемых грибах (шампиньонах), с другой стороны, когда микогельминты ингибируют развитие фитопатогенных грибов, их роль полезна и они могут быть использованы в биологической борьбе с паразитическими грибами растений.

Чтобы установить к какой экологической группе относятся найденные в растительном материале нематоды, можно применить довольно простой прием – поместить нематод в 1% раствор метиленовой сини. Параризабионты окрасятся в течении 1-ой минуты, для окраски эцсапробионтов понадобится 5-10 минут, девисапробионты окрасятся через 15 минут, а фитогельминты не окрасятся совсем. Это обеспечивается тем, что наружный покров кутикулы – различается по своим проницаемым свойствам. У фитогельминтов она обладает наибольшей способностью задерживать проникновение различных веществ из окружающей среды в полость тела. Вследствие этого фитогельминты хорошо защищены от различных внешних воздействий.



### 3 Вредоносность фитогельминтов и экономический ущерб для сельского хозяйства

Симптомы, наблюдающиеся у растений при поражении нематодами, зависят от видовой принадлежности паразита, возраста и вида растения хозяина, а также от места поражения наиболее характерные: корневые галлы, язвы в различных слоях тканей, сухая гниль, ненормальное образование боковых и ветвящихся корней, угнетения роста, утолщение и искривление стеблей и листьев, изменение окраски – некрозы, стеблевые, листовые, цветковые и смешанные галлы.

По данным Метлицкого, 1996 г. на II Международном нематодологическом конгрессе, в работе которого участие принимали более 400 ученых из 54 стран, было отмечено свыше 3000 видов фитогельминтов, порожая все виды культурных растений, уничтожают ежегодно около 10% мировой растительной продукции. Общие потери оценены 100 млрд. долларов. Снижение урожая полевых, овощных, технических, кормовых, плодово-ягодных культур, обусловленное фитогельминтами составляет в среднем от 6–25%. В отдельных случаях потери урожая составляют 70–90%. Кроме прямого снижения урожая, они переносят вирусы, грибные и бактериальные болезни, снижают эффективность применения минеральных и органических удобрений, приводят к массовой гибели растений в засуху и при их перезимовке. К гниению продовольственных запасов.

При оценке по 5-ти бальной системе, наиболее вредоносными нематодами в мире признаны виды рода *Meloidodyne*, затем со значительным разрывом *Heterodera*, *Uobodera*, *Ditylenchus*, *Tylenchulus*.

В Европе, однако на первое место выходит род *Heterodera*, *Clobodera*, *Meloidodyne*. Современные затраты на изучение фитонематод и разработку мер борьбы с ними не превышает 125 миллионов долларов или порядка 0,2% стоимости потерь от нематод, что явно недостаточно.

### 4 Общее строение и форма тела нематод

Нематоды различаются по форме тела. Каждая форма соответствует образу жизни, который ведет данный вид

а) *листовая* и *нитевидная* формы, паразитирующая в межклетниках листьев, поэтому приобрела данную форму;

б) самка галловой нематоды, неподвижно сидящая в корнях растений и приобрела *шаровидную* форму;

в) и г) нематоды разрушающие ткани, *цилиндрической* и *веретеновидной* формы, которая свойственна сапробиотическим и почвенным нематодам;

д) *криконематы* могут укорачивать тело в результате сокращения продольных мышц, кутикула напоминает кольца с обращенными назад острием, и они передвигаются цепляясь краем кутикулы за песчинки.

### Полость тела

Тело покрыто плотной эластичной кутикулой, под которой находится слой гиподермы, а под ним располагается мышечные клетки. Благодаря сокращению определенных групп этих клеток нематоды изгибаются, а при ослаблении мышц ее тело выпрямляется под воздействием полостного давления. Кутикула часто имеет поперечную кольчатость.

Вдоль тела, как бы разрезая эти поперечные кольца, проходят так называемые боковые поля – узкие продольные валики кутикулы, в функцию которых входит обеспечение свободного движения поперечных колец кутикулы при сгибании тела в дорсовентральном направлении.

Таким образом, нематоды делают змеевидные движения и передвигаются в почве или растительной ткани.

Тело состоит из двух трубок. Внешняя представлена колесом мышечным неровным слоем, а внутренняя пищеварительным трактом.

В поперечном разрезе тело нематод круглое.

Тело нематод не имеет резкого подразделения на отделы, но принято различить 3 отдела: передний отдел – голова, собственно отдел – собственно тело и хвостовой отдел – хвост. Тело не сегментировано.

Передний отдел состоит из двух участков головного, или головной капсулы, и глоточного. В центре головного участка находится ротовое отверстие, окруженное подвижными зубами и неподвижными головными буграми. На головной капсуле располагается комплекс органов чувств. По глоточному участку проходит пищевод, который представляет собой часть передней кишки. Средний отдел или собственно тело составляет наибольшую часть длину нематод и здесь размещены средняя кишка и половые железы с их протоками. В хвостовой части тела располагается анальное отверстие, форма которого является систематическим признаком.

### 5 Роль фитонематод в распространении болезней сельскохозяйственных культур

Кроме непосредственных поражений, вызываемых нематодами у растений, они имеют значение в качестве переносчиков различных бактериальных, грибных и вирусных болезней. Известно, что число бактерий в растении в ризосфере минимально. Однако, чтобы произошло заражение растений, па-

разиты должны проникнуть внутрь тканей. Большинство фитогельминтных бактерий проникают в растение двумя путями – или через естественные отверстия, имеющиеся в растительных тканях, или через механически поврежденные участки тканей, в возникновении которых немаловажную роль играют нематоды.

Круглые черви носят на себе, или в себе многие бактерии, которые патогенны для растений. Взаимоотношения, выработанные в процессе эволюции, могут быть очень тесные. Например, желтый бактериоз пшеницы, всегда встречается вместе с нематодами, и одни бактерии сами по себе не могут заражать растения.

Вместе с бактериальными заболеваниями нематоды могут переносить и вирусные болезни растений. Все известные до сих пор нематоды вирусоносители относятся к семейству дорилаймид – *Dorylaimida*, которые ведут эктопаразитический образ жизни. Питаясь на корнях различных видов растений, они кратковременно прикрепляются к корешкам и способны к весьма значительным миграциям в почве. Переносчики вирусов очень длинным ротовым копьём, при помощи которого они высасывают соки из клеток растений, заражают вирусами. Миграция в почве и широкий круг хозяев способствуют передаче ими вирусов от одного вида растений к другому, что в значительной степени затрудняет борьбу с ними и передаваемыми ими вирусами.

Немаловажная роль нематод в переносе и грибных болезнях растений. В ряде случаев они создают благоприятную среду для вторичных микропатогенов.

В отношении интересны наблюдения Мюче (1959), показавшего, что стеблевая нематода картофеля выделением своих ферментов (амилазы, пектиназы) вызывают усиленный гидролиз (превращение крахмала в сахар) и тем самым способствуют повышению восприимчивости клубней заражению грибом фитофторой. Стеблевая нематода лука выделением ферментов способствует накоплению в растениях свободных аминокислот, что в свою очередь может вызвать усиленное нападение на лук гриба *Botrytis allii*.

Взаимоотношения между нематодами и другими микроорганизмами многообразны и зависят от многих причин, знание которых необходимо для понимания происходящих явлений и организации защитных мероприятий по фитонематодам, и вызываемым ими болезнями растений.

## **2 Особенности внутреннего строения, биология и экология фитогельминтов. Нервная система и органы чувств**

- 1 Органы пищеварения.
- 2 Органы размножения.
- 3 Постэмбриональное развитие и превращение фитогельминтов.
- 4 Нервная система и органы чувств

### **1 Органы пищеварения**

В полости тела или протоцели расположены пищеварительная и половая системы. Пищеварительная система нематод трубковидной формы и подразделяется на три отдела: переднюю, среднюю, заднюю кишку. Передний и последний отдел имеют кутикулярную хитиновую выстилку в отличие от среднего отдела.

Передняя кишка состоит из ротовой полости и пищевода.

Ротовая полость или стома у отдельных систематических групп устроена различно и состоит из пяти отделов: хейлостома, простома, мезостома, метастома и мелостома, внутреннее устройство этих отделов варьирует.

Наиболее характерным типом стомы подкласса фазмидиевых, куда относятся большинство интересующих нас видов, считают ротовую полость (рабдитоидная стома). Передних три отдела у рабдитид имеют цилиндрическую форму. На метостоме расположены неподвижные зубовидные придатки – онхи.

Цефалобойдная стома отличается перетяжкой между хейлостомой и простомой и кольчатостью остальных частей ротовой полости. Цефалобиды при питании растениями используют губные и головные пробулы для механического разрушения растительной ткани, обрывки которой нематоды пропускают в пищевод.

Диплогастероидная ротовая полость в отличие от стомы рабдитид, имеет укороченные первые три отдела. В метастоме вместо онхов формируются подвижные зубы. Появление подвижных зубов в ротовой полости диплогастерид связано с хищничеством этих нематод.

Теленхоидная стома превращена в стилет, который образовался из стенок ротовой полости, – характернейший орган фитогельминтов. По стилету в пищевод нематод поступает только жидкая пища.

Стилет фитогельминтов может быть простым и сложным. Простой стилет – удлиненно-коническое острие, цилиндрический корпус и основание с утолщенными стенками.

Сложный стилет отличается развитием у основания трех утолщений – базальных головок, к которым крепятся мышцы, выдвигающие стилет. Втягивание стилета происходит за счет эластичности тканей пищевода.

Дорилаймоидная стома прикорневых нематод представлена копьем, которое образовалось из зуба кутикулярного выроста в ротовой полости, которое служит для прокалывания оболочек растительных клеток.

За ротовой полостью следует пищевод. Он состоит из следующих частей: прокорпуса, метакорпального бульбуса, истмуса или перешейка, кардиального отдела или кардиального бульбуса.

Рабditoидный пищевод отличается мощным развитием мускулатуры, особенно сильно развиты мышцы метакорпального бульбуса. Истмус охвачен окологлоточным нервным кольцом и мускулатура здесь развита слабее. Кардинальный бульбус имеет форму луковиц, здесь происходит измельчение пищевых комков, поступающих через стому. У рабдитид пищеводные железы развиты слабо, так как в большинстве своем они относятся сапробионтам.

Диплогастероидный пищевод по строению напоминает рабditoидный, но кардиальный отдел лишен мускулатуры, связанного с ней дробильного аппарата, и превращен в чисто железистое образование. Эти изменения как и изменения стомы обусловлены переходом к хищничеству. Подвижные метастомные зубы служат диплогастеридам для разрывания стенки тела жертвы.

Цефалобоидный пищевод утолщенно-цилиндрический. Кардиальный бульбус мышечного типа с дробильным аппаратом. Теленхоидное строение пищевода встречается у типичных фитогельминтов, характерно наличие стилета и мощно развитых желез кардиального отдела.

Афелинхоидный пищевод встречается также у настоящих фитогельминтов. Пищеводные железы не образуют кардиального бульбуса, а свободно свешиваются в полость тела.

Дораклаймоидный пищевод состоит из двух отделов, переднего тонкого, почти лишенного мускулатуры и заднего утолщенного с мощными радиальными мышцами.

Дорилаймоидный пищевод встречается у нематод подкласса афазмидневых.

Средняя кишка представляет собой трубку, состоящую из одного слоя клеток эндодермы, где происходит всасывание пищи. Средняя кишка лишена мускулатуры и желез. Сюда поступает пища уже обработанная ферментами секрета пищеводных желез. В стенках средней кишки накапливается большое количество запасных питательных веществ и тогда этот отдел кишечника приобретает значение жирового тела.

Задняя кишка короткая и узкая у большинства нематод, выстланная кутикулой открывается наружу анальным отверстием и служит для выведения из кишечника непереваренных остатков пищи.

## 2 Органы размножения

Нематоды раздельнополые животные, другими словами имеются самки и самцы. Во многих случаях самцы меньше самок и хвостовые концы их обычно загнуты на брюшную сторону. Резко выраженный половой диморфизм наблюдается у некоторых специализированных паразитов растений. Так, например, у родов *Heterodera*, *Meledogine* самки обладают сильно раздутым телом и совсем не похожи на обычных нематод; самцы же у них остаются червеобразными.

У некоторых паразитических родов половой диморфизм состоит в том, что самцы остаются у них явно недоразвитыми, они меньших размеров и лишены копыя. Зато у самок этих нематод ротовое копые достигает огромных размеров. Органы размножения обоих полов нематод состоят из 1-2 половых трубок. Половые клетки (яйца и сперматозоиды) развиваются у нематод только в конце половых трубок, которые являются частью ганод.

Половые органы самки состоят из яичников, яйцеводов, маток (парные и дидельфных форм) и непарного влагалища, открывающегося наружу половым отверстием.

У самок вначале яичника находится синцитиальная ткань, где происходит быстрое деление клеток. Во второй части яичника происходит постепенное увеличение образовавшихся половых клеток (оогониев). Следующая за яичником часть половой трубки называется яйцеводом. Это сокращающаяся тонкая область половой трубки. Расположенная между яичником и маткой. Яйцевод прилегает к матке, представляющей собой широкую трубку, снабженную слоем плоского эпителия, а снаружи покрытую мышечным слоем.

В матке происходит окончательное созревание оплодотворенных яиц. Они покрываются оболочкой и могут проходить начальные стадии развития вплоть до личиночной стадии. Матка открывается в непарную общую вагину (влагалище) снабженную сильными мышцами. Влагалище обычно короткое и открывается наружу через женское половое отверстие – вульву. Отверстие вульвы может быть различное по форме, это имеет значение для систематики.

Самцы имеют парные и непарные половые трубки. Начальная часть ганоды, где развиваются сперматозоиды, называется семенником. В семенниках происходит формирование сперматозоидов. Основной частью органов осеменения служит семяизвергательный канал.

Копулятивный аппарат самцов состоит из спикул, рульки и бурсы. Спикулами называют склеротизированные вспомогательные придатки самца, входящие в клоаку со спинной стороны непосредственно впереди ануса.

Стикула состоит из вздутого основания или головки, шейки, тела и заостренной вершины.

Рулек – вспомогательный орган, который расположен на дорсальной стороне кутикулы. Имеет форму раздвоенной пластинки, и образован из кутикулы. Основное назначение рулька – направлять спикулы.

Бурса – субвентральные складки кутикулы, частично или полностью окружающие хвост самцов. Бурса может быть лептодерной (открытой) в тех случаях когда она не доходит до конца хвоста, или пелодерной (закрытой) когда она окружает хвост.

### 3 Постэмбриональное развитие и превращение фитогельминтов

Соотношение полов: у нематод наблюдается большое разнообразие. В случае наличия в природе примерно одинакового числа самцов и самок оплодотворение последних является необходимым условием для развития яиц.

Однако, многие свободноживущие и паразитические нематоды растений характеризуются тем, что в составе их популяций в природе явно преобладают самки. Число самцов может быть ничтожно мало. В таком случае они могут или размножаются партеногенетически.

Гермофродиты внешне похожи на самок. Однако наряду с яйцами они способны продуцировать и сперматозоиды. Обычно в половых железах таких нематод сначала созревают сперматозоиды, а потом яйца. Соотношение полов у таких видов нематод резко снижается в сторону преобладания самок.

Число яиц у свободноживущих нематод обычно разнообразно. У не типичных сапробионтов (цифалобиды) в матке может находиться только 2-4 яйца. У галловой пшеничной нематоды в пределах 3900-27000. У старых самок, уже не способных к откладке яиц, личинки вылупляются из яиц в матке, а затем проникают в полость и съедают все внутренние органы материнского организма.

У большинства нематод яйца покрыты 3 отчетливыми мембранами: внешним протеиновым слоем, хитиноидной оболочкой и желтой мембраной. У большинства паразитических нематод растений внешняя протеиновая оболочка яйца может отсутствовать. По форме яйца бывают круглыми, овальными, или эллипсоидными. У некоторых паразитов растений (*Heterodera*) *Meloidogone* яйца откладываются в яйцевой мешок, который защищает их от неблагоприятных воздействий внешней среды.

#### 4 Нервная система и органы чувств

Нервная система у нематод имеет не сложное строение. Центральную часть нервной системы составляет нервное кольцо, окружающее пищевод в средней или передней части. Вокруг нервного кольца расположены нервные клетки, в виде ганглиев. Отсюда в переднюю и заднюю части тела отходят продольные нервы. Их число равно 6-ти, но каждый из них разветвляется на 3 ветви.

В хвостовую часть тела от нервного кольца обычно отходят 8-12 нервов: 1 – спинной, 1 – брюшной, 4 – субмедиальных и 1-3 пары боковых. Вес они расположены в гиподерме.

С нервной системой связаны органы чувств. Органы осязания, тангоресценторы расположены на головном участке тела и имеют форму папил (сосочков или щетинок) и химического чувства. На их строении мы рстановимся подробно.

Амфиды: парные боковые органы чувств, расположены в головной области тела нематод имеют разнообразную форму и могут быть поровидными, круглыми, крючковидными, подкововидными, спиральными. С помощью сильно развитых боковых нервов амфиды соединяются с нервным кольцом.

Фазмиды: расположены на боковых полях хвостовой части тела. Это парные образования, от которых мельчайшие протоки идут к железам, погруженным в боковые хорды.

Дейриды: парные кутикулярные образования, открывающиеся паровидными отверстиями в середине боковых полей в области нервного кольца. Характерна для семейства теленхид.

Гемизонид: орган полуокруглой формы, расположенный близ выделительной поры на брюшной стороне тела.

Цефалиты: парные органы. Расположенные в передней части тела за головой; различают передние и задние цефалиты. Они имеют вид колец, охватывающих все тело нематоды. Цефалиты хорошо выражены у нематод рода (*Heterodera, Meloidodyne*).

Гемозонион: орган чувств обнаружен у сем. Теленхиды, расположен между кутикулой и гиподермой.

Предполагают, что гемизонион как и гемозонид, функционирует как короткая комиссура между нервами.

К кутикулярным структурам, связанным с нервной системой связаны также половые сосочки самцов.

Органы дыхания и кровообращения у нематод отсутствуют.



### 3 Систематика фитогельминтов.

#### Нематоды – вредители зерновых и бобовых культур

1 Характеристика подкласса *Adenophorea* – афазмидиевых и семейств отряда хромадариды и энопиды. Характеристика подкласса *Secernentea* – фазмидиевых и семейств отряда рабдитиды и теленхиды (овсяная нематода, пшеничная нематода, гороховая нематода, клеверная нематода)

В настоящее время классификация является одной из наиболее трудных проблем в нематологии.

Нематоды представляют собой обширную систематическую группу, в которую входят одинаковые по строению, но разнообразные по экологии, группы животных. В состав фитонематод имеется ряд таксономических групп. Но эти группы не могут рассматриваться как специфический объект фитогельминтологии. Напротив, большинство таксономических групп, куда входят фитонематоды, представлено также формами, трофически не связанными с растениями, в частности свободными или адаптированными к паразитированию в тканях и органах животных. При рассмотрении крупных систематических категорий, наблюдается ряд закономерностей, указывающих на то, что с определенными морфологическими признаками связаны и экологические особенности преобладающие в данной группе. Чем крупнее таксономическая группа, тем больше видна связь между систематикой и эколого-филогенетическими аспектами.

Профессор И. Н. Филипьев используя наиболее общие типичные взаимосвязанные признаки создал естественную систему морских нематод принципы построения которой, далее были распространены на класс в целом.

Классификация нематод разработанная А. А. Парамоновым включает формы имеющие отношения к растениям.

Тип *Nemathelminthes*

Класс *Nematoda*

Подкласс аденофарей или афазмидиевые (*Adenophoreu*)

Подкласс сецерненты или фазмидиевые (*Secernentea*)

Основной признак этого типа – наличие у всех представителей его первичной полости тела или схизоцеля, который представлен щелями между внутренними органами и стенкой тела.

К подклассу аденофарей или афазмидиевые относятся морские формы нематод, встречаются паразиты и вредители. Большинство афизмидиевых требовательны к кислороду, у них низкий коэффициент полупроницаемости кутикулы. Кутикула тонкая, чаще кольчатая с точечными или иной формы склероциями, репсе гладкая.

Для адинофорей характерно наличие мелких и крупных тангорецепторов, построенных по типу щетинок. Органы химического чувства – амфиды – круглой или спиральной формы лежат по бокам головы. Ротовая полость имеет разнообразное строение. Она может быть невооруженной или вооружена опхами, зубами или копьём: пищевод обычно состоит из корпуса, нетмуса и карциального бульбуса; субвертральные пищеводные железы никогда не открываются в пищевод в его переднем отделе. Бурсальных крыльев у самцов, как правило, нет.

Подкласс аденофарей включает 2 отряда: 1 отряд – хроматориды (*Chromodorida*), 2 отряд – эноплиды (*Enoplida*).

Отряд хроматорид включает одно семейство плектиды (*Plectidae*). Плектиды имеют тонкую кольчатость кутикулы с правильным расположением склероций. Представители которого связаны сапробиотической средой, но известны случаи, когда они могут находиться в корневой системе и во влажных листвах листьев.

Для отряда *Enoplida*, характерны крупные амфиды трубчатой или поровидной формы. Пищевод цилиндрический или конический. К этому отряду относятся свободно живущие морские, пресноводные и почвенные формы. Сюда входят эктопаразиты корней растений и паразиты животных. В отряд входят 3 семейства.

Семейство *Mononchidae* – мононхиды.

У представителей этого семейства кутикула гладкая или кольчатая, часто с разбросанными по всему телу щетинками. На головном конце от 4 до 12 щетинок. Амфиды круглые, расположены около головы. Пищевод цилиндрический с кардиальным бульбосом. Сюда относятся многочисленные виды живущие в ризосфере и питаются различными почвенными нематодами. Некоторые представители мононхид влияют на численность других почвенных нематод. Эта группа нематод интересна в аспекте биологического метода борьбы с вредителями фитопаразитическими нематодами.

Семейство *Dorylaimidae* – дорилаймиды.

Кутикула гладкая или с продольными складками. Кольчатость кутикулы отсутствует. Амфиды имеются. Стома вооружена пристенным зубом или опхами, или наиболее часто копьём. Пищевод дорилаймондного типа.

Представители семейства питаются как полифаги, зоофаги, фитофаги нередко совмещены в одном роде и виде все формы питания.

Ученый Минцель указывает, что представители дорилаймид в нутри кишечника имели хлоропласты и что они питаются соками растений при помощи мощного копья, для которого будет характерна мощная склеротизация стенок и заостренная вершина. Копье характеризуется большой подвижностью вдоль длины оси тела и способностью далеко выдвигать наружу. Все

движения копы далеко вперед – признак указывающий на способность его перерорировать плотные оболочки довольно толстого эпидермиса толстого эпидермиса корня.

Семейство *Longidoridae* – лонгидориды.

Представители этого семейства являются типичными почвенными формами. Имеют длинное копы и могут переносить вирусные заболевания растений.

Подкласс фазмидиевых или сирцерненты – *Secernentea*. Основная масса фитонематод принадлежит к данному подклассу. Характерны следующие признаки от очень мелких до очень крупных форм; головные тангорецепторы, папилообразные, реже в форме щетинок. Амфиды обычно паровидной формы и открываются не по бокам головы, а на боковых губах. Светочувствительные органы отсутствуют. Стома различной формы, пятичленная, невооруженная или вооруженная онхами или зубами. Большая часть фазмидиевых относятся к свободно живущим пресноводным или почвенным видам. Обитают в гнилой среде, большинство фитогельминтов специфического патогенного действия принадлежат к этому подклассу:

Отряд рабдитиды – *Rhabditidea*

Семейство рабдитиды – *Rhabditidae*

Семейство диплогастериды – *Diplogasteridae*

Семейство цефалобиды – *Cephalobidae*

Семейство штейнернематиды – *Steinernematidae*

Отряд рабдитиды – *Rhabditidea*

Представители отряда рабдитид имеют кольчатую кутикулу, небольшие размеры тела. Стома пятичленистая, может быть вооруженная онхами или зубами. Относятся преимущественно к почвенным и сапробиотическим формам.

Семейство *Rhabditidae* характеризуется мелкими формами 0,3-3 мм в длину. Обычно веретеновидные, чаще всего встречаются в почве около растений.

Семейству *Diplogasteridae* характерна бокаловидная стома. Протостомный цилиндр обычно широкий и короткий. Пищевод диплогастероидный. Бурсальные крылья самцов чаще сильно редуцированы. Представители семейства являются хищными обитателями сапробиотической среды.

Семейство *Diplogasteridae*. Стома и пищевод цефалобоидного типа. В кардиальном бульбусе развит дробильный аппарат. Многие виды относятся к нетипичным сапробионтам и могут жить в растениях.

Семейство *Steinernematidae* представители этого семейства паразитируют на насекомых. Это группа нематод интересна для биологического ме-

тогда борьбы. Так представители рода *Neoaplectana*, поселясь в теле проводников, существенно влияют на их численность.

Отряд *Tylenchida* – кутикула кольчатая с высоким коэффициентом полупроницаемости. Фазмиды расположены на хвосте, но иногда могут быть сдвинутыми вперед. Хвостовые железы отсутствуют. Характерен стилет, а хелепостома выполняет функцию ведущего кольца. Кардиальный бульбус имеет сильно развитые пищеводные железы. К этому отряду относятся многие фитогельминты и паразиты животных.

Семейство *Aphenchididae* – афеленхойдиды. Представители этого семейства морфологически трудно различимы. Ведущий признак определения семейства – отсутствия среднего бульбуса, пищеводные железы лежат вне ткани кардиального отдела пищевода, а метакарпальный бульбус переходит в среднюю кишку. Бурса самца редуцирована.

Многие представители этого семейства питаются гифами грибов, а наиболее серьезные фитогельминты – это хризантемная и земляничная нематоды.

Семейство *Tylenchidae* – настоящие шишкоиглые нематоды. Кутикула теленхид кольчатая, метакарпальный бульбус овальный. В семействе много фитогельминтов специфического патогенного эффекта. Типичные роды – угрицы *Anguina scop* и стеблевые нематоды *Ditylechus Filip*. К серьезным вредителям относится земляничная нематода.

Семейство *Hoplolaimidae* – хоплолаймиды. Представители этого семейства имеют обособленную головную капсулу с развитым опорным стилетом. Бурсальные крылья самцов хорошо развиты, часто с одной парой тангорецепторов.

Типичный представитель этого семейства ростковая нематода (*Pratylenchus pratensis*). Прателенхи – корневые паразиты, вызывающие некроз корневой ткани. Эктопаразитические перфораторы вносят систему растений бактерии и вирусы. Прателенхи с их огромными эктоферментивными железами обладают высокоактивными эктоферментами и принадлежат к группе нематод большого фитопатологического и экологического значения. В биологии прателенхов большое место занимает почвенное существование. Так, ростковая нематода, присутствовала некоторое время в корне инвазированного растения, уходит затем почву, а не перемещается в корневой ткани в процессе повторных онтогенезов, что для них не типично.

Тем не менее, возникнув от эктопаразитических гопплаймид, прателенхи приспособились к эндопаразитизму.

Семейство разнокожие нематоды – *Heteroderidae*. Все виды гетеродерид диморфны. Самки сильно вздутые и потеряли в онто- и филогенезе способность перемещаться в пространстве, их соматическая мускулатура реду-

цируется. Кутикула кольчатая с четырьмя линиями в боковых полях. Скелет самцов мощный. Самки имеют билатеральное расположение парных яичников. Вульва лежит рядом с анусом на заднем полюсе тела.

Нематоды, принадлежащие к этому семейству относятся к числу наиболее патогенных и опасных, приносящих огромные потери сельскому хозяйству.

Семейство полувнедренные нематоды – *Tylenchulidae*. Сюда также относятся диморфные нематоды со вздутыми неподвижными самками, заселяющие корни. Самцы стройные со слабым копьём.

Отряд *Tylenchida*

Семейство *Heteroderidae*

Овсяная нематода – *Heterodera avenae*

Овсяная цистообразующая нематода впервые была обнаружена в Германии в 1847 году на корнях овса, отсюда и пошло название овсяной. Но, как выяснилось позже она оказалась паразитом не только овса, ею поражаются в разной степени яровая и озимая пшеница, ячмень, озимая и яровая рожь, кукуруза, сорго, просо, а также травы из семейства злаковых: костер, овсяница, райграс, мятлик, пырей, ежа, тимофеевка и очень сильно заражается овсюг.

В Республике Беларусь вид предпочитает заражать озимую рожь. Вид зарегистрирован в большинстве стран Европы, в Австралии, Южной Америке, в районах Поволжья и Урала, на Украине, в Сибири, в странах Балтии и в Беларуси.

Характерным признаком повреждения зерновых культур овсяной нематодой преждевременное пожелтение листьев и покраснение их кончиков, усыхание листьев их низкорослость, тонкие стебли, наличие не продуцирующих побегов, колос недоразвитый, щуплое зерно. Корневая система слабо развита с множеством мелких слабых корешков.

Наиболее опасна нематода при залегании цист в верхнем пахотном слое почвы. Расположение цист в поверхностном слое до 10 см и при наличии 200-500 жизнеспособных цист на 1 кг воздушно-сухой почвы приводит к потере до 61 % урожая яровой пшеницы, при размещении их на глубине 10-20 см, до 32 %, на глубине 20-30 см – 6,6%.

При высокой степени заражения 1000 цист на 1 кг пахотного слоя обычно приводит к гибели урожая, и поле приходится перепаживать.

Овсяная нематода является типичным представителем цистообразующих нематод, с резко выраженным половым диморфизмом. Самка лимонной или шаровидной формы, самцы пшеничной – червеобразной.

Самка ведет неподвижный образ жизни прикреплена к ткани корня головным концом. Тело покрыто толстым субкритоллитовым слоем, образующий оригинальный белый чехол, под которым видна кутикула бледно-

кремового цвета. Тело самки заложено яйцами до 900 штук. По мере сохранения самки оболочка ее тела уплотняется, приобретает светло-коричневый цвет, а затем темнеет. Постепенно самка превращается в темно-коричневую цисту.

У самца тело нитевидное, червеобразной формы, покрыто тонкокольчатой кутикулой. Самец вышедшей из личиночных шкурки наружу корня покидает его, ведет свободноживущий образ жизни после копуляции с самкой, вскоре погибает.

Яйца вытянуты в длину, почковидной формы, покрыты трехслойной оболочкой, через которую видна личинка свернутая в три – четыре оборота.

Развитие первой стадии личинки протекает в яйце. Вылупившаяся из яйца инвазионная личинка второго возраста до внедрения в корни растения тонкая, стройная, червеобразной формы. Личинка нематоды, внедрившись в корни проростка, интенсивно питаются содержимым растительных клеток, 3 раза линяют и обычно на 50–60 % их превращается в самок и остальные в самцов.

Молодые самки резко увеличены в объеме, выходят наружу, оставаясь погруженными головным концом в ткань корня, и продолжают питаться. В этот период достигают величины макового зерна и преобладает молочно-белый цвет, становясь заметными даже не вооруженным глазом.

Массовый выход самок и самцов наружу сопровождаются разрывами эпидермиса корня, происходит в фазе трубкования растений при среднесуточной температуре 16°, а фазе колошения отмечается массовая откладка яиц.

Продолжительность развития нематоды с момента внедрения личинок с момента половозрелого состояния самки составляет 30–45 дней, до образования новых цист длится 60–98 дней. Массовое опадение цист с корней в почве происходит в фазе молочной и восковой спелости.

Инфекционным началом является почва. Личинки выходят из цист в почву ранней весной при температуре почвы 4–6°C, интенсивный выход личинок отмечается в мае, с постепенным спадом в июне, в июле выходят лишь единичные экземпляры.

Нижним температурным порогом развития овсяной нематоды является установившаяся в верхнем пахотном горизонте до 15 см среднесуточная температура почвы 4°C при температуре воздуха 7–8°C, внедрение личинок в корни растений происходит при среднесуточной температуре почвы 7–8°C и воздуха 9–11°. Обычно это совпадает с появлением массовых всходов яровых зерновых культур.

Внесение в почву хищных грибов *Arthrobotys oligospora* препятствуют проникновению личинок в корни овса.

Совершенствование структуры посевных площадей, освоение севооборота и включение в него сахарной свеклы и люцерны. Рациональное использование минеральных и органических удобрений, систематическая борьба с сорняками, которые являются постоянными резервуарами гетеродерозной инвазии.

Агротехнические мероприятия должны быть направлены на сбережение влаги и наиболее полное использование ее растениями.

Использование устойчивых сортов Буг, Асилак, Голозерный, Булат, Гамбо, Грамена. При возделывании данных сортов количество личинок снижается до 50–60 %.

Пшеничная нематода

Семейство *Telenchidae*

*Anguina tricoli* (Steinbuch)

Представители рода *Anguina* являются специализированными паразитами зачатков цветков, превращающихся при этом в галлы. Так как галлы образуются вместо семян, поэтому их часто называют семенными нематодами. Они известны только на цветковых злаковых культурах.

Пшеничная нематода была открыта в 1743 г. английским ученым Нидхэмом и распространена во всех пяти частях света.

Самки длиной 3–5 мм, лежащие в галле в спирально свернутом виде, самцы меньших размеров (1,0–2,5 мм) более стройны и подвижны и не свернуты спирально. Они имеют большую спикуну, рулек и бурсу, не достигающую до конца хвоста.

Личинки первого возраста 0,5 мм, личинки второго возраста увеличиваются вдвое и они годами могут находиться в галле в высохшем состоянии, способных к инвазии.

Осыпавшиеся при уборке урожая или занесенные при посеве галлы во влажной почве размягчаются. В результате поглощения влаги личинки, находящиеся в анабиозе, снова становятся жизнеспособными и покидают галлы в поисках всходов пшеницы и нападают на них. Заражение озимых зерновых культур частично начинается еще осенью, а яровых – весной. Имеется прямая связь между количеством осадков, выпавших в октябре, ноябре и в декабре, и со степенью поражения в следующем году. При отсутствии растения – хозяина личинки могут находиться в почве в жизнеспособном состоянии 7 месяцев. Заражение происходит тогда, когда семядоли уже не защищены колеоптилем. Затем они мигрируют внутрь стебля и поражают зародышевые части будущих цветков, вызывая образование галлов. Период заражения завершается с началом фазы трубкования. Прохладная влажная погода благоприятствует заражению. В теплую, способствующую росту погоду растения быстрее проходят фазу развития восприимчивую к заражению нематодой.

Личинки поселяются в пазухах листьев, вблизи точки роста, и активным сосанием вызывают первые симптомы заболевания.

По мере роста растения – хозяина личинки пассивно поднимаются вверх и, как только образуются колосья, проникают в зачатки цветков. Вместо нормальных зерен происходит образование галлов, в которых личинки очень быстро развиваются в половозрелые особи. В каждом галле может находиться от 1 до 6 самок и от 2 до 7 самцов.

Период откладки яиц продолжается 5–6 недель и каждая самка откладывает от сотен до тысяч яиц, из яиц отрождаются личинки, которые после линьки, во втором возрасте впадают в анабиоз. Иногда личинка проникает в ткани листа и вызывает у них образование галлов.

Заражение пшеничной нематодой растения можно установить по волнистости и курчавости краев листьев, задержке развития и скручиванию их. Пораженные колосья короче и более сжаты, чем здоровые, а также дольше остаются зелеными. При раскрытии колосовых чешуй хорошо заметны сине-зеленые галлы. Растения хозяева – пшеница и рожь.

Распространяется пшеничная нематода с семенниками и уборочными машинами. Поэтому, высевать надо только хорошо очищенные семена.

Гороховая цистообразующая нематода

Семейство *Heteroderidae*

*Heterodera gottingiana* Liebscher.

Вид имеет наибольшее хозяйственное значение после картофельной, свекловичной и овсяной нематод.

Данный вид открыт в Германии и по месту находки было дано название. К настоящему времени вид распространен по всей Европе.

Самки длиной 0,6–0,8 мм мешкообразной формы. Вульварный конус выступает немного. Субкристалиновый слой отсутствует. Имеется желатиновый яйцевой мешок, который покрывает у половозрелых самок вульварный конус, но у него откладывается небольшое количество яиц. Самцы длиной около 1,2 мм.

Горох, высеянный в апреле, поражается очень сильно. Уже в июле на корнях образуется много цист. Одна циста содержит 150–200 яиц. Зараженные растения низкорослые и мало ветвятся. Пожелтение листьев отмечается от нижних к верхним. Корневая система развивается плохо. Бактериальные клубеньки совсем не образуются или в малом количестве.

Вид поражает все сорта гороха, чечевицу, чину. Различные виды люпина, красный и белый клевер, фасоль и люцерна не поражается.

Меры борьбы. В севообороте избегать продолжительного возделывания поражаемых культур.



Внесение азотных удобрений повышает урожай гороха на тяжелых почвах, но количество нематод увеличивается, на легких почвах урожай увеличивается, а увеличение нематод не наблюдается.

Клеверная цистообразующая нематода

Семейство *Heteroderidae*

*Heterodera trifolii* coffart

Впервые вид обнаружили в Германии и к настоящему времени распространен по всей Европе. В Голландии до 60 % пастбищ заражено этой нематодой.

У зараженных растений отмечаются тонкие побеги, мелкие листья, слабое цветение. Снижается содержание сырого протеина и количество клубеньков на корнях.

Поражает нематода как белый, так и красный клевер (потери урожая зеленой и сухой массы доходит до 30 %). К растениям – хозяевам относят: фасоль, чина луговая, вика посевная и мохнатая. Цисты имеют лимонообразную форму тела длиной примерно 0,6 мм, часть асимметричны т.е. голова и вульварный конус лежат не на одной оси. Молодые самки покрыты субкристаллиновым слоем. Коричневая окраска цист следует после желтой. На оболочке под микроскопом виден зигзагообразный рисунок и грубая пунктировка. Самцы встречаются редко.

Выход личинок из цист отмечается при средней температуре почвы 10°C, а при температуре 15,5°C через 5–12 дней происходит линька личинок второго возраста. Личинки в корнях клевера развиваются до 40 дней, а коричневые цисты обнаруживаются в почве на 62–64 день.

Цисты первой генерации на корнях клевера появляются в июле, а второй генерации – в октябре. Цисты в среднем содержат 200–250 яиц. При изучении этого вредителя отмечено необычное явление – все стадии развития от личинок до коричневой цисты были обнаружены и на поверхности листьев белого клевера.

Из защитных мероприятий – севооборот. Вместо белого клевера можно возделывать лядвенец рогатый, который не поражается.

## Литература

- 1 Бондаренко Н. В., Поляков И. Я. Вредные нематоды, клещи, грызуны / Н. В. Бондаренко, И. Я. Поляков, А.А., Стрелков // Л., «Колос» 1977.
- 2 Е. С. Кирьянова Е. С., Кралль Э. А. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними / Е. С. Кирьянова, Э. А. Кралль // Л., «Наука», 1969: книга 1 и 2.
- 3 Парамонов А. А. Основы фитогельминтологии / А. А. Парамонов // Москва, 1962: кн. 1 и 2.
- 4 Х. Деккер (ГДР) Нематоды растений и борьба с ними. М., «Колос», 1972
- 5 Шестеперов А. А., Ю.Ф. Савотиков Ю. Ф. Карантинные фитогельминты / А. А. Шестеперов, Ю. Ф. Савотиков М. // «Колос», 1993.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>1 Фитогельминтология как самостоятельная биологоагрономическая дисциплина</b>	3
Введение	3
Периоды развития фитогельминтологии и вклад русских учёных в мировую науку	4
Вредоносность фитогельминтов и экономический ущерб для сельского хозяйства	9
Общее строение и форма тела нематод	10
Роль фитонематод в распространении болезней с/х культур	12
<b>2 Особенности внутреннего строения, биология и экология фитогельминтов. Нервная система и органы чувств</b>	12
Органы пищеварения	12
Органы размножения	14
Постэмбриональное развитие и превращение фитогельминтов	15
Нервная система и органы чувств	16
<b>3 Систематика фитогельминтов. Нематоды – вредители зерновых и бобовых культур</b>	17
Характеристика подкласса <i>Adenophorea</i> – афазмидиевых и семейств отряда хромадариды и эноплиды. Характеристика подкласса <i>Secernentea</i> – фазмидиевых и семейств отряда рабдитиды и теленхиды (овсяная нематода, пшеничная нематода, гороховая нематода, клеверная нематода)	17

Учебное издание  
Замотайлов Александр Сергеевич

**ФИТОГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ**

*Краткий курс лекций*

Подписано в печать \_\_\_\_\_ г. Формат 70 × 100<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Усл. печ. л. – 1,6. Уч.-и зд. л. – 2,3

Тираж 10. Заказ № \_\_\_\_\_

Редакционный отдел и типография  
Кубанского государственного аграрного университета  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13