

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная  
академия»

**В. Г. КАПЛИН**

# **ПРИКЛАДНАЯ НЕМАТОЛОГИЯ**

*Допущено Учебно-методическим объединением  
вузов Российской Федерации по агрономическому  
образованию в качестве учебного пособия  
для подготовки магистров по направлению  
110400 «Агрономия»*

2012

УДК 632.651 (075)  
ББК 44.785 я 7  
К-20

*Рецензенты:*

д-р с.-х. наук, проф. кафедры защиты растений и плодовоовощеводства  
Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова

*И. Д. Еськов;*

д-р биол. наук, проф. кафедра ботаники, экологии и охраны природы  
Самарского госуниверситета

*С. А. Сачков*

**Каплин, В. Г.**

К-20 Прикладная нематология : учебное пособие. – Самара :  
РИЦ СГСХА, 2012. – 384 с.  
**ISBN 978-5-88575-313-5**

Рассмотрены строение и биологические особенности фитонематод, их происхождение и направления эволюции, типы поражения нематодами культурных растений, методы изучения, взаимоотношения нематод с другими патогенными организмами, галловые и цистообразующие нематоды – паразиты корневой системы, стеблевые и листовые нематоды растений, сосновая древесная нематода, энтомопатогенные нематоды и их применение в защите растений.

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся в магистратуре по направлению 110400 «Агрономия», аспирантов, практических работников в области агрономии, защиты растений, биологов.

© Каплин В. Г., 2012  
© ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, 2012

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Царство Животные (Animalia) до 1977 г. делили на два подцарства Одноклеточные, или Простейшие (Protozoa) и Многоклеточные (Metazoa). В 1977 г. Одноклеточные были выделены в отдельное царство, в настоящее время к царству Животные относятся только Многоклеточные гетеротрофные эукариоты, для которых характерны способность активно передвигаться, ограниченный рост, преимущественно половое размножение; наличие двух-трех зародышевых листков; развитие мышечной, нервной, кровеносной, пищеварительной, половой, выделительной систем; быстрая ответная реакция на внешние и внутренние раздражения с помощью нервной системы. Клетки животных не имеют клеточной стенки, их наружная оболочка тонкая, эластичная. Запасают углеводы в виде гликогена. Описаны около 30-35 типов, 75 классов и более 2 млн. видов животных, среди которых преобладают членистоногие, в частности насекомые (около 75% видов), а также паукообразные (5%), моллюски (7,5%), круглые черви (4%), хордовые (2,6%).

Среди Простейших (Protozoa) организмы, причиняющие вред сельскохозяйственным культурам, практически отсутствуют. Животные жгутиконосцы рода *Leptomonas*, относящиеся к отряду Кинетопластид (Kinetoplastida), семейству Трипаносомид (Trypanosomidae), живут в сосудах с млечным соком, межклетниках, вакуолях растений семейств молочайных, астровых, маковых и др. Вызывают разрушение хлорофилла, опадение листьев, гибель растений. Распространены преимущественно в тропиках и субтропиках, большой вред наносят плантациям кофе в Южной Америке, вызывая заболевание – некроз флоэмы. Особенно широко это заболевание кофе распространено в Гвиане. При сильном заражении кофейные деревья погибают в течение 3-12 месяцев. Перенос возбудителя и заражение растений осуществляется сосущими насекомыми, в основном клопами.

Среди животных тип Первичнополостные (Nemathelminthes) включает 5 классов, среди которых по числу видов и распространению центральное место занимают представители класса Круглые черви (Nematoda). Около 20% нематод – паразиты различных органов растений.

Моллюски (Mollusca) – вредители сельскохозяйственных культур относятся к классу Брюхоногие (Gastropoda), подклассу Легочные (Pulmonata), отряду Стебельчатоглазые (Stylommatophora). Почти все Стебельчатоглазые ведут наземный образ жизни и представляют собой наиболее высокоорганизованную группу брюхоногих; включают около 15 тыс. видов, относящихся примерно к 67 семействам улиток и 13 семействам голых слизней. Наибольший вред культурным растениям причиняют голые слизни.

Тип Членистоногие (Arthropoda) – наиболее многообразная и распространенная группа животных, включает три современных подтипа: Хелицеровые (Chelicerata), Жабродышащие (Brachiata) и Трахейнодышащие (Tracheata). К Хелицеровым относятся два класса: морские Меростомовые (Merostomata) и наземные Паукообразные (Arachnida); к Жабродышащим – один класс Ракообразные (Crustacea); Трахейнодышащим – два класса: Насекомые (Insecta) и Многоножки (Myriapoda). Трахейнодышащие – высшая ступень в эволюции членистоногих. Членистоногие – вредители растений относятся к Акариформным клещам (Acariformes) из класса Паукообразные и Насекомым (Insecta).

В типе Хордовые (Chordata) наибольшее практическое значение в растениеводстве как вредители сельскохозяйственных культур имеют представители подтипа Позвоночные (Vertebrata), класса Млекопитающие (Mammalia), отряда Грызуны (Rodentia).

Таким образом, среди животных – вредителей сельскохозяйственных культур, наибольшее практическое значение имеют насекомые, нематоды, клещи, голые слизни и грызуны. Насекомые являются предметом изучения общей, сельскохозяйственной, лесной энтомологии. Предлагаемое учебное пособие посвящено нематодам – вредителям сельскохозяйственных культур, имеющим практическое значение в биологической защите растений от вредителей.

Основная цель пособия – помочь студентам освоить основы современной прикладной нематологии, включая данные по

морфологии, биологии, экологии, происхождению, диагностике фитопаразитических и энтомопатогенных нематод; типам повреждений нематодами культурных растений, методам их учетов; сформировать системы компетенций для решения профессиональных задач по защите сельскохозяйственных культур от фитонематод, а также использованию энтомопатогенных нематод в биологической защите растений от вредителей.

Специальное внимание в издании уделяется нематодам – переносчикам вирусов, вопросам оценки вредоносности нематод, методам борьбы с ними в открытом и закрытом грунте, применению энтомопатогенных нематод в защите растений.

Пособие составлено в соответствии с программой курса «Прикладная нематология» и предназначено для магистрантов сельскохозяйственных вузов и университетов, а также научных и практических работников в области карантина, агрономии, лесоводства, защиты растений, зоологии беспозвоночных.

Учебное издание направлено на формирование и развитие у студентов следующих профессиональных (ПК) компетенций:

- способности понимать сущность современных проблем агрономии, научно-технологическую политику в области производства безопасной растениеводческой продукции;
- готовности применять разнообразные методологические подходы к моделированию и проектированию сортов, систем защиты растений, приемов и технологий производства продукции растениеводства;
- готовности использовать современные достижения мировой науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах;
- способности обосновать задачи исследования, выбрать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представить результаты научных экспериментов;
- готовности составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований;
- представлять результаты в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений.

В результате изучения пособия студент должен:

• **знать:**

- основные виды нематод – вредителей сельскохозяйственных культур, особенности их взаимоотношений с растениями; биологические основы вредоносности;
- методики обследования угодий и культур с целью выявления вредных организмов и прогнозирования их численности; экономические пороги вредоносности важнейших вредных организмов;
- методы борьбы с фитонематодами;
- технологии культивирования энтомопатогенных нематод;

• **уметь:**

- устанавливать видовую принадлежность нематод;
- обосновывать целесообразность и способы применения защитных мероприятий в различных агроэкологических условиях;
- проводить учеты нематод, оценку фитосанитарного состояния посевов и посадок, продукции растениеводства;
- составлять схемы фитосанитарного мониторинга галловых нематод;
- принимать решение о проведении защитных мероприятий;
- давать оценку биологической и экономической эффективности препаратов и защитных мероприятий;
- организовать технологический процесс культивирования и разведения энтомопатогенных нематод для борьбы с насекомыми-вредителями;

• **владеть:**

- навыками разработки интегрированных систем защиты огурца и томата от галловых нематод в теплицах.

## ВВЕДЕНИЕ

**Нематоды** (Nematoda) (в переводе с греческого nema, nematos (род. падеж) – нить и eidos – подобный) – процветающий класс Круглых червей типа Nemathelminthes, насчитывающий более 500 тыс. видов; а известный американский специалист по нематодам Н. А. Кобб (N. A. Cobb) полагал, что общее число видов нематод приближается к одному миллиону. Нематоды населяют морские, солоноватые и пресные водоёмы, почву. Значительная часть нематод – паразиты животных и растений. Свободноживущие нематоды, обитающие в морях, пресных водоемах, в почве, растительных остатках, а также в живых тканях растений, относятся к физиологически водным животным, отличаются мелкими размерами тела (0,3-5 мм) чаще веретеновидной формы, скользкозмеевидным способом передвижения, хорошо развитой эластичной полупроницаемой кутикулой, высокими показателями жизнеспособности, обеспеченности питательными веществами, потенциала размножения; переходом в состояние покоя при неблагоприятных условиях; способностью существовать в тканях растений и в почве, что обусловило *биологический прогресс* нематод. По А. Н. Северцову, биологический прогресс характеризуется следующими признаками: 1) численным увеличением особей данной систематической (таксономической) группы; 2) прогрессирующим расселением, т. е. захватом новых сред обитания; 3) возрастающим многообразием форм (подвидов, видов, родов и т. п.). Класс нематод характеризуется именно этими общими признаками биологического прогресса. Нематоды овладели всеми известными науке местообитаниями.

По отношению к растению нематод делят на следующие экологические группы: эузапробионты (типичные сапробиотические фитонематоды); девисапробионты (атипичные сапробиотические фитонематоды); параризобионты (прикорневые нематоды); фитогельминты специфического и неспецифического патогенного

эффекта. В растениях и почве живут также энтогельминты – паразиты насекомых. **Эусапробионты** не имеют самостоятельного патогенного значения, проникают в ткани растений, уже пораженных бактериозами или микозами. Представители – виды семейства *Rhabditidae*. **Девисапробионты** тяготеют к корневой системе, проникают в здоровые растительные ткани, адаптированы также к сапробиотической среде. Виды семейств *Panagrolaimidae* и *Cephalobidae* (отряд *Rhabditida*). **Параризобионты** – преимущественно почвенные нематоды отряда *Dorylaimida*, чаще встречаются в ризосфере корней растений, спорадически проникают в корни, большинство, по-видимому, полифаги. Могут питаться микроскопическими водорослями, бактериями, среди них обычны также хищники, трофически связанные с нематодами, развивающимися в тканях растений (*Mononchidae*). **Фитогельминты неспецифического патогенного действия** не вызывают типичных фитогельминтозов, чаще заселяют ткани растений, пораженные грибами и бактериями; питаются содержимым клеток больной растительной ткани, гифов мицелия грибов. Среди них преобладают нематоды семейств *Tylenchidae*, *Neotylenchidae*, надсем. *Aphelenchoidea* (отряд *Tylenchida*). **Фитогельминты специфического действия** способны вызывать в растениях патогенные процессы, получившие название фитогельминтозов (*Aphelenchoididae*, *Tylenchidae*, *Hoplolaimidae*, *Heteroderidae*, *Tylenchulidae*, *Pratylenchidae*, *Criconeematidae*) [97].

Класс *Nematoda* включает два подкласса *Adenophorea* (*Aphasmidia*) и *Secernentea* (*Phasmidia*). Паразитические нематоды растений (фитонематоды) относятся к четырем отрядам: *Dorylaimida* (сем. *Longidoridae*), *Triplonchida* (сем. *Trichodoridae*) (*Adenophorea*), *Aphelenchida* (сем. *Aphelenchoididae*, *Aphelenchidae*) и *Tylenchida* (сем. *Anguinidae*, *Tylenchulidae*, *Tylenchidae*, *Criconeematidae*, *Hoplolaimidae*, *Heteroderidae*) (*Secernentea*).

Первая сводка по нематодам – паразитам растений в СССР «Нематоды вредные и полезные в сельском хозяйстве» опубликована *И. Н. Филиппевым* в 1934 г. [141]. В 1952 г. в трудах МОИП *А. А. Парамонов* опубликовал работу «Паразитические черви (гельминты) животных и растений и борьба с ними» [94], предназначенную для практических работников сельского хозяйства, где рассматриваются плоские и круглые черви – паразиты домашних животных и нематоды – паразиты растений. В 1962, 1964



и 1970 гг. им была также опубликована фундаментальная монография «Основы фитогельминтологии» в трех томах [91-93]. Сведения по фитонематодам были обобщены *Е. С. Кирьяновой* и *Э. Л. Краллем* в двухтомной монографии «Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними» [55, 56]. В 2006 г. вышла из печати монография сотрудников Института паразитологии РАН «Прикладная нематология» [10]. Дополнительные сведения по фитонематологии можно получить в работах: *Х. Деккера* «Нематоды растений и борьба с ними» [26]; *М. А. Матвеевой* «Защита растений от нематод» [74]; *М. Д. Сониной* «Паразитические нематоды растений и насекомых» [131]; *Б. Вайшера, Д.Д.Ф. Брауна* «Знакомство с нематодами: Общая нематология» [13]; «Выявление и учет фитогельминтозов» [20]; *А. А. Шестенерова, Ю. Ф. Савотикова* «Карантинные фитогельминтозы» [15]; *Е. С. Турлыгиной, В. Н. Чижова* «Биология размножения фитонематод» [135].

В сельскохозяйственных вузах России основными пособиями по вредным нематодам и клещам остаются учебник *Н. В. Бондаренко, Л. А. Гуськовой и С. Г. Пегельман* «Вредные нематоды, клещи, грызуны» [4] и учебное пособие: *Н. В. Бондаренко, С. Г. Пегельман, А. В. Тамтар* «Практикум по вредным нематодам, клещам, грызунам» [5]. В последние годы опубликованы отдельные региональные учебные пособия по вредным нематодам [84, 142].

Наиболее интенсивно нематология развивается в США и Европе: вВ США опубликованы капитальные монографии и пособия: *J. A. Veech, D. W. Dickson* «Vistas on Nematology» [353]; *S. M. Ayob* «Plant Nematology: An agricultural Training Aid» [162]; *V. H. Dropkin* «Introduction to Plant Nematology. Second Edition» [202]; *W. R. Nickle* «Manual of agricultural Nematology» [283]; *G. A. Pederson, K. R. Barker, G. L. Windham* «Plant and Nematode Interactions» [295]; *R. H. Brown, B. R. Kerry* «Principles and Practice of Nematode Control in Crops» [174]; *M. R. Siddiqi* «Tylenchida parasites of plants and insects» [326]; в Великобритании: *K. Evans, D. Trudgill, J. M. Webster* «Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture» [213]; *J. F. Southey* «Plant Nematology» [329]; *J. M. Webster* «Economic Nematology» [356]; *B. M. Zuckerman, R. A. Rhode* «Plant Parasitic Nematodes» [364]; *J. F. Southey* «Plant Nematology» [330]; *H. R. Wallace* «The Biology of Plant Parasitic Nematodes» [355]; в Италии: *A. Scognamiglio* «Nematologia

agraria» [322]; Германии: *H. Decker* «Phytonematologie» [197]; в Нидерландах: *M. S. Jarajpuri, W. Ahmad* «Dorylaimida – Freelifving, Predaceous and Plantparasitic» [248] и др.

Научные и практические результаты исследований по нематодам публикуются в специализированных журналах:

- *Nematology*. International Journal of Fundamental and Applied Nematology. Leiden: Brill;
- *Nematropica*. Scientific Journal of the Organization of Nematologists of Tropical America. USA: OTAN, Auburn, Alabama;
- *Journal of Nematode Morphology and Systematics*. Departamento de Biologia Animal, Vegetal y Ecologia, Universidad de Jaén, Spain.
- *Nematologia Mediterranea*. Instituto di Nematologia, Bari, Italy;
- *Indian Journal of Nematology*. Nematological Society of India. Indian Agric. Res. Inst. New Delhi;
- *Pakistan Journal of Nematology*. Pakistan Soc. Nematologists. Univ. Karachi, Karachi;
- *Russian Journal of Nematology*. Russia;
- *International Journal of Nematology*. St. Albans, England и др.

Потери мирового земледелия от нематод для большинства возделываемых культур достигают в среднем 10-20%. В мире, несмотря на применяемые меры борьбы, общие потери урожая, вызванные нематодами, оцениваются в 70-80 миллиардов долларов в год [318].

Вследствие поражения корней сои нематодой *Heterodera glycines* происходит снижение урожая бобов сои, являющегося результатом плохого роста и развития растений. Развитие болезни и потери урожая определяются допосевной зараженностью почвы. При численности соевой нематоды 1800 личинок/100 г почвы потери урожая достигают 33%, 3600 личинок – 58%, 6000 личинок – 96%. В 1976 г. в Амурской области на поле 10 га, где пораженность корней составляла 150 самок/растение, недобор урожая бобов составил 5,6 ц/га. Вредоносность нематоды снижается при выращивании сои на полях со слабо зараженной почвой. Вредоносность люцерновой нематоды (*Heterodera medicaginis*) состоит в снижении урожая зелёной массы люцерны и семян. При численности личинок 300-900 экз./100 см<sup>3</sup> почвы потери урожая люцерны составляют 5-10%.