

ПРОБЛЕМА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ НЕМАТОД

Проф. М. С. Дунин

Нематоды относятся к числу наиболее распространенных и опасных паразитов человека, животных и растений. Достаточно сказать, что по результатам исследований, проведенных во многих странах, гельминтологи установили факт, который на первый взгляд кажется невероятным: не менее 25% всех людей, живущих на земле, заражены нематодами, возбудителями таких болезней, как анкилостомоз (*Ancylostoma duodenale* Düb.), некатороз (*Necator americanus* Stiles.) и др. Но «великое очервление земли», как называют гельминтологи чрезвычайно широкое распространение нематод, отнюдь не ограничивается глистными заболеваниями человека. Не в меньшей, если не в большей мере подвержены поражению нематодами также домашние и дикие животные, рыбы и т. д. В то же время гельминтозы причиняют колоссальный ущерб культурным и дикорастущим растениям. Таковы, например, гельминтозы, возбудителями которых являются:

1. Галловая корневая нематода — *Meloidogyne marioni* Согнц, вызывающая тяжелые заболевания очень большого числа видов культурных и дикорастущих растений многих семейств.

2. Свекловичная нематода — *Heterodera schachtii* Schmidt, паразитирующая на корнях свеклы. О ее вредоносности можно судить, например, по данным И. И. Кораба и А. П. Бутовского *: в Низовском свеклосовхозе на полях, свободных от этой нематоды, средний урожай свеклы составил 296,1 ц/га, а выход сахара — 52,4 ц/га. В том же хозяйстве на полях, заселенных нематодой, было собрано только 58,8 ц/га, а содержание сахара в корнях было на 3,1% ниже, так что в конечном счете выход

* Кораб И. И., Бутовский А. П., Главнейшие итоги изучения свекловичной нематоды *Heterodera schachtii* Schmidt и методов борьбы с ней, Сб. работ по нематодам сельскохозяйственных растений, Сельхозгиз, Л., 1939.

сахара составил только 8,5 ц/га, т. е. всего лишь 16,2% нормального урожая.

3. Картофельная корневая нематода (*Heterodera rostochiensis* Wallenweb.) и картофельная стеблевая нематода (*Ditylenchus destructor*) в ряде картофелеводческих районов, особенно в зарубежных странах, вызывают такое снижение урожая картофеля, что возделывание этой культуры становится экономически нерентабельным и даже совсем невозможным.

Этими примерами лишь начинается очень длинный список растительноядных нематод (фитонематод). Они заражают пшеницу и овес, лук и цитрусовые, огурцы и томаты, табак и виноград, хлопчатник и клевер, декоративные, плодоваягодные и другие культуры. Гельминтозные (зараженные нематодами) растения снижают продуктивность, ухудшают качество урожаев, а зачастую преждевременно гибнут, не давая никакого урожая.

Особую озабоченность и тревогу работников сельского хозяйства вызывает тот факт, что широкое распространение нематод и причиняемый ими ущерб в ряде отраслей растениеводства не уменьшаются, а возрастают. Так, например, галловая корневая нематода и картофельная нематода являются в СССР объектом внешнего и внутреннего карантина растений. Но дорогостоящие карантинные и другие мероприятия пока еще не дают удовлетворительных результатов. Об этом свидетельствует все большее распространение картофельной и галловой корневой нематод. Еще быстрее, по-видимому, распространяется другой вредоносный вид — стеблевая картофельная нематода. То же можно сказать и о свекловичной нематод. Так, еще в период 1926—1929 гг. проф. И. И. Кораб с сотрудниками в условиях УССР обнаружили, что из 839 обследованных свекловичных совхозов поля 667 совхозов (80%) заражены этим опаснейшим и очень трудно искоренимым паразитом свеклы. Повторное обследование, проведенное в последующие годы Т. С. Скарбилович* на полях колхозов Белгородской, Воронежской, Тульской, Винницкой областей и в Краснодарском крае, подтвердило широкое распространение свекловичной нематоды и в этих районах СССР. Наличие этого паразита было установлено в почвах 82 колхозов из 192 обследованных, т. е. в 43% случаев.

Широкое распространение и вредоносность множества видов растительноядных нематод требует эффективных практических мероприятий для защиты сельскохозяйственных и других культур от гельминтозов. В настоящее время необходимость в таких мероприятиях, в их усовершенствовании и разработке новых путей ощущается более остро, чем когда бы то ни было, в связи

* Скарбилович Т. С., Свекловичная нематода и меры борьбы с ней, Диссертация на соискание ученой степени д-ра биологических наук, М., 1958.

с новыми задачами беспримерно быстрого развития советского земледелия и всего народного хозяйства СССР в период 1959—1965 гг. В свете этих задач излишне пояснять, что успешная защита растений может и должна в значительной мере способствовать повышению урожая и улучшению его качества, снижению себестоимости и увеличению товарности растительной продукции. Поэтому здесь уместно хотя бы вкратце рассмотреть те пути, которыми идет наука и практика в этой области.

Все разнообразие направлений, методов и средств защиты сельскохозяйственных культур и других полезных человеку растений от нематод сводится к следующему:

1. Организационные профилактические мероприятия, предотвращающие распространение фитопатогенных нематод с семенами, посадочным и тому подобным материалом.

2. Физико-химические средства и методы уничтожения нематод в почве, в зараженных растениях и в их отдельных органах.

3. Агротехнические мероприятия.

4. Биологические средства и методы защиты культурных растений от нематод.

1. Организационные противогельминтозные мероприятия в первую очередь и главным образом связаны с применением методов карантина растений. Для этой цели разработана и применяется карантинная экспертиза посадочного и другого материала, который может содержать наиболее опасных нематод, являющихся карантинными объектами (например, галловую корневую нематоду и картофельную нематоду). Однако, как уже упомянуто, эти методы и их применение оставляют желать лучшего, так как, несмотря на карантинные ограничения, количество очагов названных и других опасных нематод за последнее десятилетие в СССР не уменьшилось, а в некоторых случаях даже значительно увеличилось.

2. Физические методы уничтожения нематод в почве сводятся, главным образом, к сильному прогреванию почвы при помощи специальных парогенераторов и инжекторных устройств, путем поверхностного прокалывания («нажог»), стерилизации электрическим током и т. д.*

Высушивание иногда рекомендуется как «прекрасный и легкий способ дегельминтизации» почвы** Но из-за технических условий (высушивание почвы, рассыпанной тонким слоем на листах и прогревание прямыми солнечными лучами) такой

Подробнее об этих методах см. Ньюхолл А. Г., Обеззараживание почвы путем прогревания, затопления и фумигации, М., Издательство иностранной литературы, 1958; Грушевой С. Е., Болезни табака и система мероприятий по борьбе с ними, Сельхозгиз, М., 1950, Гурлев А. С., Платонова Е. М., Прищеп Л. Г., Электрическая стерилизация почвы, *Известия ТСХА*, № 12/15, 1957.

** Устинов А. А., Корневая (галловая) нематода в СССР, Сб. по нематодам сельскохозяйственных растений, Сельхозгиз, Л., 1939.

способ, не говоря уже о производственных условиях, далеко не всегда пригоден даже для целей экспериментальной работы с небольшим количеством почвенных образцов. К тому же высушивание почвы губительно действует не на все виды фитопатогенных нематод. Нельзя применить в сколько-нибудь широких масштабах также и термические методы для обеззараживания почвы в открытом грунте. Но для оздоровления посадочного материала ряда декоративных культур (например, гладиолусов или тюльпанов) термическая механизированная обработка находится все более широкое применение в Голландии, США и некоторых других странах*.

Химические средства и методы уничтожения нематод в почве уже давно привлекают большое внимание исследователей во многих странах. В результате многочисленных исследований было предложено много веществ (нематоцидов) и методов их применения. Так, в настоящее время в США наиболее эффективными считаются такие нематоциды, как бромистый метил (720—945 л/га 10—15%-ной смеси), бромистый этилен (94—189 л/га 41%-ного препарата), дихлорпропеновые препараты (189 л/га), хлорпикрин (800 кг/га) и др. Стоимость «гектарной нормы» хлорпикрина достигает 1000 долл. Даже наиболее дешевые фумиганты (дихлорпропеновые препараты и бромистый этилен) обходятся в 90—100 долл. на 1 га**. На Международной конференции по нематодным болезням (Вагенинген, Голландия, 1955 г.) в представленных докладах хлорпикрин и препарат ДД (дихлорпропан-дихлорпропилен) также характеризовались как наиболее эффективные нематоциды.

В практике овощеводческих хозяйств в СССР хлорпикрин дает хорошие результаты в борьбе с галловой корневой нематодой в условиях защищенного грунта***. Литовская опытная станция рекомендует применение того же нематоцида для ликвидации изолированных очагов картофельной нематоды в почве****. С этой целью предложено вносить хлорпикрин в почву при помощи инжекторов на глубину 17 см. При этом каждая инъекция должна производиться на расстоянии 20 см от другой (около 25 инъекций на 1 кв. м). Общий расход ядохимиката — 960—1500 л/га. Очевидно, наряду с большой стоимостью хлорпикрина сложность его применения (до 250 тыс. инъекций на

Кортни В., Нематоды, поражающие луковичы, Болезни растений, Издательство иностранной литературы, М. 1956.

** Тейлор А., Незаметные, но опасные враги растений — нематоды, стр. 77—81; К вопросу о борьбе с нематодами, стр. 127—132, Болезни растений, Издательство иностранной литературы, 1956.

*** Никитина Т. Ф., Долинин В. П., Гришин Г. Н., Карафа-Корбут М. И., Применение хлорпикрина в борьбе с нематодой в защищенном грунте, *Сад и огород*, сентябрь 1951.

**** Ефременко В. П., Применение хлорпикрина при обеззараживании изолированных очагов картофельной нематоды, Издательство политической и научной литературы Литовской ССР, Вильнюс, 1957.

1 га) практически исключает использование этого препарата на значительных площадях, хотя бы и в изолированных очагах картофельной нематоды.

Проф. А. А. Парамонов* и его школа разрабатывают вопрос о возможности применения не гельминтоцидов (или нематоцидов), убивающих нематод, а веществ, обладающих нематостатическим действием. Такие вещества, как, например, азотнокислый аммоний, роданистый калий и др., не убивают нематод, но дают известный лечебный эффект**

Это направление в известной мере сближается с теми исследованиями, которые уже давно ведутся в целях выяснения возможности использования удобрений, если не для полной дегельминтизации почв, то хотя бы для снижения поражаемости растений гельминтозами.

3. Агротехнические методы занимают как бы промежуточное место между физико-химическими и в более узком смысле биологическими методами и средствами защиты сельскохозяйственных культур от нематод.

Среди агротехнических методов наибольшее значение имеет применение севооборотов и удобрений. Севообороты находятся в известной связи с особенностями паразитической специализации (избирательности) нематод. Картофельная нематода, например, представляет собой узкоспециализированного паразита, способного жить и размножаться лишь в качестве паразита картофеля, поэтому исключение этой культуры из севооборота на достаточно длительный срок (не менее 3—4 лет) может обеспечить если не полное отмирание нематод, то по меньшей мере снижение их численности в почве. То же можно сказать и о ряде других нематод, вызывающих болезни растений.

В опытах Т. С. Скарбилович*** поле площадью 8 га (в 1938 г.) характеризовалось средней плотностью заселения свекловичной нематодой в количестве 452 цисты на 1 кг почвы. В последующие 9 лет свекла на этом участке не возделывалась. В 1948 г. в 1 кг почвы было обнаружено в среднем «только 78» цист свекловичной нематоды.

При наличии принципиальной возможности достигнуть оздоровления путем введения соответствующих севооборотов на полях, заселенных той или иной нематодой, даже и узко специа-

* Парамонов А. А., Специфичность фитогельминтов и ее значение в сельскохозяйственной практике, *Зоологический журнал*, XXXIII, вып. 5. 1954; Парамонов А. А., О некоторых принципиальных вопросах фитогельминтологии, Вводная статья к сборнику работ молодых фитогельминтологов, М., 1958.

** Турлыгина Е. С., Вопросы теории терапии растений закрытого грунта при галловом нематодозе, Сб. работ молодых фитогельминтологов, М., 1958.

*** Скарбилович Т. С., Свекловичная нематода и меры борьбы с ней, Диссертация на соискание ученой степени д-ра биологических наук, М., 1958, стр. 27.

лизированной в отношении растений-хозяев, фактически все же в большинстве случаев по производственно-экономическим причинам нельзя прекратить возделывание защищаемой культуры на такой длительный срок (6—9 лет и более), который необходим для полного или почти полного оздоровления почвы.

Наряду с этим эффективность севооборотов в очень большой мере ограничивается еще и тем, что подавляющее большинство фитопатогенных нематод может паразитировать и размножаться не только за счет культурных, но также и родственных им (а нередко и филогенетически далеких) сорных и дикорастущих растений. Поэтому наличие таких растений-хозяев нематод в посевах может обесценить или значительно снизить противогельминтозное значение любого севооборота, если на его полях не обеспечивается полное уничтожение сорных и дикорастущих растений.

Минеральные и органические удобрения, как показывают многочисленные работы отечественных и зарубежных исследователей, могут давать существенный положительный эффект, вызывая выход нематод из цист и гибель личинок. Некоторые удобрения, как, например, цианамид кальция, при внесении в больших количествах (до 7 т/га) оказывают значительное (но далеко не 100 %-ное) нематоцидное действие на галловую нематоду*.

Т. С. Скарбилович** на основании своих исследований установила, что применение устроенных (по сравнению с обычными) доз калийной соли и суперфосфата (а также и натриевой селитры) «снижает количество нематод (*Heterodera schachtii* М. Д.) и увеличивает урожай сахарной свеклы». Положительные результаты получены и при испытании минеральных удобрений в целях защиты от других нематод. Однако во всех этих работах отмечается в лучшем случае частичный противонематодный эффект и притом зачастую лишь в результате применения очень высоких доз удобрений.

4. Биологические методы и средства. Защита растений от нематод по существу представляет собой проблему биологическую. Поэтому и решение этой проблемы следует искать, если не исключительно, то может быть прежде всего на путях использования биологических методов. Ведь даже и для физико-химических методов уничтожения нематод и особенно для агротехнических мероприятий в значительной мере характерен биологический подход.

Тем большее значение для защиты растений от нематод могут иметь биологические методы в строгом смысле этого слова. В настоящее время определились следующие наиболее интерес-

* Устинов А. А., Корневая (галловая) нематода в СССР, Сб. по нематодам сельскохозяйственных растений, Сельхозгиз, Л., 1939, стр. 47.

** Скарбилович Т. С., Свекловичная нематода и меры борьбы с ней, Диссертация на соискание ученой степени д-ра биологических наук, М., 1958, стр. 25.

ные пути: выведение сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к нематодам; применение высших растений в качестве «приманок» (или «ловчих» растений) и антагонистов нематод; разработка методов использования хищных грибов-гельминтофагов.

Выведение сортов, устойчивых к нематодам. Как ни труден этот путь, но в случае успеха он может обеспечить наиболее радикальное решение задач в различных отраслях растениеводства. По мнению Даддингтона (см. стр. 49) такая работа «может привести к созданию гибрида, у которого устойчивость к нематоду, присущая дикому виду, сочетается с другими качествами, требуемыми от картофеля». В настоящее время уже имеются фактические доказательства того, что здесь речь идет не о потенциальных, а по крайней мере отчасти уже осуществленных возможностях. Участники Международной конференции по нематодным болезням растений были ознакомлены с результатами изучения гибридов культурного картофеля с его диким сородичем *Solanum andigenum*. В условиях Голландии были получены сорта картофеля путем обратных скрещиваний этих межвидовых гибридов с культурным картофелем. В полевых условиях некоторые из этих сортов «совершенно не поражались нематодами, несмотря на то, что выращивались на зараженной почве; соседние же восприимчивые сорта были сильно угнетены нематодой»*.

Работами Всесоюзного института растениеводства установлено, что при выведении сортов, устойчивых к картофельной нематоду, перспективным является не один, а несколько сородичей картофеля, таких, как *Solanum ballsii*, *S. andigenum*, *S. catarthrum* (из серии *Transaequatorialia*). Ряд гибридов культурного картофеля с этими видами характеризуется устойчивостью к *Heterodera rostochiensis***.

На использование высших «растений-приманок» или «ловчих» растений уже давно указано, как на один из возможных методов дегельминтизации почвы. В новых опытах, проведенных недавно Т. С. Скарбилович, в качестве такого растения использовалась сахарная свекла. Ее выращивали на почве, зараженной свекловичной нематодой. В 1947 и 1948 гг. было проведено 5 таких «ловчих посевов» (растения выкапывали на 15—28 день) в условиях Московской области. В результате этих посевов наблюдалось значительное снижение пораженности свеклы: в 1946 г. (до начала «ловчих посевов») она составляла 45%, в 1947 г. — 24%, в 1948 г. — 7%. Наряду с этим рекомендуется возделывание растений, являющихся «врагами» свекловичной нематоды, таких

Горленко М. В., Международная конференция по нематодным болезням растений и экскурсии по Голландии, *Ботанический журнал*, 1956, № 4, т. 41.

** Камераз А. Я., Селекция картофеля для районов Северо-Запада, Материалы конференции по вопросам семеноводства картофеля, Издательство Министерства сельского хозяйства СССР, М., 1958.

как хлебные и кормовые злаки, клевер, люцерна, картофель, гречиха, конопля и лен*.

С этой же точки зрения представляют значительный интерес данные об оздоровительном влиянии видов *Tagetes* (бархатцы, сем. сложноцветных) при посеве их на участках, заселенных различными видами фитопатогенных нематод. Исследования и производственные испытания, проведенные в Голландии, показали, что *Tagetes patula* и *T. erecta* резко снижали число нематод в почве (виды *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Paratylenchus* и *Rotylenchus*). В результате этого обеспечивалось хорошее развитие культурных растений (и в частности — роз), выращивавшихся вслед за указанными растениями-дегельминтизаторами или в совместной культуре с ними**

Хищные грибы гельминтофаги за последние годы стали привлекать все возрастающее внимание исследователей. В истории вопроса об этих крайне своеобразных грибах немаловажную роль сыграли исследования классика русской и мировой микологии и фитопатологии Михаила Степановича Воронина. Он впервые*** с редкой тщательностью и точностью описал и зарисовал (на примере одного из наиболее распространенных гельминтофагов *Arthrobotrys oligospora* Fres., см. рисунок на стр. 13) необычайные приспособления («ловушки»), которыми, как было выяснено позже Цопфом****, эти грибы ловят нематод.

Однако понадобилось более полу столетия прежде чем первоначальные данные М. С. Воронина были дополнены, правильно поняты и по достоинству оценены исследователями XX в. В этот период были опубликованы многочисленные и разносторонние работы по исследованию хищных грибов-гельминтофагов, выполненные главным образом американскими, советскими, английскими и французскими микологами.

В книге известного английского миколога Даддингтона, предлагаемой теперь советским читателям в переводе на русский язык, описаны в популярной и увлекательной форме единственные в своем роде морфологические и физиологические особенности хищных грибов-гельминтофагов. Читатели найдут в этой

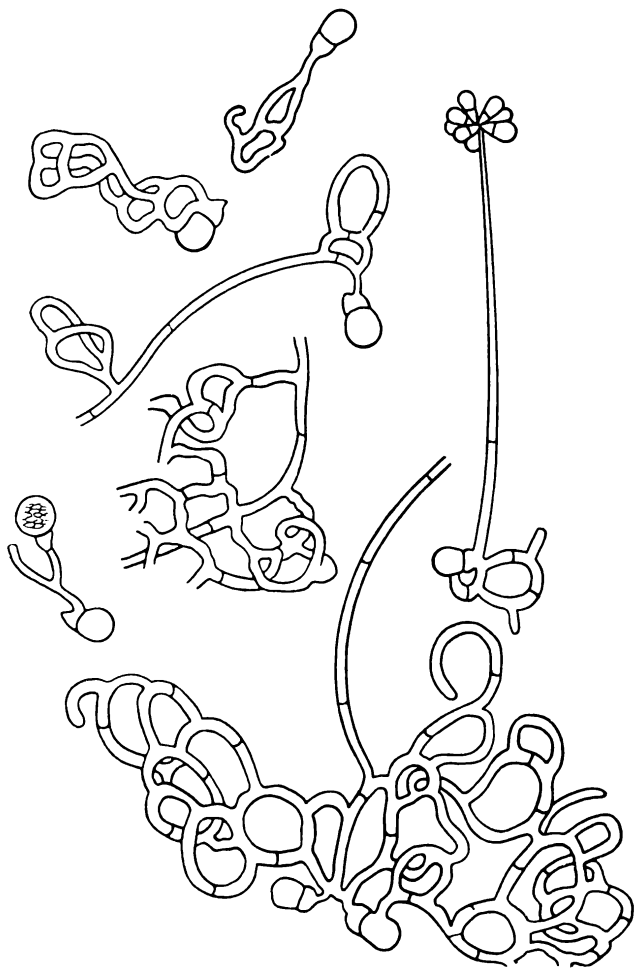
* Скарбилович Т. С. Свекловичная нематода и меры борьбы с ней, Диссертация на соискание ученой степени д-ра биологических наук, М., 1958, стр. 29.

** Oostenbrink M., Kuiper, S' Jacob J. J., *Tagetes als Feindpflanzen von Pratylenchus Arten*, *Nematologia*, 2, 1957, Suppl. 1; Meijneke C. A. R., Oostenbrink M., *Tagetes ter bestijding van aaltjesaantastingen*, *Plantenziekten kundige Dienst*, Wageningen, 1958.

*** М. С. Воронин, Микологические исследования, 1869; Woronin M. S., *Sphaeria lemaneae*, *Sordaria coprophila*, *Arthrobotrys oligospora*. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. III Abhandlungen Senckenb. Natur. Gesellschaft, 7, 1870.

**** Zopf W. Zur Kenntnis der Phycomyceten, *Nova Acta Leopold. Acad. Naturforsch. Halle*, 47, 1884; Zur Kenntnis der Infektions Krankheiten niederer Tiere, *Nova Acta Leopold. Acad. Naturforsch. Halle.*, 52, 1888; Die Pilze in morphologischer, physiologischer und systematischer Richtung, Breslau, 1890.

книге также и описания, а в некоторых случаях и обстоятельный критический разбор опытов, в которых изучалась пригодность хищных грибов для уничтожения нематод в различных условиях. Такие опыты, пока еще немногочисленные в зарубежных странах, далеко не всегда давали четкие положительные результаты. Но и сами неудачи в известной части этих опытов весьма поучительны. Они свидетельствуют о том, что исследователи, может



Arthrobotrys oligospora Fres.

Мицелий и сеть петель-„ловушек“, которыми гриб захватывает нематод. (По рисунку М. С. Воронина, 1870 г.)

быть невольно увлеченные необычными качествами грибов-гельминтофагов, стремясь поскорее получить практически ценные результаты, подчас слишком упрощенно подходили к поставленным задачам. Считали, например, что достаточно размножить

гельминтофагов в чистой культуре, выпустить этих хищников «на волю» (в почву) и дело будет сделано.

Старая, много раз совершавшаяся и вновь повторяемая ошибка! Как будто хищнику-грибу необходимо и достаточно только того, чтобы в почве (или в организме растения) были нематоды, эта лакомая добыча гельминтофага. Как будто для его жизнедеятельности и даже для самой возможности его существования и проявления его хищности не имеет значения ни температура, ни влажность, ни кислотность или щелочность, ни микрофлора почвы, ни корневые выделения высших растений, ни прочие свойства среды. В действительности это, конечно, не так. И это выяснилось при постановке первых же опытов с гельминтофагами. Но сколько раз с этим сталкивались исследователи микрофлоры и микофлоры почвы в бесчисленных попытках изменить эту микрофлору и микофлору путем внесения извне тех или иных микробов и грибов (например, азотбактера и других азотфиксирующих микроорганизмов, препаратов гриба триходермы и т. п.)!

В опытах с применением грибов-гельминтофагов, которые вносились в почву в виде чистых культур, попутно были выяснены факты, заслуживающие особого внимания. Оказалось, что нейтральная или слабокислая реакция почвенного раствора, а главное органические удобрения, играют очень важную роль в числе факторов, определяющих успех применения хищных грибов.

Не раз возникала в связи с этим мысль о том, что органическое удобрение может быть достаточно эффективно само по себе для активизации имеющихся в почве грибов-гельминтофагов и паразитов нематод. Однако экспериментальные факты не подтвердили такое предположение. Это хорошо видно даже и из тех опытов, которые описаны в книге Даддингтона. Так, в его собственных опытах наилучшие результаты получены от внесения в почву (зараженную картофельной нематодой) чистых культур хищных грибов и органического удобрения.

В книге Даддингтона, вышедшей в 1957 г., не нашли почти никакого отражения результаты изучения хищных грибов-гельминтофагов в СССР, если не считать сделанного мимоходом по частному вопросу и ничем не мотивированного замечания о «неубедительности» данных, полученных Сопруновым и Галлиулиной (см. стр. 75).

В предисловии к своей книге английский миколог высказывает пожелание и надежду, что читатели сделают по отношению к автору книги должные выводы из напоминания о надписи — обращении к ковбоям, посетителям американского кабака: «Просят не стрелять в пианиста: он делает все, что может». Это обращение найдет соответствующий отклик и у советских читателей, у которых ознакомление с книгой Даддингтона, несомненно, вызовет чувство признательности автору книги, талантливому