

УДК 632.467.2:632.937.1

Яркулов Ф.Я., д-р с.-х. наук, профессор,  
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток  
E-mail: lfkud@yandex.ru

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГАЛЛОВЫХ НЕМАТОД И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

*Представлена информация о биологических особенностях галловых нематод: Meloidogyne incognita, M. javanica, M. arenaria и M. hapla, оценена степень их вредоносности на корнях плодовых овощных культур. Описаны микробиологические препараты против галловых нематод, внесение которых в тепличный грунт в твердом и жидком видах позволило существенно сократить пораженность фитогельминтами корневой части огурцов и томатов. Определен наиболее высоковирулентный штамм-продуцент микробиопрепаратов: Paecilomyces lilacinus П-К1, эффективность которого на корнях огурцов и томатов достигла 66–78 %.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: MELOIDOGYNE, ГАЛЛОВЫЕ НЕМАТОДЫ, БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

UDC 632.467.2:632.937.1

Yarkulov F.Ya., Doct.Agr.Sci., Professor,  
Far Eastern Federal University, Vladivostok  
E-mail: lfkud@yandex.ru

## ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ROOT-KNOT NEMATODES AND METHODS OF DEALING WITH THEM ON A PROTECTED GROUND

*Presents information on biological characteristics of root-knot nematodes: Meloidogyne incognita, M. javanica, M. arenaria and M. hapla, assessed the degree of their severity on the roots of vegetable and leaf vegetables. Described microbial preparations against root-knot nematodes, the introduction of which into the greenhouse soil in solid and liquid forms has significantly reduced the incidence of phytohelminthes was revealed for the root portion of cucumbers and tomatoes. The most high virulent producing strains microbiopreparations: Paecilomyces lilacinus P-K1, the efficiency of which on the roots of cucumbers and tomatoes reached 66 to 78 %.*

KEY WORDS: MELOIDOGYNE, ROOT-KNOT NEMATODES, BIOLOGICAL METHOD

Галловые нематоды – одна из наиболее вредоносных групп фитофагов в условиях защищенного грунта. Они повреждают огромное количество видов растений. Нематоды повреждают семена, цветки, листья, стебли и корневую часть растений.

В зонах с тропическим и субтропическим климатом наиболее распространены представители трех семейств – Aphelenchidae, Meloidogynidae и Tylenchidae. Только нематод рода Meloidogyne в мире известно около 100 видов [9]. На территории России в защищенном грунте чаще всего встречаются 4 вида

галловых нематод: M. incognita (южная), M. javanica (яванская), M. arenaria (арахисовая) и M. hapla (северная). На юге Дальнего Востока в защищенном грунте галловые нематоды повреждают более 76 видов овощных, декоративных и лекарственных растений.

Фитопаразитические нематоды являются не второстепенными, как может показаться в начальной стадии их развития, а довольно серьезными вредителями. Отсутствие должного представления о биологических особенностях галловых нематод и методах борьбы с ними может привести к

значительному снижению урожайности [1, 18, 20].

Симптомы поражения растений заметны не сразу, поскольку галловые нематоды ведут скрытный образ жизни на корнях повреждаемых растений. В качестве кормовых источников галловые нематоды используют до 200 видов растений. Наибольшей вредоносностью и приспособляемостью к неблагоприятным условиям внешней среды обладают личинки второго возраста.

С помощью стилета галловые нематоды разрушают эпидермальные клетки и внедряются внутрь корней растений. Здесь личинки нематоды интенсивно растут, трижды линяют и, не сбрасывая личиночную кутикулу, превращаются в половозрелую самку шарообразной формы. Важным условием для развития большинства видов галловых нематод является температура почвогрунта. Температурный оптимум для *M. incognita* – 23–26 °С, для *M. javanica* – 26–28 °С. Для развития личинок этих видов в почве необходима температура 9–12 °С. Формирование инвазионных личинок в зависимости от вида галловых нематод при оптимальных условиях происходит в течение 12–20 дней. Нашими наблюдениями зафиксировано, что проникновение личинок в корни растений происходит в течение 22–28 ч.

*M. incognita*, *M. javanica* и *M. arenaria* – представители облигатного партеногенеза. В защищенном грунте наибольший вред приносит *M. incognita*. Тело взрослой самки имеет кубышковидную форму. Длина тела самок 0,5–1,0 мм, ширина 0,4–0,9 мм, самцов 1,2 и 0,3–0,4 мм соответственно. *M. incognita* повреждает до 300 видов растений. Особенно серьезный вред в защищенном грунте наносит огурцам, томатам, свекле, зеленым культурам, сладкому перцу и декоративным растениям: каллам, гвоздике, розам, нарциссам, цикламенам и др.

При подготовке теплицы к посадке растений проводится обеззараживание конструкций: газация формалином, сжигание серы. Тепличный грунт обязательно обрабатывается горячим паром при температуре 120–130 °С в течение 12–15 ч. Это способствует гибели галловых нематод до

глубины 80–90 см плодородного слоя. Одновременно уничтожаются накопившиеся в грунте и конструкциях теплицы антагонисты и фитопатогены, вызывающие грибные болезни вегетирующих растений – огурцов и томатов.

Однако пропаривание тепличного грунта проблему по уничтожению фитогельминтов полностью не решает. Инвазионные личинки *M. incognita* способны мигрировать в недоступные для дезинфекции места – под столбики, фундамент, вблизи дорожек, личинки даже уходят в грунт на глубину до 120 см. Без кормовых растений инвазионные личинки способны сохранять свою вирулентность в течение 7 мес. Даже при тщательном обеззараживании тепличного грунта вредоносность галловых нематод на корнях овощных и зеленых культур может проявиться через 60–65 дней. За это время у растений развивается здоровая корневая система.

По некоторым данным [4], в пустых теплицах до стадии имаго доживает 2 % инвазионных личинок фитогельминтов. Также установлено, что после пропаривания тепличного грунта невредимыми остаются от 3 до 7 % личинок. Поэтому перед обработкой из-под столбиков, от фундамента и дорожек откапывается плодородный грунт до гальки и перекидывается под пропарочную пленку, чтобы как можно меньше инвазионных личинок нематоды оставалось в недоступных для обеззараживания местах.

Плодовитость самок зависит в основном от температуры и влажности почвенного грунта. Средняя плодовитость одной самки до 800 яиц, а при достаточности кормовых растений и благоприятной температуре она может достигать 2000 яиц. В защищенном грунте развитие галловых нематод от яйца до имаго составляет 22 – 34 дня.

В условиях продленного культурооборота в период вегетации плодовых, овощных и зеленых культур в теплице при температуре 20–28 °С фитогельминты дают до 8 поколений, при двух культурооборотах количество поколений увеличивается до 11. В теплицах на юго-востоке Казахстана зафиксировано 12–14 генераций [13]. В

монографии И.П. Казаченко, Т.И. Мухиной [9] также отмечается, что при благоприятных условиях количество поколений может достигать 13, при этом часть гельминтов не выходит во внешнюю среду.

При заражении растений гельминтами на корнях образуются многочисленные вздутия – галлы размером от макового зерна до куриного яйца массой 220–300 г. Под микроскопом на поверхности галлов хорошо видны темно-желтые крупинки или пятна. Это скопление нескольких сотен яиц нематоды. Вылупившиеся из яиц личинки довольно подвижные. Уже через 3 – 4 дня они могут поражать молодые корни огурцов и томатов, легко внедряясь

в нежные, мягкие всасывающие волоски корней.

Глубина распространения галловой нематоды зависит от длины корневой части повреждаемых растений и мощности плодородного слоя тепличного грунта. Если толщина грунта 60–90 см, личинки проникают на эту глубину в период вегетации огурцов и томатов. При этом скорость движения инвазионных личинок довольно высока – 3,7–4,3 см/сут. Корней рассады на глубину 28–35 см они достигают за 6–10 дней [19].

Для оценки степени повреждения растений галловыми нематодами используют 5-бальную шкалу (табл. 1).

**Таблица 1**

**Система оценки поражения растений галловыми нематодами**

Кол-во баллов	Площадь корневой системы, повреждаемой нематодой, %	Характер проявления инвазии, размер галлов	Степень проявления инвазии	
			минимум	максимум
0	0	Нет заражения	–	–
1	25	Галлы точечные	1 галл на корневую систему	Многочисленные галлы равномерно распределены по корневой системе
2	50	На фоне множественных точечных галлов есть мелкие сингаллы, диаметр которых в 2–4 раза превышает диаметр здорового корня	1 сингалл	Многочисленные сингаллы
3	75	На фоне заражения, оцениваемого в 2 балла, наблюдаются крупные сингаллы диаметром в 10 раз и более выше диаметра здорового корня. Наличие большого количества зараженных мелких корешков	1 крупный сингалл	Несколько крупных сингаллов, расположенных локально
4	100	Сингаллы крупные, часто пожелтевшие, заселенные вторичной грибной и бактериальной флорой	Многочисленные сингаллы равномерно распределены по корневой системе	

Для образования галлов на корнях молодых растений нематоды потребляют большое количество питательных веществ и влаги, которые необходимы для нормального развития корневой системы и вегетирующей части растений. В результате происходит закупоривание сосудов корней, затрудняется поступление из почвы питательных веществ и влаги, и молодые растения за короткий срок истощаются.

В тепличном комбинате «Приморье» (г. Владивосток) ежегодно перед подготовкой теплиц к культуuroобороту проводится

пропаривание грунта. Это основной способ борьбы с галловой нематодой. Перед обработкой почва в теплице перепахивается. Горячий пар (до 130 °С) подается под пропарочную пленку в течение 12–15 ч, при этом края пленки должны быть плотно придавлены к земле, чтобы плодородный слой грунта полностью пропитался горячим паром до глубины 80–90 см. От этого зависит качество обеззараживания.

Для контроля за температурным режимом под пропарочной пленкой в разных местах закапываются клубни картофеля и

устанавливаются почвенные термометры. Таким методом определяется равномерность обработки тепличного грунта горячим паром. Продолжительность пропарки в теплице площадью 1 га составляет 4–5 дней, а в одном блоке (цехе) площадью 6 га – 25–30 дней.

Степень зараженности растений галловыми нематодами в тепличном комбинате «Приморье» определяли визуально. У зараженных кустов огурцов и томатов в солнечные дни листья растений становятся вялыми, они теряют тургор. Если зараженность огурцов и томатов нематодой достигает 30–35 % площади насаждений, то необходимо провести защитные мероприятия.

Для получения экологически чистой продукции в тепличных хозяйствах Приморья не применяют химические препараты против галловой нематоды. Наряду с подготовкой теплиц методом пропаривания здесь используют почвенные грибы гельминтофаги [6]. Их вносят в почву в чистом виде или в смеси с перегноем в дозе 5 кг/м<sup>2</sup>. Через 14 дней на опытных участках заселенность нематодой сокращается до минимума, а пораженность корневой части огурцов становится намного слабее. На контрольном участке вегетирующие огурцы погибли от нематоды через 70 дней после посадки. Такую же закономерность автор наблюдал в теплицах при Спасском цементном заводе. По рекомендациям Т.В. Тепляковой и др. [16], при влажности почвенного грунта 58–60 % нематофагин БП вносился путем равномерного разбрасывания по поверхности почвы в объеме 900 г/м<sup>2</sup> с последующей запашкой на глубину 15–20 см, либо путем внесения при вспашке на глубину 10–15 см. От действия биопрепарата пораженность корней огурцов и томатов фитогельминтами сократилась в 1,5–3,0 раза, количество инвазионных личинок вредителя, свободно живущих на различных глубинах почвы, уменьшилось на 46–87 % [7, 11, 16].

Положительные результаты в борьбе с нематодами дает использование биологических методов [8, 10], а также новейших отечественных противонематоцидных средств биогенного происхождения – фи-

товерма 0,2 % с.п. («Фармбиомед») и фитовертина 0,2 % с.п. Действующим веществом этих препаратов являются химические соединения, извлекаемые из биологической субстанции – мицелия актиномицета *Streptomyces avermitilis* [2]. В зоне действия против инвазионных личинок галловых нематод препарат сохраняет высокую активность 22–26 дней. В этот период вредитель не способен внедряться в корневую часть растений и погибает от истощения. Однако через определенное время действие указанных препаратов против галловых нематод снижается, и их необходимо вновь вносить в тепличный грунт.

В различных регионах России уже много лет предпринимаются попытки контролировать вредоносность фитопаразитических нематод с помощью хищных нематофаговых грибов – гифомицетов [12, 14].

У грибов рода *Athrobotrys* мицелии и конидии – главные составляющие биомассы. При культивировании способом твердофазной ферментации при внесении в тепличный грунт они формируют высокоустойчивые структуры – плотные хламидоспоры. Хламидоспоры, прорастая в почве, образуют ловчие структуры, в которых благодаря высокому содержанию токсических метаболитов появляется новое поколение хламидоспор.

При применении биологических средств для борьбы с вредителями необходимо учитывать следующее:

- технологический процесс производства биологических средств трудоемок, эти средства дефицитны или дороги;
- их использование требует соблюдения температурных режимов и влажности;
- нематофильный гриб, в большинстве случаев, не может сочетаться со средствами защиты растений против других видов вредителей и болезней растений.

В 1989 г. из НИИ биологии Иркутского государственного университета получили первый посев маточной культуры *Trichoderma koningii* Oudem, штамм-продуцент 1/31. В производственной биолaborатории маточную культуру пересеяли с запасом и приготовили достаточное количество маточника. Нематофильный гриб

получали небольшими партиями в 3-литровых стеклянных банках. В качестве питательной среды использовали фуражное зерно ячменя. При температуре 26–28 °С и влажности воздуха 90–95 % препарат созревал через 12–14 дней с титром 19–22 млрд спор в 1 г. Зерновой препарат вносили после посадки рассады ленточным способом 18–20 г под каждый корень, на глубину до 7 см. Контроль осуществляли через каждые 15 дней. Слабые вздутия на корнях огурцов от внедрившихся инвазионных личинок нематоды были отмечены через 42 дня после внесения зернового триходермина. В теплицах, где зерновой триходермин не вносился, степень вредоносности фитогельминтов в 2–5 раз выше, чем в теплицах, обработанных нематофильным грибом.

В конце культурооборота просматривали каждый корень огурцов и томатов. Установлено, что препарат триходермин, штамм 1/31 в значительной степени снимает нагрузку на корневую систему растений. Его эффективность против галловой нематоды составляет 37–42 %, урожай огурцов повышается на 0,3–0,6, томатов – на 0,2 кг на 1 м<sup>2</sup> по сравнению с контрольными растениями.

В последующем культурообороте зерновой триходермин, штамм 1/31 вносили в тепличный грунт другим способом. После посадки рассады вокруг корневой части верхний слой грунта снимали на глубину до 8 см и 18–20 г зернового триходермина разбрасывали, а затем засыпали землей. Для повторной обработки с зерен ячменя несколько раз смывали споры грибов и готовили рабочие суспензии в концентрации 60 млн спор на 1 мл. С помощью шланга суспензии в объеме 300 мл вносили под каждый корень. По окончании культурооборота в теплицах, где проводилась обработка зерновым триходермином против галловой нематоды, составляли нематодные карты. На них видно, что равномерное насыщение корневой системы огурцов и томатов спорами нематофильных грибов дает положительные результаты, вредоносность инвазионных личинок нематоды существенно ослабляется.

В последующих культурооборотах методы внесения нематофильного препарата

изменяли. За 1–2 дня до посадки рассады подготавливали лунки, проливали их и вносили по 20–22 г зернового триходермина либо по 280–300 мл суспензии гриба в каждую лунку. Через 15 дней теплицы обрабатывали биопрепаратом против галловой нематоды, проводили выборочные учеты (в каждой теплице анализу подвергалось 220 корней вегетирующих растений). В одной теплице через 38 дней, в другой через 46 дней было обнаружено внедрение инвазионных личинок на корневой части огурцов от 6 до 9 %, на томатах – от 3 до 7 %. Степень заражения корней контрольных растений огурцов составляла до 39 %, томатов – до 27 %.

Применение биопрепарата против галловой нематоды позволило завершить культурооборот без дополнительных защитных мероприятий.

Экспериментальным путем изучалась эффективность биопрепаратов на основе спор других грибов. Полученные из НИИ биологии Иркутского государственного университета маточные культуры нового штамма-продуцента вертициллина АФХ-7 пересеяли с запасом на агаризированное 8 %-ное неохмеленное пивное сусло. При оптимальных температурных режимах и влажности воздуха маточник выращивали в течение 14 дней.

В качестве питательной среды в производстве биопрепаратов используются микро-, макроэлементы и пищевое сырье с добавлением соевого и кукурузного экстракта. Нарботки биопрепаратов являются экономичными и качественными, через 4–5 сут барботации в ферментаторе образуются обильные бластоспоры. Из готового препарата получают рабочую суспензию с концентрацией 60 млн спор на 1 мл, которой проливают увлажненные лунки (до 300 мл в каждую). После этого производят посадку рассады огурцов и томатов. Через 30 дней осуществляют повторный пролив почвы под корнями вегетирующих растений суспензией в концентрации 50 млн спор на 1 мл. Расход рабочей суспензии 3800–4000 л/га. После двукратного внесения нематофильного гриба (штамм АФХ-7 вертициллина) в тепличный грунт в каждой теплице выборочно проанализировали по 200 корней огурцов и томатов на

предмет внедрения инвазионных личинок. Зараженными оказались от 11 до 16 кустов огурцов и от 12 до 22 кустов томатов. Если сравнивать результаты действия двух штаммов – 1/31 триходермина и АФХ-7 вертициллина – против галловых нематод, то видно, что более высокие результаты были получены от применения штамма АФХ-7, эффективность которого составила 62 % против 54 % для штамма 1/31.

Внесение нематофильных грибов в тепличный грунт в виде суспензии является лучшим способом борьбы с галловой нематодой и по эффективности существенно превосходит использование микробиопрепарата в твердом виде.

При анализе корневой части огурцов и томатов было отмечено, что биоагент весьма агрессивно развивается в тепличном грунте в начальной стадии распространения инвазионных личинок, которые стремятся к корням только что посаженной рассады. При активизации личинок одновременно быстрыми темпами растет количество спор грибов в почве. Существенную роль при этом имеет стабильный температурный режим. Главные корни растений в основном были чистыми от галловых нематод, за исключением мелких вздутых и галлов. Мелкие галлы отмечались в тонких нитевидных боковых корешках.

Эффективность штамма АФХ-7 вертициллина против галловых нематод на огурцах составляла 58–66 %, томатах 62–69 %, штамма 1/31 триходермина соответственно 52–56 и 49–53 %.

Многие исследователи, в том числе Н.Ф. Грей [22], отдают предпочтение грибам *Verticillium*, *Hirsutella*, *Paecilomyces*. В почвах эти грибы, как правило, не ведут активного образа жизни, а длительное время сохраняются в тепличном грунте в виде конидий (иногда хламидоспор). Например, развитие *Verticillium chlamydosporium* начинается с момента прорастания спор и продолжается внутри тела погибших от микоза нематод.

В 1992 г. из Центра промышленной биотехнологии (Москва) получили первый посев маточной культуры штамма-продуцента *Paecilomyces lilacinus* П-К1. Использование этого биоагента дает высокие результаты в теплицах Кировской области

[3]. Определены важнейшие факторы паразитизма этого гриба на инвазионных личинках и яйцевых мешках нематоды.

Из первого посева культуры штамма в производственной биологической лаборатории вырастили необходимое количество маточника *P. lilacinus* П-К1. В качестве питательной среды для изготовления препарата использовали микро- и макроэлементы:  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 1 г,  $\text{MgSO}_4$  – 0,5 г,  $\text{KCl}$  – 0,5 г,  $\text{FeSO}_4$  – 0,01 г,  $\text{NaNO}_3$  – 3 г,  $\text{KBr}$  – 0,02 г, а также сахароза – 20 г, сахар – 15 г, дрожжи – 5 г, соевую муку – 20 г, агар-агар – 20 г, воду – 1000 мл, азотсодержащие минеральные удобрения, рН – 5,5–6,0. Расчет сделан на 1 л воды, далее в зависимости от объема производимых препаратов глубинным способом количество микро-, макроэлементов и пищевого сырья увеличивалось по нормам. Время культивирования 4–5 сут при температуре 22–26 °С. Новый штамм *P. lilacinus* П-К1 против галловых нематод испытывался в теплицах площадью 0,5; 1,0 и 3,0 тыс. м<sup>2</sup>. При пораженности корневой части огурцов и томатов до 2 баллов через каждые 22–26 дней проливали почву 300 мл суспензии грибов с титром 60 млн спор на 1 мл под корень.

Через 38 и 42 дня после внесения нематофильного гриба *P. lilacinus* П-К1 осматривали корневую часть огурцов и томатов. В теплицах площадью 500 м<sup>2</sup> для наблюдения было взято 25 кустов, площадью 1000 м<sup>2</sup> – 50 и 3000 м<sup>2</sup> – 150 кустов. Осмотренные кусты сравнивали с контрольными растениями. Основные корни растений из обработанных теплиц были чистыми, на других корнях отмечались слабые вздутия – галлы. На необработанных против галловой нематоды растениях вредоносность составила от 27 до 33 %, главные проводящие корни были покрыты галлами.

По окончании культурооборота каждый корень тщательно изучали. Выявлено, что споры грибов, попадая в тепличный грунт, через некоторое время начинают заражать инвазионные личинки и галлы. При оптимальной влажности грунта в процессе развития гифы обволакивают яйцевые мешки снаружи и, внедряясь внутрь, «съедают» их содержимое.

В работах ряда исследователей [5, 15, 17, 19, 21] показано, что следующие поколения конидий грибов образуются как внутри, так и снаружи яиц. На ранних стадиях эмбриогенеза яйца нематоды более восприимчивы к поражению спорами грибов, чем на поздних, когда в них начинают формироваться личинки. При осмотре корней зафиксировали пустые яйцевые мешки, что характерно при неоднократном применении суспензии грибов *P. lilacinus* П-К1 против галловой нематоды в защищенном грунте.

В дальнейшем штаммы-продуценты 1/31 триходермина и АФХ-7 вертициллина сравнивали со штаммом *P. lilacinus* П-К1. В теплицах, обработанных штаммом 1/31 триходермина, внедрение инвазионных личинок в корни огурцов отмечали через 26 дней, томатов – через 31 день, при обработке вертициллином, штамм АФХ-7 – соответственно через 34 и 42 дня. В теплицах, где применяли штамм-продуцент *P. lilacinus* П-К1, слабое заселение личинок выявлено на 56-й и 67-й день. Установлена и разная степень внедрения инвазионных личинок. Действие штамма АФХ-7 вертициллина на личинки нематоды значительно выше, чем штамма 1/31. При применении штамма П-К1 в отдельных доми-

ках на корнях огурцов зафиксированы единичные вздутия – галлы, в каждой теплице количество зараженных корней огурцов составляло от 49 до 117, томатов – от 23 до 64 кустов. Во всех теплицах суспензии грибов вносили повторно и по завершении культурооборота анализировали действие нематофильных грибов на корневую часть огурцов и томатов. В теплицах, где применяли штамм 1/31, свежее заселение инвазионных личинок на площади 1 га составило от 29 до 43 %, при этом эффективность на огурцах была в пределах 46–52 %, томатах – 49–52 %. При обработке штаммом АФХ-7 пораженность корневой части огурцов галловой нематодой достигала 26–38 %, томатов – 22–33 %. Эффективность составляла соответственно 52–61 и 57–64 %.

В теплицах с применением против нематод штамма *P. lilacinus* П-К1 свежее внедрение инвазионных личинок на корнях огурцов отмечалось на уровне 8–13 %, томатов – 6–10 %. На корнях растений были выявлены совершенно пустые цепочки – галлы и яйцевые мешки. Эффективность штамма П-К1 на огурцах составила 66–72 %, томатах – 69–78 %. Влияние биопрепаратов против галловых нематод на урожайность овощных культур в теплицах показано в таблице 2.

**Таблица 2**

**Влияние биопрепаратов против галловых нематод на урожайность овощных культур в теплицах (1997 г.)**

Тепличный комбинат	Культура	Штамм-продуцент	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	
			без обработки	с обработкой
Приморье (г. Владивосток)	Огурцы	<i>P. lilacinus</i> П-К1	14,7–17,6	21,6–22,6
	Томаты	То же	7,8–8,9	10,1–11,2
Лазурный (г. Партизанск)	Огурцы	“_”	19,8–20,6	24,2–26,4
	Томаты	“_”	9,6–10,2	11,0–12,8
Дальнегорский	Огурцы	<i>V. lecanii</i> АФХ-7	17,2–19,0	20,7–22,0
Дальневосточный (г. Артем)	Огурцы	<i>T. koningii</i> 1/31	19,7–21,8	23,0–25,0
	Томаты	То же	9,8–10,4	11,2–12,3

Примечание. Разница в урожайности культур между тепличными комбинатами обусловлена количеством солнечных дней в весенне-летний период.

Для повышения качества производимых препаратов глубинным способом на основе штамма П-К1 выбрали богатые питательные среды, микро- и макроэлементы:  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{KBr}$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ , – с добавлением дрожжей, кукурузного и соевого экстрактов. В готовых биопрепаратах, произведенных в 20-литровых стеклянных

бутылках, содержится 19–23 млрд бластоспор в 1 мл, что говорит об их высоком качестве.

В тепличном комбинате «Приморье» на площади 180,0 тыс. м<sup>2</sup> в 2006 г. перед началом посадки рассады огурцов и томатов увлажненные лунки проливали суспензией гриба *P. lilacinus*, штамм П-К1 в концентрации 55–60 млн спор на 1 мл. Затем

во всех теплицах выборочно просматривали корневые части огурцов и томатов, а также проводились визуальные наблюдения для определения сроков внедрения инвазионных личинок в корни растений. В случае выявления более 22 % растений, пораженных галловыми нематодами, в теплицах осуществлялся повторный пролив такой же суспензией под корень. В конце

культурооборота анализировалась корневая часть огурцов и томатов полностью по всем домикам и ячейкам теплицы. Установлено, что большинство домиков и ячеек были чистыми от галловых нематод, только в единичных в тонких корешках отмечались галлы. Сильное повреждение или крошение корневой системы огурцов и томатов наблюдались крайне редко (табл. 3).

Таблица 3

*Эффективность штамма P. lilacinus П-К1 против галловой нематоды, внесенного в лунки перед посадкой рассады огурцов и томатов в тепличном комбинате «Приморье» (2006 г.)*

Номер цеха	Культура	Номер участка	Корни огурцов		Корни томатов		Степень поражения, %
			Всего	В том числе зараженных	Всего	В том числе зараженных	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Огурцы	6	1450	58	–	–	4,0
		5	1620	47	–	–	2,9
		2	1255	59	–	–	4,7
		1	1814	23	–	–	–
		4	1924	71	–	–	3,7
	Контрольный	140	82	–	–	58,6	
	Томаты	3	–	–	1710	29	–
	Контрольный	–	–	40	31	77,5	
2	Огурцы	3	1905	44	–	–	2,3
		4	1730	53	–	–	3,1
		1	1890	49	–	–	2,6
		2	1820	38	–	–	–
		6	1680	31	–	–	–
	Контрольный	140	93	–	–	66,4	
	Томаты	5	–	–	1837	18	–
	Контрольный	–	–	40	25	62,5	
3	Огурцы	6	2005	64	–	–	3,2
		5	1970	56	–	–	2,8
		3	1910	48	–	–	–
		4	1895	69	–	–	3,6
		1	2050	49	–	–	–
	Контрольный	140	87	–	–	62,1	
	Томаты	2	–	–	1855	33	–
	Контрольный	–	–	40	32	80,0	

В целом пораженность фитогельминтами корней огурцов и томатов от действия штамма *P. lilacinus* П-К1 составила 72–78 %.

В 1996–1998 гг. в тепличном совхозе «Лазурный» (г. Партизанск) из-за нехватки финансовых средств перед подготовкой хозяйства к очередному культурообороту не могли пропаривать тепличный грунт горячим паром. Без пропарки первый пролив суспензией гриба *P. lilacinus* П-К1 в концентрации 60 млн спор на 1 мл проводили в увлажненные лунки за день до посадки рассады огурцов и томатов. Повторно

почву под вегетирующими растениями проливали через 42–46 дней после посадки. Затем до конца культурооборота вели наблюдения за состоянием растений, особенно в солнечные дни. Сильно угнетенных кустов огурцов и томатов не было, за исключением отдельных домиков и ячеек. В основном культура вегетировала в нормальном состоянии. В этом хозяйстве пролив суспензией нематофильного гриба *P. lilacinus* П-К1 в увлажненные лунки проводился четыре года без пропарки тепличного грунта (табл. 4).



Таблица 4

**Влияние микробиопрепарата *P. lilacinus* П-К1 на галловую нематоду без пропаривания грунта в тепличном комбинате «Лазурный»**

Номер теплицы	Сорт	Число, месяц посадки	Число, месяц ликвидации растений	Срок использования грунта без пропарки	Расход за вегетацию, л	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии, в баллах (данные до обработки/данные после обработки)	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>
1996 год								
2	Огурцы «Грибовчанка»	26.12	24.06	2 года	5600	52	1,5/(1,0-0,5)	23,2
5	Томаты «Энергия»	28.12	26.07	2 года	6200	47	2,0/(1,0-0,5)	13,2
1	Огурцы «Грибовчанка»	15.02	18.06	1 год	6800	55	1,5/(1,0-0,5)	24,4
4	Огурцы «Грибовчанка»	18.12	21.06	2 года	7200	58	2,5/(1,5-1,0)	23,6
3	Огурцы «Грибовчанка»	22.12	26.06	1 год	6600	39	1,5/(0,8-0,5)	22,8
6	Томаты «Энергия», «Барыня»	06.01	30.07	2 года	5400	43	2,0/(1,2-0,5)	13,8
1998 год								
1	Томаты «Энергия»	05.01	27.07	3 года	6200	34	1,5/(0,8-0,5)	13,8
3	Томаты «Энергия», «Барыня»	08.01	30.07	3 года	6800	42	1,5/(1,0-1,0)	13,5
2	Огурцы «Грибовчанка»	07.02	19.06	4 года	5000	38	1,5/(1,0-0,5)	23,7
4	Огурцы «Грибовчанка»	09.12	23.06	4 года	6000	39	2,0/(1,5-1,0)	22,9
6	Огурцы «Грибовчанка»	12.12	25.06	4 года	6600	35	1,5/(1,0-0,5)	22,6
5	Огурцы «Грибовчанка»	16.12	28.06	4 года	6800	53	2,0/(1,0-0,5)	22,1

Примечание. Огурцы и томаты постоянно в одной и той же теплице не выращиваются. Место посадки меняется через 2–4 года.

При ежегодном использовании нематофильного гриба *P. lilacinus* степень повреждения корневой части огурцов и томатов существенно сокращается и в период вегетации овощных культур с повторной обработкой не превышает 48–56 %. Яйцевые мешки разрушаются от микоза. Осмотр корней растений в конце культурооборота показал, что эффективность действия спор нематофильных грибов против инвазионных личинок нематоды довольно высокая. В теплицах, где применяли суспензию микробиопрепарата без пропаривания и с пропаркой тепличного грунта, разница в эффективности борьбы с нематодами зафиксирована на уровне 12–18 %.

В тепличном хозяйстве «Лазурный» суспензию нематофильного гриба *P. lilacinus* П-К1 вносили в тепличный грунт

и несколько иным способом, нежели это описано выше. Сначала тепличный грунт проливали суспензией гриба в концентрации 55 млн спор на 1 мл (расход рабочей суспензии до 7000 л на одну теплицу площадью 1 га), затем перепахивали и подготавливали грядки и лунки. Увлажненные лунки снова проливали 300 мл суспензии гриба и только потом высаживали рассаду огурцов и томатов.

В период вегетации овощных культур вели наблюдения за их состоянием. Сильно угнетенных нематодами кустов огурцов и томатов не отмечали. В конце культурооборота определили, что корни 874 кустов огурцов были поражены фитогельминтами в степени до 2 баллов, у 468 кустов внедрение личинок нематоды проявлялось в слабой степени, а пораженность

яйцевых мешков спорами грибов местами достигала 54–63 %. Кустов томатов, пораженных галловой нематодой, было значительно меньше, чем кустов огурцов.

В результате применения микробиопрепарата штамма *P. lilacinus* П-К1 в течение нескольких лет резко сокращается средний уровень поражения корневой системы овощных культур (табл. 5).

Таблица 5

**Степень повреждения огурцов галловыми нематодами после обработки суспензией гриба *P. lilacinus* П-К1, титр 55–60 млн спор в 1 мл в тепличном комплексе «Приморье»**

Год	Номер теплицы	Повреждение корневой системы растений, балл		Урожайность, кг/м <sup>2</sup>
		через 20 дней после высадки	через 50 дней после высадки	
1993	1	0,2	0,6	23,7
	2	0,5	0,9	23,9
	3	0,6	1,2	24,0
	Контроль	2,4	3,5	22,7
1995	1	0,4	0,8	23,4
	2	0,6	0,9	24,0
	3	0,4	1,1	24,2
Коэффициент корреляции между бальной оценкой и урожайностью		-0,723	-0,842	–

Примечание. Учет осуществлялся в 4 однотипных теплицах. В каждой из них осматривали по 25–30 растений на площади 1 га.

С 1992 г. контроль вредоносности галловых нематод в условиях защищенного грунта в тепличном комбинате «Приморье» в полном объеме осуществляется биологическими средствами. Разработана технология культивирования гриба *P. lilacinus* П-К1 с добавлением в питательные среды технического глицерина, кукурузного и соевого экстрактов, мелассы, сахарозы, дрожжей, азотсодержащих минеральных удобрений. При глубинном способе культивирования уже на 4–5 сут конидиальное развитие достигало 12,2–14,6 млрд бластоспор в 1 мл.

В тепличном комбинате «Приморье» в период вегетации культур также вели наблюдения за вредоносностью фитогельминтов на корнях огурцов и томатов. Отмечали среднюю степень внедрения инвазионных личинок нематоды. Из 18 теплиц (18 гектаров огурцов) 10 в основном были чистыми от галловых нематод, 2 га томатов также не были поражены нематодой. В то же время в 5 теплицах с огурцами и на 1 га томатов зараженность корневой системы растений достигала 1–2 баллов. Здесь возникает вопрос, почему при одинаковой обработке большинство теплиц были свободны от нематод, но в части соседних растения поражались инвазионными личинками и довольно сильно. Причиной этого, по нашему мнению, может

быть чувствительность спор грибов к плотности тепличного грунта, накопленным запасам минеральных удобрений, качеству опилок, вносимых в тепличный грунт с органическими удобрениями.

После посадки огурцов и томатов в теплицы кусты рассады иногда выглядят угнетенными. Это может быть связано с выделяемым из тепличного грунта аммиаком, когда в почву вносятся опилки, не полностью перегоревшие на открытом воздухе. Свежие, неперегоревшие опилки не только угнетают молодые посадки, но и отрицательно действуют на полезную микрофлору и споры нематофильных грибов. В результате споры нематофильных грибов теряют эффективность против инвазионных личинок нематоды.

С 1990 по 2010 г. в промышленных тепличных комбинатах борьба с галловой нематодой велась в основном нематофильным грибом *P. lilacinus* П-К1, который является одним из лучших биологических средств для борьбы с цистообразующим гельминтом в защищенном грунте. В биологической лаборатории Приморской краевой станции защиты растений и хозяйственных биологических лабораториях при тепличных комбинатах на основе штамма П-К1 производятся биопрепараты в объеме, достаточном для удовлетворения потребностей тепличных комбинатов Приморского края (табл. 6).

Таблица 6

Характеристика грибных препаратов на основе *Trichoderma koningii* 1/31, *Verticillium lecanii* АФХ-7, *Paecilomyces lilacinus* П-К1

Период производства биопрепарата	Питательная среда	Штамм-продуцент	Форма биопрепарата	Титр в пленках, г или мл
Биолаборатория Приморской краевой станции защиты растений				
1990–1991 гг.	Фуражное зерно ячменя	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на зерне (твердый)	14–28 × 10 <sup>9</sup>
Биолаборатория Приморской краевой станции защиты растений, лаборатория тепличного комбината «Дальневосточный»				
1992–1993 гг.	Микро- и макроэлементы	<i>P. lilacinus</i> П-К1	Жидкие бластоспоры	11–158 × 10 <sup>9</sup>
	Пищевое сырье	<i>V. lecanii</i> АФХ-7	Бластоспоры	8–12 × 10 <sup>9</sup>
	Зерно ячменя	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на зерне	15–19 × 10 <sup>9</sup>
1994–1995 гг.	Микро- и макроэлементы	<i>P. lilacinus</i> П-К1	Жидкие бластоспоры	8–11 × 10 <sup>9</sup>
	Пищевое сырье	<i>V. lecanii</i> АФХ-7	Бластоспоры	7–13 × 10 <sup>9</sup>
	Зерно ячменя	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на зерне	6–9 × 10 <sup>9</sup>
	Древесные опилки	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на опилках	4–5 × 10 <sup>9</sup>
1996–1997 гг.	Микро- и макроэлементы	<i>P. lilacinus</i> П-К1	Жидкие бластоспоры	11–17 × 10 <sup>9</sup>
	Пищевое сырье	<i>V. lecanii</i> АФХ-7	Бластоспоры	8–15 × 10 <sup>9</sup>
	Зерно ячменя	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на зерне	6–11 × 10 <sup>9</sup>
	Древесные опилки	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на опилках	4–6 × 10 <sup>9</sup>
1998–1999 гг.	Микро- и макроэлементы, пищевое сырье	<i>P. lilacinus</i> П-К1	Жидкие бластоспоры	8–13 × 10 <sup>9</sup>
	Зерно ячменя	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на зерне	7–10 × 10 <sup>9</sup>
	Древесные опилки	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на опилках	4–6 × 10 <sup>9</sup>
2000–2001 гг.	Микро- и макроэлементы, пищевое сырье	<i>P. lilacinus</i> П-К1	Жидкие бластоспоры	9–13 × 10 <sup>9</sup>
	Зерно ячменя	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на зерне	6–8 × 10 <sup>9</sup>
2002–2003 гг.	Микро- и макроэлементы, пищевое сырье	<i>P. lilacinus</i> П-К1	Жидкие бластоспоры	14–17 × 10 <sup>9</sup>
	Зерно ячменя	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на зерне	4–7 × 10 <sup>9</sup>
2004–2005 гг.	Микро- и макроэлементы, пищевое сырье	<i>P. lilacinus</i> П-К1	Жидкие бластоспоры	9,6–12,4 × 10 <sup>9</sup>
	Зерно ячменя	<i>T. koningii</i> 1/31	Споры на зерне	4–6,6 × 10 <sup>9</sup>
	Микро- и макроэлементы, пищевое сырье	<i>T. koningii</i> 1/31	Жидкие бластоспоры	9–10,6 × 10 <sup>9</sup>
2006–2007 гг.	Микро- и макроэлементы, пищевое сырье	<i>P. lilacinus</i> П-К1	То же	12–13 × 10 <sup>9</sup>
		<i>T. koningii</i> 1/31	“_”	6–9 × 10 <sup>9</sup>
2008–2009 гг.	Микро- и макроэлементы, пищевое сырье	<i>P. lilacinus</i> П-К1	“_”	8–14 × 10 <sup>9</sup>
		<i>T. koningii</i> 1/31	“_”	5–8 × 10 <sup>9</sup>
2010 г.	Микро- и макроэлементы, пищевое сырье	<i>P. lilacinus</i> П-К1	“_”	11–16 × 10 <sup>9</sup>
		<i>T. koningii</i> 1/31	“_”	6–8 × 10 <sup>9</sup>

В 2006–2010 гг. против галловой нематоды впервые применяли новый штамм *Serrotia* sp. бактериального происхождения. Этот штамм поражает инвазионные личинки нематоды, находящиеся в тепличном грунте, и одновременно стимулирует рост корневой системы вегетирующих овощных культур в теплицах.

Таким образом, вредоносность галловых нематод *Meloidogine incognita*, *M. javanica*, *M. arinaria* и *M. harla*, достигает степени распространения на корнях плодовых

и овощных до 58,6–80%. Внесение в тепличный грунт микробиологических препаратов против галловых нематод в твердом и жидком видах, позволило существенно сократить пораженность фитогельминтами корневой части огурцов и томатов – до 0,2–1,2 балла. Наиболее высоковирулентный штамм-продуцент микробиопрепаратов: *Paecilomyces lilacinus* П-К1, его эффективность на корнях огурцов и томатов достигла 66–78%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахатов, А.К., Ижевский С.С., Мешков Ю.И., Борисов Б.А., Волков О.Г., Чижов В.Н. Вредители тепличных и оранжерейных растений (морфология, образ жизни, вредоносность, борьба). - М.: Тов-во научных изданий КМК, 2004. - 307 с.
2. Березина, Н.В., Чижов В.Н., Дриняев В.А., Юркив В.А. Перспективы применения авермектинсодержащих препаратов в защите растений от вредителей. - Гавриш, 1997. - № 2. - С. 10–13.
3. Борисов, Б.А., Коновалова Г.Н., Субботин С.А., Эшназаров К. Перспективное направление биологической борьбы с нематодами // Защита растений. - 1992. - № 7. - С. 21–22.
4. Борисов, Б.А. Экологически безопасная защита тепличных растений от галловых нематод: краткий очерк проблемы /Б.А. Борисов // Аграрная Россия. - 1999. - № 3. - С. 35–42.
5. Вялых, А.К., Иванова Т.С., Соколов М.С., Каклюгин В.Я. Перспективы биологической борьбы с галловыми нематодами в теплицах // Защита и карантин растений. - 2001. - № 4. - С. 17.
6. Гурлев, А.С. Борьба с галловой нематодой в теплицах: рекомендации / А.С. Гурлев, Е.М. Платонова. - М.: Колос, 1977. - 27 с.
7. Данилов, А.Г. Биологический препарат на основе энтомопатогенных нематод – <http://agroxhi.ru/journal/199804/199804006.pdf> (дата обращения 12.03.2015).
8. Защита тепличных и оранжерейных растений от вредителей: справочник (определение видов, методы выявления и учета, биология и морфология, вредоносность, борьба) / под ред. С.С. Ижевского, А.К. Ахатова. - М.: КМК Scientific Press, 1999. - 399 с.
9. Казаченко, И.П. Корневые галловые нематоды рода *Meloidogyne Goeldi* (Tylenchida: Meloidogynidae) мировой фауны / И. П. Казаченко, Т.И. Мухина. - Владивосток: Дальнаука, 2013. - 306 с.
10. Коппел Х., Мертинс Дж. Биологические подавления вредных насекомых / пер. с англ. - М.: Мир, 1980. - 42 с.
11. Метлицкий, О.З. Конференция нематологов / О.З. Метлицкий // Защита растений. - 1992. - № 3. - С. 24–25.
12. Мехтиева, Н.А. Хищные нематофаговые грибы–гифомицеты / Н.А. Мехтиева. - Баку: Элм, 1979. - 244 с.
13. Сагитов, А.О. Паразитические нематоды в Казахстане / А.О. Сагитов // Защита растений. - 1987. - № 10. - С. 22.
14. Сопрунов, Ф.Ф. Хищные грибы–гифомицеты и их применение в борьбе с патогенными нематодами / Ф.Ф. Сопрунов. - Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1958. - 366 с.
15. Субботин, С.А. Новый биоагент против нематод / С.А. Субботин // Защита растений. - 1992. - № 9. - С. 23–24.
16. Теплякова, Т.В. Нематофаги /Т.В. Теплякова, И.В. Мацкевич, И.Б. Удалова // Защита растений. - 1994. - № 4. - С. 45.
17. Хлопцева, Р.И. Энтомопатогенные нематоды / Р.И. Хлопцева // Защита растений. - 1992. - № 2. - С. 24–26.
18. Чижов, В.Н. Галловые нематоды рода *Meloidogyne Goeldi* в защищенном грунте (видовая диагностика и определение вредоносности) / В.Н. Чижов, Б.А. Борисов, В.А. Юрков. – Гавриш, 1998. - № 5/6. - С. 12–17.
19. Чижов, В.Н. Диагностика галловых нематод рода *Meloidogyne* (nematoda: Tylenchida) в защищенном грунте / В.Н. Чижов // Паразитические нематоды растений и насекомых - М.: Наука, 2004. - С. 253–276.
20. Чижов, В.Н. Мелойдогинос овощных культур в защищенном грунте и особенности применения нового препарата фитоверма – 0,2 % порошка против галловых нематод / В.Н. Чижов, В.А. Дриняев, Н.В.Березина. – Гавриш, 1998. - № 2. - С. 9–14.
21. Яркулов, Ф.Я. Об использовании нематофильного гифомицета *Raecilomyces lilacinus* против *Meloidogyne incognita* в теплицах Приморского края / Ф.Я. Яркулов, Б.А. Борисов // Тез. докл. Всерос. съезда по защите растений. - СПб., 1995. - 382 с.
22. Grey N.F. Nematofagous fungi with particular reference to their ecology // Bid. Ref. 1987. Vol. 62. P. 245–304.

## REFERENCE

1. Akhatov, A.K., Izhevskii, S.S., Meshkov, Yu.I., Borisov, B.A., Volkov, O.G., Chizhov, V.N. Vrediteli teplichnykh i oranzhereinykh rastenii (morfologiya, obraz zhizni, vredonosnost', bor'ba) (Hothouse Plant Pests (morphology, way of life, injuriousness, pest control), - M.: Tov-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2004, 307 p.
2. Berezina, N.V., Chizhov, V.N., Drinyaev, V.A., Yurkiv, V.A. Perspektivy primeneniya avermektinsoderzhashchikh preparatov v zashchite rastenii ot vreditel'ei (The Prospects of Application of Avermectin-containing Preparations for Pest Control and Plant Protection), Gavrish, 1997, No 2, pp. 10–13.

3. Borisov, B.A., Konovalova, G.N., Subbotin, S.A., Eshnazarov, K. Perspektivnoe napravlenie biologicheskoi bor'by s nematodami (Promising Methods of Biological Nematode Control), *Zashchita rastenii*, 1992, No 7, pp. 21–22.
4. Borisov, B.A. Ekologicheskii bezopasnaya zashchita teplichnykh rastenii ot gallovykh nematod: kratkii ocherk problemy (Environmentally Safe Hothouse Plant Protection against Gall Eelworms: short essay of the problem), *Agrarnaya Rossiya*, 1999, No 3, pp. 35–42.
5. Vyalykh, A.K., Ivanova, T.S., Sokolov, M.S., Kaklyugin, V.Ya. Perspektivy biologicheskoi bor'by s gallovymi nematodami v teplitsakh (Prospects of Biological Control over Gall Eelworms in Hothouses), *Zashchita i karantin rastenii*, 2001, No 4, p. 17.
6. Gurlev, A.S., Platonova, E.M. Bor'ba s gallovoi nematodoi v teplitsakh: rekomendatsii (Gall Eelworm Control in Hothouses: Recommendations), M.: Kolos, 1977, 27 p.
7. Danilov, A.G. Biologicheskii preparat na osnove entomopatogennykh nematod (Biological Preparation on the Basis of Entomopathogenic Nematodes), <http://agroxxi.ru/journal/199804/199804006.pdf> (data obrashcheniya 12.03.2015).
8. Zashchita teplichnykh i oranzhereinykh rastenii ot vreditel'ei: spravochnik (opredelenie vidov, metody vyyavleniya i ucheta, biologiya i morfologiya, vredonost', bor'ba) (Hothouse Plant Pest Protection: Manual (species determination, methods of reveal and registration, biology and morphology, injuriousness, pest control). red. S.S. Izhevskii, A.K. Akhatov. M.: KMK Scientific Press, 1999, 399 p.
9. Kazachenko, I.P., Mukhina, T.I. Kornevye gallovye nematody roda Meloidogyne Goeldi (Tylenchida: Meloidogynidae) mirovoi fauny (Root Gall Eelworms of the Genus (Family) Meloidogyne Goeldi (Tylenchida: Meloidogynidae) of the World Fauna, Vladivostok: Dal'nauka, 2013, 306 p.
10. Koppel Kh., Mertins Dzh. Biologicheskii podavleniya vrednykh nasekomykh (Biological Repression of Destructive Insects), per. s angl, M.: Mir, 1980, 42 p.
11. Metlitskii, O.Z. Konferentsiya nematologov (Conference of Nematologists), *Zashchita rastenii*, 1992, No 3, pp. 24–25.
12. Mekhtieva, N.A. Khishchnye nematofagovye griby–gifomitsety (Predacious Nematophage Fungi – Hyphomycetes), Baku: Elm, 1979, 244 p.
13. Sagitov, A.O. Paraziticheskie nematody v Kazakhstane (Parasitic Nematodes in Kazakhstan), *Zashchita rastenii*, 1987, No, p. 22.
14. Soprunov, F.F. Khishchnye griby–gifomitsety i ikh primenenie v bor'be s patogennymi nematodami (Predacious Fungi-Hyphomycetes and Their Application for Pathogenic Nematode Control), Ashkhabad: Izd-vo AN TSSR, 1958, 366 p.
15. Subbotin, S.A. Novyi bioagent protiv nematode (New Biological Agent against Nematodes), *Zashchita rastenii*, 1992, No 9, pp. 23–24.
16. Teplyakova, T.V., Matskevich, I.V., Udalova, I.B. Nematofagi (Nematophages), *Zashchita rastenii*, 1994, No 4, p. 45.
17. Khloptseva, R.I. Entomopatogennye nematody (Entomopathogenic Nematode), *Zashchita rastenii*, 1992, No 2, pp. 24–26.
18. Chizhov, V.N., Borisov, B.A., Yurkov, V.A. Gallovye nematody roda Meloidogyne Goeldi v zashchishchennom grunte (vidovaya diagnostika i opredelenie vredonosnosti) (Gall Eelworms of the Genus Meloidogyne Goeldi in Covered Soil (in Greenhouses) (Species Diagnostics and Injuriousness Determination), Gavrish, 1998, No 5/6, pp. 12–17.
19. Chizhov, V.N. Diagnostika gallovykh nematod roda Meloidogyne (nematoda: Tylenchida) v zashchishchennom grunte (Diagnostics of Gall Eelworms of the Genus Meloidogyne (nematoda: Tylenchida) in Covered Soil (in Greenhouses))// Paraziticheskie nematody rastenii i nasekomykh (Parasitic Nematodes of Plants and Insects), M.: Nauka, 2004, pp. 253–276.
20. Chizhov, V.N., Drinyaev, V.A., Berezina, N.V. Meloidoginos ovoshchnykh kul'tur v zashchishchennom grunte i osobennosti primeneniya novogo preparata fitoverma – 0,2 % poroshka protiv gallovykh nematode (Meloidoginos of Vegetables in Covered Soil (in Greenhouses) and Particularities of Application of New Preparation Phytoverma – 0,2% of powder against Gall Eelworms), Gavrish, 1998, No 2, pp. 9–14.
21. Yarkulov, F.Ya., Borisov, B.A. Ob ispol'zovanii nematofil'nogo gifomitseta Paecilomyces lilacinus protiv Meloidogyne incognita v teplitsakh Primorskogo kraya (About the Application of Nematophylum Hyphomycetes Paecilomyces lilacinus against Meloidogyne Incognita in the Greenhouses of the Primorski Territory), Tez. dokl. Vseros. s"ezda po zashchite rastenii. SPb., 1995, 382 p.
22. Grey N.F. Nematofagous fungi with particular reference to their ecology // Bid. Ref. 1987. Vol. 62. pp. 245–304.