

УДК 634.1/.7:632.7

ВИДОВАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ДОМИНАНТНЫХ ФИТОФАГОВ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР К ЭНТОМОПАТОГЕННЫМ НЕМАТОДАМ

Войтка Д.В., канд. биол. наук, Герасимович М.С.

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие
“Институт защиты растений” (аг Прилуки, Беларусь)

Реферат. Изучена биологическая активность новых штаммов энтомопатогенных нематод, выделенных в агробиоценозах Республики Беларусь, по отношению к доминантным видам фитофагов плодово-ягодных культур. В результате лабораторного скрининга определена видовая чувствительность фитофагов отрядов *Hymenoptera*, *Lepidoptera* и *Coleoptera* по отношению к энтомогельминтам.

Ключевые слова: нематоды, плодово-ягодные культуры, фитофаги, видовая чувствительность

Summary. The biological activity of new strains of entomopathogenic nematodes isolated in the agric biocenoses of the Belarus Republic in relation to dominant fruit and berry crops phytophage species is studied. As a result of laboratory screening a specific sensitivity of phytophages of groups *Hymenoptera*, *Lepidoptera* and *Coleoptera* in relation to entomogelminthes is determined.

Key words: nematodes, fruit and berry crops, phytophages, species sensitivity

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь под садами и ягодниками занято около 100 тыс. гектаров. Вредители и болезни плодово-ягодных культур являются причиной потерь урожая. Большое видовое разнообразие вредителей, биоэкологические особенности их развития обуславливают постоянное присутствие вредящей стадии в садах и на ягодных культурах. Повреждение почек и листьев ведет к общему ослаблению и угнетению растения, к снижению его устойчивости к вредителям и болезням и уменьшению урожая не только в год повреждения, но и в последующем. Среди фитофагов особенно вредоносны некоторые виды долгоносиков, гусеницы листоверток, пядениц, личинки пилильщиков.

Широкое использование пестицидов химического синтеза ведет к нарушению биологического равновесия и угрозе экологической безопасности производства плодово-ягодной продукции. В современных условиях научное обеспечение должно быть связано с разработкой защитных мероприятий, способствующих размножению и повышению активности естественных регуляторов численности вредных организмов.

Все большую актуальность и перспективность представляют исследования по изучению возможности использования энтомопатогенных нематод из семейств *Steinernematidae* и *Heterorhabditidae* в качестве биологических агентов контроля численности вредных видов насекомых [1, 2]. Нематоды заражают широкий круг насекомых-хозяев (свыше 1000 видов) на всех стадиях онтогенеза, кроме яйца [3]. Они устойчивы ко многим современным пестицидам и не оказывают патогенного действия на растения, дождевых червей и позвоночных [4].

Естественная среда обитания нематод – почва, где создаются наиболее благоприятные условия для их жизнедеятельности. Здесь они хорошо адаптированы к различным условиям влажности, температуры, механическому и химическому составу различных типов почв, поэтому штейнернематиды и гетерорабдитиды встречаются повсеместно, за исключением Антарктики [5, 6].

Нематоды хорошо размножаются в насекомых и на искусственных питательных средах, их можно применять обычными методами, оставаясь в почве, они могут длительное время существовать в отсутствие насекомого-хозяина. В условиях Республики Беларусь энтомопатогенные нематоды обнаружены во всех агроклиматических зонах страны [7].

При правильном подборе видов энтомогельминтов с учетом их биологических особенностей и вирулентности, а также биоэкологических особенностей целевых объектов,

эффективность обработок биологическими агентами может превышать действие химических пестицидов. Энтомопатогенные нематоды способны снижать численность многих видов фитофагов, особенно тех, которые определенный период своего развития проводят в почве [8-11].

Имеются сведения об эффективности энтомогельминтов при их применении путем опрыскивания растений. Исследования, проведенные в Грузии, показали, что против гусениц 3-4-го возрастов зимней пяденицы, пяденицы обдирало и дубовой зеленой листовертки внесение нематод на поверхность листьев в виде водной суспензии с добавлением глицирина (2%) позволило обеспечить биологическую эффективность 80-86% [12].

Целью наших исследований было определение спектра действия и биологической активности новых штаммов энтомопатогенных нематод по отношению к доминантным видам фитофагов плодово-ягодных культур из разных систематических отрядов.

Объекты и методы исследований. Поиск и выделение энтомопатогенных нематод, изучение их распространенности на территории Беларуси проводили в Гомельской, Минской, Витебской, Гродненской, Брестской и Могилевской областях. Обследовано 23 биотопа плодово-ягодных насаждений и проанализировано 45 образцов почвы. В качестве насекомого-приманки использовали гусениц старших возрастов лабораторной популяции большой пчелиной огневки *Galleria mellonella* L.

Объектами исследований служили штаммы энтомопатогенных нематод: *S. carpocapsae* № 5, *S. carpocapsae* № 13, *S. feltiae* № 8, *S. feltiae* № 15 и *S. feltiae* № 31, также доминантные фитофаги плодово-ягодных культур из разных систематических отрядов: перепончатокрылые (Hymenoptera): смородинный пилильщик *Nematus leucotrochus* Htg. (= *Pteronidea leucotrocha* Htg.); жесткокрылые (Coleoptera): яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* L. и малинный жук *Vyturus tomentosus* F; чешуекрылые (Lepidoptera): всеядная листовертка *Archips podana* Scop., зимняя пяденица *Operoptera brumata* L., яблонная моль *Hypopomeuta malinellus* Zell.

Биологическую активность штаммов энтомопатогенных нематод определяли по методике Г.В. Веремчук и Л.Г. Данилова [14]. Доза инвазионных личинок составила 100, 50, 25 и 12 экз./насекомое. Инкубирование проводили в термостате при температуре +25°C. Гибель фитофагов учитывали через 24, 48, 72 часа. Биологическую активность штаммов рассчитывали по формуле Abbott W.S. [15] с учетом естественной гибели в контроле.

Обсуждение результатов. Энтомопатогенные нематоды рода *Steinernema* – это мелкие круглые черви, которые паразитируют в полости тела насекомого. Свободно живущей стадией жизненного цикла штейнернематид являются инвазионные личинки – не питающиеся личинки 3-й стадии с замкнутым ротовым и анальным отверстиями.

В результате поисковых исследований из биотопов плодово-ягодных насаждений нами было выделено 10 изолятов энтомопатогенных нематод, 5 из них показали способность поражать гусениц тест-объекта *G. mellonella* L., завершать цикл развития и продуцировать следующие поколения нематод. Результаты идентификации энтомопатогенных нематод позволили отнести их к семейству *Steinernematidae*, видам *Steinernema carpocapsae* (штаммы № 5 и № 13) и *Steinernema feltiae* (штаммы № 8, № 15 и № 31). В экспериментальных исследованиях оценили энтомоцидное действие отобранных штаммов энтомогельминтов в отношении гусениц всеядной листовертки, зимней пяденицы, яблонной моли, ложногусениц смородинного пилильщика, имаго яблонного цветоеда и малинного жука.

Всеядная листовертка *Archips podana* Scop. повреждает листья, почки и плоды плодово-ягодных культур и других древесных и кустарниковых пород. Насекомое дает 1-2 поколения в год. Зимняя пяденица *Operoptera brumata* L. наносит вред более 200 листовен-

ным породам, повреждая почки и листья, в том числе и яблоне, повреждая бутоны и цветки. Эпизоотии бывают с периодичностью раз в 10 лет. Генерация одногодичная.

Яблонная моль *Hyponomeuta malinellus* Zell. наносит вред яблоне, повреждая листья. В период массового размножения деревья оголяются и не плодоносят, снижается количество закладываемых плодовых почек. Смородинный пилильщик *Nematus leucotrochus* Htg. – широко распространенный вредитель смородины. Личинки объедают листья. Характеризуется быстрым прохождением всех фаз развития, поэтому в течение лета развивается в трех поколениях в центральной части Беларуси. В отдельные годы повреждает 50-80% листьев черной смородины [13].

Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что биологическая активность энтомопатогенных нематод варьирует в зависимости от стадии развития фитофага и инвазионной нагрузки. Гибель фитофагов составила 20-95 % при нагрузке 12-25 инв. лич. нематод/насекомое и 40-100 % при нагрузке 50-100 инв. лич. нематод/насекомое (табл. 1).

Таблица 1 – Восприимчивость фитофагов плодово-ягодных культур отрядов *Hymenoptera* и *Lepidoptera* к энтомопатогенным нематодам

Фитофаг	Гибель фитофагов при разной инвазионной нагрузке (лич. нематод/насекомое), %			
	100	50	25	12
<i>S. carpocapsae</i> № 5				
<i>Archips podana</i> Scop. (всеядная листовертка)	100	95,0	85,0	-
<i>Operoptera brumata</i> L. (зимняя пяденица)	93,3	73,3	66,6	-
<i>Hyponomeuta malinellus</i> Zell. (яблонная моль)	100	100	70,0	55,0
<i>Nematus leucotrochus</i> Htg. (смородинный пилильщик)	100	93,3	73,3	60,0
<i>S. feltiae</i> № 8				
<i>Archips podana</i> Scop.	100	100	85,0	-
<i>Operoptera brumata</i> L.	100	86,0	80,0	-
<i>Hyponomeuta malinellus</i> Zell.	100	100	90,0	75,0
<i>Nematus leucotrochus</i> Htg.	93,3	93,3	73,3	60,0
<i>S. carpocapsae</i> № 13				
<i>Archips podana</i> Scop.	100	100	100	-
<i>Operoptera brumata</i> L.	93,3	86,6	73,3	-
<i>Hyponomeuta malinellus</i> Zell.	95,0	85,0	65,0	50,0
<i>Nematus leucotrochus</i> Htg.	100	86,6	80,0	53,3
<i>S. feltiae</i> № 15				
<i>Archips podana</i> Scop.	95,0	90,0	75,0	-
<i>Operoptera brumata</i> L.	86,6	93,3	60,0	-
<i>Hyponomeuta malinellus</i> Zell.	95,0	80,0	75,0	70,0
<i>Nematus leucotrochus</i> Htg.	100	86,6	73,3	40,0
<i>S. feltiae</i> № 31				
<i>Archips podana</i> Scop.	100	100	95,0	-
<i>Operoptera brumata</i> L.	100	86,6	60,0	-
<i>Hyponomeuta malinellus</i> Zell.	70,0	40,0	30,0	20,0
<i>Nematus leucotrochus</i> Htg.	100	93,3	80,0	53,3

Гусеницы всеядной листовертки были более чувствительны к *S. carpocapsae* №13 – гибель фитофага достигала 100% при нагрузке 25-100 инв. лич. нематод/насекомое.

Высокая биологическая активность отмечена у *S. feltiae* № 8 в отношении гусениц зимней пяденицы и яблонной моли – гибель фитофагов составила 80-100 и 90-100, соответственно, при нагрузке 25-100 инв. лич. нематод/насекомое.

Биологическая активность энтомопатогенных нематод в отношении смородинного пилильщика была достаточно высокой и находилась практически на одном уровне у всех штаммов. Гибель ложногусениц фитофага колебалась от 40 (*S. feltiae* № 15) до 60% (*S. feltiae* №8 и *S. carpocapsae* №5) при нагрузке 12 инв. лич. нематод/насекомое и 73,3-100% при нагрузке 25-100 инв. лич. нематод/насекомое.

Яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* L. наносит ощутимый вред урожаю, повреждая бутоны, а также листовые и цветочные почки яблони и груши. Развивается в одном поколении. При большой численности поврежденность бутонов в садах интенсивного типа достигает 20-40%, в садах старых конструкций вредитель может уничтожить до 70-80% бутонов [13]. Малинный жук *Byturus tomentosus* F. в республике распространен повсеместно. Повреждает бутоны, цветки и листья малины, личинки – ягоды.

Таблица 2 – Восприимчивость фитофагов плодово-ягодных культур отряда *Coleoptera* к энтомопатогенным нематодам

Фитофаг	Гибель фитофагов при разной инвазионной нагрузке (лич. нематод/насекомое), %			
	100	50	25	12
<i>S. carpocapsae</i> № 5				
<i>Anthonomus pomorum</i> L. (яблонный цветоед)	84,2	83,3	85,0	85,0
<i>Byturus tomentosus</i> F. (малинный жук)	65,0	30,0	25,0	30,0
<i>S. feltiae</i> № 8				
<i>Anthonomus pomorum</i> L.	73,3	66,6	53,3	46,6
<i>Byturus tomentosus</i> F.	85,0	70,0	35,0	35,0
<i>S. carpocapsae</i> № 13				
<i>Anthonomus pomorum</i> L.	63,3	63,3	50,0	30,0
<i>Byturus tomentosus</i> F.	80,0	80,0	45,0	30,0
<i>S. feltiae</i> № 15				
<i>Anthonomus pomorum</i> L.	10,0	10,0	6,6	0
<i>Byturus tomentosus</i> F.	65,0	65,0	35,0	35,0
<i>S. feltiae</i> № 31				
<i>Anthonomus pomorum</i> L.	13,3	10,0	6,6	0
<i>Byturus tomentosus</i> F.	45,0	40,0	40,0	15,0

Результаты скрининга показали, что энтомопатогенные нематоды были менее активны к имагинальной стадии представителей отряда жесткокрылых *Coleoptera*. Штаммы *S. feltiae* №15 и *S. feltiae* №31 имели низкую биологическую активность и практически не вызывали гибель имаго яблонного цветоеда – гибель фитофага составила 10,0 и 13,3% соответственно, при максимальной нагрузке 100 инв. лич. нематод/насекомое (табл. 2).

В зависимости от инвазионной нагрузки гибель имаго малинного жука составляла 15-45 % (при нагрузке 12-25 инв. личинок нематод/насекомое) и 30-85 % (50-100 инв. личинок нематод/насекомое). Достаточно высокая биологическая активность по отношению к имаго яблонного цветоеда и малинного жука при нагрузке 100 инв. личинок нематод/насекомое отмечена у штаммов *S. feltiae* № 8 – 73,3 и 85,0% соответственно и *S. carpocapsae* №5 – 84,2 и 65,0% соответственно.

Выводы. В условиях лабораторного скрининга определена биологическая активность 5 новых штаммов аборигенных популяций энтомопатогенных нематод рода *Steinernema*: *S. carpocapsae* № 5, *S. carpocapsae* № 13, *S. feltiae* № 8, *S. feltiae* № 15 и *S. feltiae* № 31 в отношении доминирующих фитофагов плодово-ягодных культур. Результаты исследований показали, что биологическая активность изученных энтомогельминтов варьировала в зависимости от стадии развития фитофага и инвазионной нагрузки. Высокая биологическая активность при нагрузке 25-100 инв. лич. нематод/насекомое отмечена у штамма *S. feltiae* № 8 в отношении гусениц зимней пяденицы, яблонной моли – гибель фитофагов составила 80-100 и 90-100 % соответственно. Имаго яблонного цветоеда и малинного жука были более чувствительны к штаммам *S. feltiae* № 8 (гибель – 73,3 и 85,0% соответственно) и *S. carpocapsae* №5 (гибель – 84,2 и 65,0%, соответственно). Полученный экспериментальный материал свидетельствует о возможности эффективного биологического контроля популяций фитофагов плодово-ягодных культур биологическими препаратами на основе отобранных высокоактивных штаммов энтомопатогенных нематод.

Работа выполнена в рамках программы ГПНИ «Инновационные технологии в АПК» по заданию 9.3.16 «Биологическое обоснование использования энтомопатогенных нематод для защиты овощных и плодово-ягодных культур от вредителей».

Литература

1. Захаренко, В.А. Мировые тенденции и развитие научного обеспечения биологической защиты растений в России / В.А. Захаренко // Материалы международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем.– Краснодар, 2008. – Вып. 5. – С. 32-52.
2. Kucharska, K. Entomopathogenic nematodes in agriculture - potential threat to protected beetle species / K. Kucharska, D. Kucharski, E. Pezowicz // Annals of Warsaw Agr. Univ. - Warsaw, 2009. - N 46. - P. 205-209/
3. Nickle, W. R. Taxonomy of nematodes that parasitize insects, and their use as biological control agents // Biosystematics in Agric., Beltsvill. Symp. 11. – 1977. – P. 37-51.
4. Voemare, N. The entomopathogenic nematode-bacterium complex: Biology, live cycle and vertebrate safety / N. Voemare, C. Laumond, H. Mauleon // Biocontr. Sci. Technol. – 1996. – Vol. 6, №. 3. – P.333-345.
5. Golle, F. Biologische bestrijding van insekten met nematoden // Gewashechering. – 1983. – Bd 14, № 3. – S. 77 - 87.
6. Poinar, G. O. Taxonomy and biology of Shteinerneimatidae and Heterorhabditidae. // Entomopathogenic nematodes in biological control / G. Poinar // FL: CRC Press. - 1990. – P. 23-61.
7. Войтка, Д.В. Биологическая активность новых изолятов энтомопатогенных нематод в отношении фитофагов / Д.В. Войтка, Н.И. Микульская, М.С. Герасимович [и др.] // Информац. бюллетень ВПРС МОББ № 41. – Кишинев, 2012. – С. 344-347.
8. Турицин, В.С. Эффективность применения препарата ЭНТОНЕМ-Ф против корневой тли на салате *Pemphigus bursarius* L. / В.С. Турицин, Н.С. Смирнов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – Санкт-Петербург, 2008.– № 7. – С. 50-54.
9. Микульская, Н.И. Защита капусты от весенней капустной мухи / Н.И. Микульская, М.С. Герасимович, Л.Г. Данилов // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. –N 12. – С. 16-17.
10. Микульская, Н.И. Экологически безопасные приемы и средства для защиты моркови от вредителей и болезней / Н.И. Микульская, М.С. Герасимович // Наше сельское хозяйство, 2011.– № 5.– С. 74-79.
11. Ковальска, Й. Применение энтомопатогенных нематод в борьбе с разными стадиями развития *Agriotis segetum* / Й. Ковальска, М. Якубовска // Информационный бюллетень ВПРС МОББ.– Пушкино, 2007.– № 37. – С. 31-36.
12. Георгадзе, О. А. Энтомонематоды рода *Neoaplectana* и их использование в борьбе против вредных чешуекрылых дубрав Грузии: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Тбилиси, 1990. – 24 с.
13. Сорока, С.В. Защита плодовых и ягодных культур от вредителей, болезней и сорных растений на приусадебных участках / С.В.Сорока и др. – Несвиж, 2008.– 272 с.
14. Веремчук, Г.В. Об определении инвазионной активности культуры нематод *Neoaplectana carpocapsae* Weiser (*Steinernematidae*) / Г.В. Веремчук, Л.Г. Данилов // Тезисы докл. 1-й Всесоюзн. науч. конф. – Кишинев, 1976. – С. 132-134.
15. Abbott, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide / W.S. Abbott // Econ. Entomol. – 1925. – Vol. 18 – P. 265-267.