

УДК 632.651/. 937.15 : 576.895.4

**СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ И ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ НЕМАТОД (*STEINERNEMATIDAE*) И ИХ СИМБИОТИЧЕСКИХ
БАКТЕРИЙ (*XENORHABDUS*) ПРОТИВ НАСЕКОМЫХ И ВОЗБУДИТЕЛЕЙ
ЗАБОЛЕВАНИЙ РАСТЕНИЙ**

Л.Г. Данилов, В.А. Павлюшин

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Приведены результаты многолетних исследований по разработке технологий производства и применения биологических препаратов немабакт и энтонем-Ф, изготавливаемых на основе энтомопатогенных нематод из семейства *Steinernematidae*. Биологическая эффективность нематодных препаратов выявлена в отношении ряда видов насекомых-вредителей сельского хозяйства – долгоносики, проволочники на картофеле и кукурузе, капустные мухи на капусте, личинки колорадского жука, личинки майского хруща, грибные комарики, медведка, яблонная и сливовая плодожорки, вишневая муха, облепиховая муха, смородинная стеклянница. ФГБНУ ВИЗР совместно с ООО «Биодан» зарегистрированы на территории России два биологических препарата на основе энтомопатогенных нематод – энтонем-Ф и немабакт. Многолетние исследования послужили основой для разработки промышленной технологии производства нематодных препаратов. Ряд технологических узлов промышленной технологии уже включены в созданную и функционирующую на

базе ФГБНУ ВИЗР опытно-технологическую линию. Практическое использование энтомопатогенных нематод во многом определяется наличием эффективных препаративных форм. В разработанных 3 препаративных формах жизнеспособность инвазионных личинок сохраняется в течение месяца при комнатной температуре и до одного года - в условиях хранения при низких температурах (2–8°C). Нематодные препараты востребованы сельхозпроизводителями различных форм собственности, как крупных агропромышленных комплексов, так и крестьянских фермерских хозяйств, владельцев личных подсобных участков и садоводческих товариществ. Рассматривается в качестве перспективного направление по изучению возможности использования токсинов симбиотических бактерий в обеспечение альтернативного способа борьбы с вредителями и болезнями растений.

Ключевые слова: энтомопатогенные нематоды, *Steinernematidae*, немабакт, энтонем-F, *Xenorhabdus*, технологии производства и применения.

В решении узловой проблемы достижения фитосанитарной безопасности агроэкосистем важное место занимает рациональное соотношение химической и биологической защиты растений [Долженко, 2013]. В настоящее время в мировой практике разрабатываются системы мероприятий, при которых основными методами снижения численности вредителей станут экологические, способствующие размножению и повышению активности естественных врагов вредителей [Белякова, Павлюшин, 2011]. Так, в борьбе с насекомыми-вредителями важное место отводится использованию их естественных врагов – паразитов, хищников, возбудителей заболеваний. В связи с этим в последние два десятилетия возрос интерес к энтомопатогенным нематодам (ЭПН) из семейств *Steinernematidae* и *Heterorhabditidae*, (класс *Nematoda*).

Указанные нематоды – микроскопические черви, способные заражать более тысячи видов насекомых из различных отрядов, поражая все фазы развития, кроме яйца. Они хорошо адаптированы к различным условиям влажности, температуры, механического и химического состава различных типов почв, поэтому ЭПН встречаются на всех континентах за исключением Антарктики и почти во всех широтах и высотах над уровнем моря [Poinar, 1990].

Инвазионные личинки этих паразитов приспособлены к длительному существованию в почве без питания, совместимы с рядом средств защиты растений, их можно вносить в почву и на растения любым типом опрыскивателей. Устойчивость ко многим современным пестицидам и безопасность для человека, теплокровных животных и растений позволяет использовать энтомопатогенных нематод в качестве средства борьбы с насекомыми.

Энтомопатогенные нематоды интенсивно размножаются в насекомых и на искусственных питательных средах, их можно применять обычными методами; оставаясь в почве, они могут длительное время (более 2-х лет) существовать без питания в отсутствие насекомого-хозяина. Важно подчеркнуть некоторые особенности в патогенезе нематодозов насекомых: активное проникновение инвазионных личинок в тело насекомых, выпуск в гемолимфу высокотоксичных для насекомого симбиотических бактерий, бурное деление которых, способствует развитию и размножению нематод в теле насекомых. Устойчивость ко многим современным пестицидам и отсутствие патогенного действия на растения, дождевых червей и позвоночных позволяет использовать этих паразитов в программах управления численностью насекомых-вредителей.

Использование ЭПН в Европе в биологической борьбе с вредителями повсеместно повысилось (табл. 1 и 2).

Биологические препараты на основе ЭПН в коммерческих целях производятся на 4 континентах и успешно применяются против вредителей, связанных с почвой и в

Таблица 1. Производство и применение препаратов, изготовленных на основе энтомопатогенных нематод вида *Steinernema feltiae*

| Название препарата | Страна, осуществляющая производство, либо применение препарата |
|--|--|
| Entonem | Швейцария, Италия, Англия, Финляндия, Польша |
| Exhibit F27 | Австрия, Германия |
| Exhibit SF-WDG | Италия, Англия |
| Nemalogy | Швеция |
| Nemasis | Бельгия, Франция, Италия, Ирландия, Англия, Финляндия |
| Nemasis M | Италия, Ирландия, Англия |
| Nematoden gegen Tramerucken | Австрия |
| Otinem S | Швейцария |
| Owinema | Польша |
| Novonem S | Германия |
| Parasitare Nematoden gegen Tramerucken | Германия |
| Tranmem | Швейцария |
| Sukkula | Финляндия |
| Steinernema system | Австрия |

Таблица 2. Производство и применение препаратов, изготовленных на основе энтомопатогенных нематод вида *Steinernema carpocapsae*

| Название препарата | Страна, осуществляющая производство, либо применение препарата |
|--------------------|--|
| Exhibit | Швейцария |
| Exhibit G25 | Германия |
| Exhibit SC-WDG | Италия, Англия |
| Biosafe | Ирландия |
| CalaeFlor | Германия |
| Boden Nutzlinge | Германия |
| Sanoplan | Германия |
| Alchem | Швейцария |

качестве биологических агентов приобретают все большее значение, уступая лишь *Bacillus thuringiensis* [Liu et al., 2000].

В ряде стран разрабатываются технологии промышленного производства штейнернематид и гетерорабдитид [Bedding, 1984; Ehlers, 2001; Данилов, 2005]. В настоящее время в США, Канаде и европейских странах производством, оптовой и розничной реализацией ЭПН занимаются 83 компании [Grewal, Power, 2000].

В Российской Федерации на базе ФГБНУ ВИЗР в течение 50 лет изучаются особенности биологии, разрабатываются технологии производства, применения и создания биопрепаратов на основе ЭПН [Pavlyushin et al., 1998; Данилов, 2006]. ГНУ ВИЗР совместно с ООО «Биодан» в

2007 зарегистрировали на территории РФ два биологических препарата на основе энтомопатогенных нематод – энтоном – F (основа препарата – нематоды вида *Steinernema feltiae* штамм SRP 18-91) и немабакт (основа препарата – вид нематод *S. carpocapsae* штамм «agriotos»).

Указанные биопрепараты уникальны, поскольку позволяют решить проблему защиты растений от насекомых – вредителей растений, обитающих в почве, в ходах стеблей и стволов. Заметим, что для борьбы с насекомыми в почве ассортимент химических средств защиты растений насчитывает лишь единичные препараты, относящиеся к высокотоксичным для теплокровных соединениям и отрицательно влияющих на окружающую среду.

По результатам многолетних испытаний биологическая эффективность нематодных препаратов оказалась достаточно высокой на экономически значимых видах насекомых – вредителей сельского хозяйства: трипсы – 86-98%; сверчки на 4 сутки 77,9% и на 30 сутки – 100%; минирующие мухи – 80-90%; долгоносики – 64-100 %; на шампиньонах против грибных комариков – 60-90%, проволочники на картофеле и кукурузе – 97,9%, капустные мухи – 60-90%, яблонная и сливовая плодовая муха – 80-100%, личинки колорадского жука – 80%, вишневая муха – 85%, облепиховая муха 93-100%, медведка – 80%, личинки майского хруща – 70-90%, смородинная стеклянница 88,8%, клоп черепашка (вредитель зерновых) – 60%, саранчовые – 75%, овода на животных – 80-100%. При однократном применении препарата обеспечивается защита растений от вредителей в течение вегетационного периода.

Многолетние исследования послужили основой для разработки промышленной технологии производства нематодных препаратов. Ряд технологических узлов промышленной технологии уже включены в созданную и функционирующую на базе ВИЗР опытно-технологическую линию производства препаратов на основе ЭПН, оригинальность которой подтверждена решением о выдаче патентов на линию [Данилов, Айрапетян, 2004; Данилов, 2012]. С разработкой технологии культивирования нематод на искусственных питательных средах впервые в нашей стране появилась реальная возможность создания промышленных производств по наработке нематодных препаратов.

Практическое использование энтомопатогенных не-

матод во многом определяется наличием препаративных форм, гарантирующих выживание инвазионных личинок в процессе хранения, транспортировки и применения препаратов. В отличие от многообразия препаративных форм, известных для химических средств защиты растений, энтомопатогенные нематоды как живые организмы весьма требовательны к условиям существования в период длительного хранения.

Наилучшая жизнеспособность инвазионных личинок достигается в препаративной форме, изготавливаемой на основе агара микробиологического, сапонина и белой сажки. Продолжительность сохранения жизнеспособности инвазионных личинок в этой препаративной форме до одного месяца при комнатной температуре и до одного года – в условиях хранения при низких температурах (2-8°C). При этом инвазионные личинки не теряют патогенность в отношении насекомых-хозяев. Препаративная форма технологична в применении, так как в воде препарат растворяется без осадка. В 1 г препаративной формы можно хранить до 350 тыс. нематод, что в расчёте на гектарную норму их применения составит 15 кг [Данилов и др., 2003].

Длительность хранения чистых культур симбиотических бактерий достигается при разработанном в ВИЗР способе хранения в лиофилизированном состоянии, что свидетельствует о возможности в течение 7 месяцев иметь запас посевного материала бактерий для успешного функционирования промышленного производства. Таким образом снимается один из критических вопросов в технологиях массового производства биологических препаратов, изготавливаемых на основе ЭПН [Данилов и др., 2014].

Созданные в ВИЗР 3 новые препаративные формы нематодных препаратов по своим характеристикам превосходят зарубежные аналоги.

В инновационном освоении результатов использования ЭПН в биологической защите растений (рис.) особое значение имеет опытно-технологическая линия ВИЗР по наработке опытных образцов культур энтомопатогенных нематод, которая позволяет получать и размножать маточные культуры моноксенных инвазионных личинок и первичные формы симбиотических бактерий любого из перспективных видов и штаммов нематод, и обеспечивать исследовательский процесс экспериментальными образцами культур нематод в объёмах, необходимых для проведения полевых и производственных испытаний.

Изучены особенности биологии, экологии и паразитическая активность ЭПН (*Steinematidae*) в отношении 38 фитофагов (саранчовые, чешуекрылые, колорадский жук, проволочники, долгоносики и др.)

Особенности:
- повышенная инвазионная активность,
- размножение нематод внутри тела насекомого-хозяина и на искусственных питательных средах,
- наибольшая представленность ЭПН в необрабатываемых почвах (лесополосы, сады и др.)

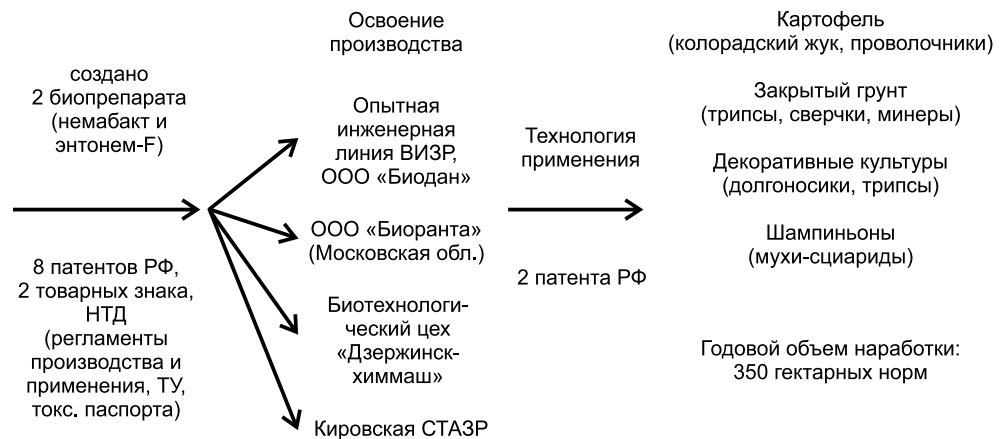


Рисунок. Использование энтомопатогенных нематод (ЭПН) в защите сельскохозяйственных культур от вредных насекомых (ФГБНУ ВИЗР, 2015 г., инновационное освоение)

С разработкой технологии культивирования нематод на искусственных питательных средах впервые в нашей стране появилась реальная возможность масштабирования производства нематодных препаратов.

В этой связи ГНУ ВИЗР в 2006 году было принято решение о представлении данного проекта для участия в конкурсной программе «СТАРТ», проводимой Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (МП НТС).

Этот Фонд в форме государственной некоммерческой организации учрежден постановлением Правительства РФ от 03.02.94 № 65. Одним из условий конкурса было представление проекта частной фирмой, в связи с чем на базе ВИЗР была создана фирма ООО «Биодан». Фонд, как представитель государства, софинансировал НИОКР ООО «Биодан» в течение двух лет.

О востребованности наших препаратов со стороны сельхозпроизводителей различных форм собственности свидетельствуют результаты реализации готовой продукции за последние 3 года (2012–2014). Нематодные препараты ежегодно закупаются отдельными партиями крупными агропромышленными комплексами и тепличными комбинатами – производителями овощей и декоративных цветочных культур (ЗАО «РоузХилл», Калуга; ЗАО Агрофирма «Выборжец», Лен. обл.; СХПК Комбинат «Тепличный», Вологда; ЗАО Агрокомбинат «Московский»; ООО «Экологическая ферма Алёховщина», Лен. обл.; ФГБНУ Ботанический институт им. В.Л.Комарова РАН, Санкт-Петербург; ЗАО «Розовый Сад», Калужская обл.; ООО ТК «Ростовский», Ростовская обл.; ЗАО «Нежинское», Ставропольский край; ОАО «Индустриальный», Барнаул; ЗАО «Агрофирма «Ольдеевская», Чебоксары; ООО «Весна», Ставропольский край; ОАО «КБП» НПЦ биотехнологии «Фитогенетика», Тульская обл.; КФХ Мазохин, Астраханская обл.; Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Астраханской обл.). В небольших объемах препараты закупаются крестьянскими фермерскими хозяйствами и владельцами личных подсобных участков и садоводческих товариществ.

Актуальна маркетинговая работа по подготовке рынка сбыта нематодных препаратов путем размещения информационного материала в средствах массовой информации: журналы «Защита и карантин растений», «Теплицы России», «Приусадебное хозяйство», «Флора», «6 соток», «Агро-Эксклюзив».

Осуществляется также реклама препаратов путем демонстрационных испытаний на ряде культур и объектов и участием в различных выставках достижений сельскохозяйственной практики. Так, например на VI Международном салоне инноваций и инвестиций, проходившем в Москве 7–10 февраля 2006 года, нематодный проект был награжден ДИПЛОМОМ I степени Международным Фондом Биотехнологий им. академика И.Н. Блохиной. Кроме того, ООО «Биодан» получен диплом за активное участие в работе IV Международной выставке-конференции «Биоиндустрия», проходившей в Санкт-Петербурге 15–17 октября 2014 года.

Симбиотические бактерии ЭПН привлекают все большее внимание со стороны исследователей при изучении возможностей их применения в качестве биологических агентов. Впервые Датки и др. [Dutky et al., 1964] пред-

положили, что бактерии, которые живут как симбионты ЭПН, производят антибиотики, что было затем подтверждено Акхурстом [Akhurst, 1985], который показал, что эти бактерии синтезируют антибиотики, подавляющие рост бактерий и грибов.

Ряд исследователей приступили к изучению возможности использования токсинов симбиотических бактерий против насекомых [Rachon et al., 2011] и возбудителей заболеваний растений.

Симбиотические бактерии рода *Xenorhabdus* секретируют широкий спектр веществ в культуральную среду, в том числе липазы, протеазы, антибиотики, липополисахариды [Wang et al., 2008].

Открытие и успешное использование новых природных антибиотиков симбиотических бактерий может расширить биологический способ борьбы с вредителями и болезнями растений. В этой связи в ВИЗР также проводятся исследования по поиску и изучению бактериальных культур симбиотических бактерий, связанных с различными видами и изолятами ЭПН из природных популяций этих паразитов.

При изучении действия продуктов метаболизма симбиотических бактерий рода *Xenorhabdus* энтомопатогенных нематод *Steinernema carpocapcae* штамм «agriotos» (*Rhabditida*, *Steinernematidae*) на различные виды фитопатогенных грибов (по наличию зон лизиса) отмечена фунгицидная активность бактерий против ряда штаммов фитопатогенов (*Fusarium solani*, *F. culmorum*, *Alternaria solani*, *Bipolaris sorokiniana* и др.).

В дальнейшем, с целью разработки эффективных биологических препаратов, целесообразно продолжить изучение симбиотических бактерий энтомопатогенных нематод (*Rhabditida*, *Steinernematidae*), выделенных из природных популяций этих паразитов, против возбудителей заболеваний растений и выявлению штаммов с высокой антимикробной активностью продуктов их жизнедеятельности.

В качестве первоочередных задач работы по ЭПН нами планируется:

1. Изучение биоэкологических особенностей перспективного изолята *Steinernema feltiae protense* subsp. N. (*Nematoda*: *Steinernematidae*) с целью создания биологического препарата, современных технологий его производства и эффективного использования против насекомых-вредителей в биоценозах различных климатических зон.

2. Изучение инсектицидной, антимикробной и нематодной активности нематодно-бактериального комплекса энтомопатогенных нематод *S. feltiae protense* (*Rhabditida*, *Steinernematidae*) против насекомых и возбудителей заболеваний растений.

3. Проведение испытаний и определение эффективности использования биологических препаратов нематод и энтонем- F в региональных интегрированных системах защиты продовольственных сельскохозяйственных культур (картофель, овощные, сахарная свекла, рапс).

4. Подготовка материалов и проведение Государственных испытаний нематод *S. feltiae protense* с целью регистрации их в качестве нового биологического препарата на территории России.

5. Расширение исследования по изучению возможности использования продуктов метаболизма симбиотиче-

ских бактерий в качестве средства борьбы с почвенными фитопатогенами и фитонематодами. О перспективности таких исследований свидетельствуют данные зарубежных авторов и результаты нашей работы в предыдущие годы.

При масштабировании производства биологических препаратов немабакт и энтонем- F основными направлениями работы могут быть следующие:

1. Определение эффективности и разработка технологий применения нематод *S. feltiae protense* против насекомых вредителей на различных культурах и объектах. Изучение возможности и отработка режимов культивирования

нематод *S. feltiae protense* на искусственных питательных средах. Наличие трех нематодных препаратов расширяет возможности контроля наиболее значимых фитофагов.

2. Разработка приемов и способов сохранения инвазионной активности и патогенности нематодных культур использованием популяционно-генетического анализа природных популяций.

3. Разработка приемов и способов сохранения чистоты препаративных форм нематодных культур (отсутствие сапробиотических видов нематод).

Plant Protection News, 2015, 3(85), p. 10 –15

STATUS AND PROSPECTS OF STUDYING AND PRACTICAL USE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (*STEINERNEMATIDAE*) AND THEIR SYMBIOTIC BACTERIA (*XENORHABDUS*) AGAINST INSECTS AND PLANT PATHOGENS

L.G. Danilov, V.A. Pavlyshin

All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg, Russia

The results of many-years researches are provided on the technologies of production and use of biopreparations Nemabact and Entonem-F manufactured on the basis of entomopathogenic nematodes of the family *Steinernematidae*. According to the results of testing, the biological efficacy was revealed for nematodes identified in several insect species of agricultural pests, such as weevils, wireworms, cabbage maggot, Colorado potato beetle larvae, may beetle larvae, fungus gnats, mole cricket, codling and plum fruit moths, cherry fly, sea-buckthorn fly, clear underwings. Two biological preparation based on entomopathogenic nematodes, Nemabact and Entonem-F, were registered on the territory of the Russian Federation. Many-years research has formed the basis for the development of industrial technology for production of nematode drugs. A number of technological industrial technology nodes are already included in the created and functioning pilot production line. The practical use of entomopathogenic nematodes is largely determined by the availability of preparative forms. The 3 preparative forms preserve the viability of infective larvae during a month at room temperature and up to one year at low temperature (2-8°C). Nematode preparations are demanded by agricultural producers of different ownership forms, such as large agribusinesses and farmers, and owners of private plots and gardening companies. The use of symbiotic bacteria toxins is considered promising direction which can provide an alternative method of plant pest and disease control.

Keywords: entomopathogenic nematode; *Steinernematidae*; Nemabact; Entonem-F; *Xenorhabdus*; technology, production, application.

Библиографический список (References)

- Белякова Н.А., Павлюшин В.А. Современные тенденции в развитии технологий разведения и применения многоядных энтомоакарифагов в защищенном грунте // Информ. бюл. ВПРС МОББ. СПб., ВИЗР. 2011. N 42. С. 29–34.
- Данилов Л.Г. Научно-методические основы изучения энтомопатогенных нематод (Rhabditidae: Steinernematidae) и создания промышленных производств препаратов на их основе / Биологические средства защиты растений, технологии их изготовления и применения, СПб., 2005. С. 282–294.
- Данилов Л.Г. Технологии производства и применения в теплицах биопрепаратов на основе энтомопатогенных нематод (Rhabditidae: Steinernematidae, Heterorhabditidae) / Теплицы России, N1, 2006. С. 42–45.
- Данилов Л.Г., Айрапетян В.Г. Способ и линия для производства биологических препаратов на основе энтомопатогенных нематод. Патент N 2239315, Бюл. N 31, 2004.
- Данилов Л.Г., Айрапетян В.Г., Искрицкий В.Л. Способ получения препаративной формы для хранения энтомопатогенных нематод семейств Steinernematidae и Heterorhabditidae. Патент N 221029. Бюл. N 23, 2003.
- Данилов Л.Г. Способ для производства биологических препаратов на основе энтомопатогенных нематод. Патент N 2444195. Бюл. N7, 2012.
- Данилов Л.Г., Айрапетян В.Г., Нашекина Т.Ю. Способ подготовки симбиотических бактерий рода *Xenorhabdus*, выделенные из нематод вида *Steinernema feltiae protense* к хранению. Патент РФ N 2053790, А 61К 39/02, 20.07. 2014.
- Доляженко В.И.: Интегрированная защита растений. Доклад на Международной научной конференции «Современное состояние и перспективы инноваций биометода в сельском хозяйстве» (9–12 сентября 2013, г. Одесса, 2013).
- Akhurst R. J. The nematode/bacterium complex *Steinernema glaseri/Xenorhabdus nematophilus* subsp. *Poinarii*) pathogenic for root-feeding scarb larvae. / Proc. 4th Australasian Conf. on Grassl. Invert. Ecol. Lincoln. College. Centerbury. 1985. Vol.43. P. 261 – 267.
- Bedding R. A. Large scale production, storage and transport of the insectparasite nematodes *Neoplectana* spp. and *Heterorhabditis* spp. / Ann. Appl. Biol. 1984. Vol. 104(1). P.117 – 120.
- Dutky S.R., Thompson J.V., and Cannwell G.E. A technique for the mass propagation on the DD-136 nematode / J. Insect Pathol., 1964. N.6. P. 417– 422.
- Ehlers R.U. Mass production of entomopathogenic nematodes for plant protection / Appl. Microbiol. Biotechnol., 2001. Vol. 56 (5–6). P. 623–633.
- Grewal P., Power K. Commercial sources insect parasitic nematodes. 2000. P. 1–7.
- Liu J., Poinar G., O., Berri R. E. Control of insect pests with entomopathogenic nematodes: the impact of molecular biology and phylogenetic reconstruction / Ann. Appl. Entomol. 2000. Vol. 45(1). P. 287–306.
- Pavlyushin V.A., Danilov L.G., Antonova I. A. Nemabacte, nouvelle biopreparation a base de nematodes entomopathogenes / Exposition Seminaire Russe-Tunisien «Protection biologique des cultures legumieres et fruitieres contre des revageus et maladies».– S.- Petesbourg, Poushkin, 1998, P. 23–24.
- Poinar G. O. Taxonomy and biology of Shteinerneimatidae and Heterorhabditidae // Entomopathogenic nematodes in biological control / Eds.: R. Gaugler and H.K. Kaya. - Boca Ration, FL: CRC Press. 1990. P. 23–61.
- Raho A. M., Mukhtar T., Gowen S. R. and Pembroke B.. Virulence of Entomopathogenic Bacteria *Xenorhabdus bovienii* and *Photorhabdus luminescens* Against *Galleria mellonella* Larvae. Pakistan / J. Zool.. 2011 V. 43. N.3. P. 543–548.
- Wang YH, Li YP, Zhang Q, Zhang X. Enhanced antibiotic activity of *Xenorhabdus nematophila* by medium optimization. / Bioresour. Technol. 2008. Vol. 99. P. 1708–1715.

Translation of Russian References

- Belyakova N.A., Pavlyushin V.A. Current trends in development of cultivation technologies and application of polyphagous entomocariphages on covered soil. Inform. byul. VPRS MOBB. St. Petersburg, VIZR. 2011. N 42. P. 29–34. (In Russian).
- Danilov L.G. Method of biological preparation production based on entomopathogenic nematodes. Patent N 2444195. Byul. N7, 2012. (In Russian).
- Danilov L.G. Method of production and application in greenhouses of biological preparations based on entomopathogenic nematodes (Rhabditidae: Steinernematidae, Heterorhabditidae). Teplitsy Rossii, N1, 2006. P. 42–45. (In Russian).
- Danilov L.G. Scientific and methodical bases of studying entomopathogenic nematodes (Rhabditidae: Steinernematidae) and creation of industrial nematode preparation production. Biologicheskie sredstva zashchity rastenii, tekhnologii ikh izgotovleniya i primeneniya, St. Petersburg, 2005. P. 282–294. (In Russian).
- Danilov L.G., Airapetyan V.G. Method of and line for production of biological preparations based on entomopathogenic nematodes. Patent N 2239315, Byul. N 31, 2004. (In Russian).
- Danilov L.G., Airapetyan V.G., Iskrikskii V.L. Method of preparation form production for storage the entomopathogenic nematodes of the families Steinernematidae and Heterorhabditidae. Patent N 221029. Byul. N 23, 2003. (In Russian).
- Danilov L.G., Airapetyan V.G., Nashchekina T.Yu. Method of preparation of symbiotic bacteria of the genus *Xenorhabdus* allocated from nematode *Steinernema feltiae protense* for storage. Patent N 2053790, A 61K 39/02, 20.07.2014. (In Russian).
- Dolzhenko V.I. Integrated pest management. Report at the International Scientific Conference «Current State and Prospects of Biocontrol Innovations in Agriculture» (September 9–12, 2013, Odessa, 2013). (In Russian).

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург – Пушкин, Российская Федерация
 *Данилов Леонид Григорьевич. Ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: biodan@mail.ru
 Павлюшин Владимир Алексеевич. Директор ВИЗР, доктор биологических наук, e-mail: vizrspb@mail333.com

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg – Pushkin, Russian Federation
 *Danilov Leonid Grigoryevich, Leading Researcher, DSc in Agriculture, e-mail: biodan@mail.ru
 Pavlyushin Vladimir Alekseevich, Director of VIZR, DSc in Biology, e-mail: vizrspb@mail333.com

* Responsible for correspondence