

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-4-69-78>

Энтомопатогенные нематоды (*Steinernema Feltiae* Filipjev) в защите смородины чёрной от смородинной узкотелой златки (*Agrilus Ribesi* Shafer)

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Татьяна Николаевна Чурилина
E-mail: tachuna@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Чурилина Т.Н.
Энтомопатогенные нематоды (*Steinernema Feltiae* Filipjev) в защите смородины черной от смородинной узкотелой златки (*Agrilus Ribesi* Shafer). *Аграрный вестник Северного Кавказа*. 2025;15(4):69-78. <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-4-69-78> EDN NBVYXL

ПОСТУПИЛА: 26.08.2025

ДОРАБОТАНА: 24.11.2025

ПРИНЯТА: 28.11.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

COPYRIGHT: © 2025 Чурилина Т.Н.



Т.Н. Чурилина 

Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

АННОТАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ. Смородинная узкотелая златка (*Agrilus ribesi* Schaefer) является агрессивным фитофагом, повреждающим в хозяйствах Оренбургской области России от 39,9 до 89,6 % ветвей смородины черной. Пораженные ветви усыхают, и ягодники существенно и необратимо теряют продуктивность, а питомники сталкиваются с проблемой производства здорового посадочного материала. Ягодная продукция имеет особые экологические требования к применяемым химическим пестицидам, что диктует необходимость разработки безопасных биологических средств защиты.

ЦЕЛЬ. Изучить возможность инвазии и оценить биологическую эффективность обработки черенков смородины чёрной энтомопатогенными нематодами (*Steinernema feltiae* Filipjev) против личинок узкотелой златки (*A. ribesi*).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Исследования проводились в 2023–2024 гг. Обработка черенков смородины осуществлялась в лабораторных условиях, путем их погружения в суспензии нематод с концентрациями 1000, 2000 и 3000 нематод/мл. Оценка опыта осуществлялась через пять и десять дней.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Была установлена инвазионная способность и биологическая эффективности применения энтомопатогенных нематод *St. feltiae* против личинок смородинной узкотелой златки (*A. ribesi*). Наиболее высокие показатели биологической эффективности получены через десять дней экспозиции, при концентрации 2000 нематод/мл – 83,3 %, и 3000 нематод/мл – 92,9 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Полученные результаты позволяют расширить биологические способы защиты смородины чёрной от златок, являющихся опасными внутривидовыми вредителями ягодных и плодовых культур. Применение энтомопатогенных нематод возможно для получения органической ягодной продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вредитель черной смородины, смородинная златка *Agrilus ribesi* Shafer, энтомопатогенные нематоды, *Steinernema feltiae* Filipjev, биологическая защита

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-4-69-78>

Entomopathogenic nematodes *Steinernema Feltiae* Filipjev in the protection of blackcurrant against *Agrilus Ribesi* Shafer

CORRESPONDENCE:

Tatiana N. Churilina

E-mail: tachuna@mail.ru

FOR CITATION:

Churilina T.N.

Entomopathogenic nematodes *Steinernema Feltiae* Filipjev in the protection of blackcurrant against *Agrilus Ribesi* Shafer. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2025;15(4):69-78. <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-4-69-78> EDN NBBYXL

RECEIVED: 26.08.2025

REVISED: 24.11.2025

ACCEPTED: 28.11.2025

DECLARATION OF COMPETING INTEREST:

none declared.

COPYRIGHT: © 2025 Churilina T.N.



Tatiana N. Churilina 

Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. *Agrilus ribesi* Schaefer is an aggressive wood-boring pest, damaging between 39.9 and 89.6% of black currant (*Ribes nigrum* L.) branches in farms across the Orenburg Oblast of Russia. Infested branches wither and die, leading to significant and irreversible losses in plantation productivity. Furthermore, nurseries face considerable challenges in producing healthy planting material. Berry production imposes strict ecological requirements on the use of chemical pesticides, necessitating the development of safe biological control agents.

AIM. To investigate the invasive potential and assess the biological efficacy of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* Filipjev against *A. ribesi* when applied to black currant cuttings.

MATERIALS AND METHODS. The research was conducted in 2023–2024. Black currant cuttings were treated under laboratory conditions by immersion in aqueous suspensions of *St. feltiae* at concentrations of 1000, 2000, and 3000 nematodes per milliliter. The experiment was evaluated five and ten days post-treatment.

RESULTS. The invasive capacity and biological efficacy of the entomopathogenic nematode *S. feltiae* against the larvae of *A. ribesi* were confirmed. The highest rates of biological efficacy were recorded after a ten-day exposure, with mortality rates of 83.3% at a concentration of 2000 nematodes/mL and 92.9% at 3000 nematodes/mL.

CONCLUSION. The obtained results demonstrate the potential for expanding the biological control strategies against dangerous internal shoot pests of berry and fruit crops. The application of entomopathogenic nematodes represents a viable method for the production of organic berry crops.

KEYWORDS: blackcurrant pest, *Agrilus ribesi* Shafer, entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* Filipjev, biological protection

ВВЕДЕНИЕ

Энтомопатогенные нематоды имеют широкое распространение и используются в биологической защите культур открытого и защищенного грунта [1–3]. Они являются активными паразитами, способными поражать большое количество видов вредителей различных культур, включая насекомых-фитофагов в постэмбриональном периоде развития [4; 5]. Практическое применение получили два семейства: Steinernematidae и Heterorhabditidae. В частности, энтомопатогенный вид нематод *Steinernema feltiae* (Steinernematidae) используется в программах биологической защиты растений многих европейских, южно- и североамериканских государств [6–8]. Успех применения нематод отмечается в отношении не только открыто, но и скрытно живущих видов вредителей. Так, обработка косточковых культур суспензией *Steinernema feltiae* против личинок чёрной златки (*Capnodis tenebrionis* (Coleoptera: Buprestidae)), являющихся ксилофагами, показала высокую (79,68–88,24 %) биологическую эффективность [9].

Эти природные энтомопатогены, действующие в симбиозе с граммотрицательными бактериями из рода *Xenorhabdus*, во многом решают проблему резистентности к химическим ксенобиотикам и позволяют бороться как с редко встречающимися, так и самыми злостными вредителями растений. Энтомопатогенные нематоды – активные энтомофаги, представляющие природосберегающую альтернативу химическим инсектицидам, особенно в борьбе с вредителями, требующими повторных обработок, существенно снижая пестицидную нагрузку на среду и позволяя получать экологически чистую продукцию плодовых и ягодных культур [10–12].

Имея микроскопические размеры, они способны инфицировать как открыто живущих вредителей, так и локализованных внутри органов растений, проникая в растительные ткани через ходы, проделанные самими фитофагами или другими вредителями, трещины, чечевички и механические повреждения. Это создает перспективу применения их в борьбе со скрытноживущими вредителями, к которым относится смородинная узкотелая златка, смородинная стеклянница, почковая моль и другие. Располагаясь внутри побега, личинки златки защищены от высоких температур, засухи, ультрафиолетового излучения, что создает очень благо-

приятные микроклиматические условия для нематод [13–15].

При благоприятных условиях узкотелые златки быстро распространяются и реализуют высокую плодовитость. За несколько сезонов способны привести к полной потере посадок как кустарниковой, так и древесной растительности. Примером этому могут служить начальные очаги ясеневой изумрудной узкотелой златки (*Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae)) в Подмоскowie, вызвавшие гибель сотен гектаров здоровых лесов и распространившиеся сейчас в России на территорию Орловской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Ростовской областей, Краснодарского края и др. Отдельные, наиболее вредоносные виды являются карантинными, и защита от них крайне затруднительна [16; 17].

Смородинная узкотелая златка (*Agrilus ribesi* Schaefer) является опасным вредителем чёрной смородины, а также может повреждать шиповник, крыжовник, красную, белую и золотистую смородину. Этот вид способен к скрытному распространению с посадочным материалом. В отдельных хозяйствах Оренбургской области личинки *A. ribesi* повреждают от 39,9 до 89,6 % ветвей смородины черной и без организации защитных мероприятий способны полностью уничтожить посадки (рисунок 1) [18].

Борьба с *A. ribesi* затруднена ввиду скрытого образа жизни личинок (внутри побегов смородины), короткого периода и ограниченного времени лета жуков, совпадающего со стадией созревания ягод черной смородины. Данный фактор особенно затрудняет проведение защитных мероприятий химическими препаратами. Важным профилактическим мероприятием является закладка посадок здоровым посадочным материалом, что имеет особенно важное значение при производстве и реализации саженцев черной смородины.

Перспективным направлением защиты растений является экологизация защитных мероприятий с использованием энтомофагов. В настоящее время среди современных биопрепаратов показывают высокую эффективность препараты на основе энтомопатогенных нематод на разных овощных, плодовых, ягодных и декоративных культурах [19–22]. Энтомопатогенные нематоды *Steinernema feltiae* Filipjev отличаются высокой поисковой активностью и заражающей способностью [23; 24].



Рисунок 1

Посадки чёрной смородины, поврежденные личинками *Agrilus ribesi* Schaefer

Источник: фото автора

Figure 1

Blackcurrant plantings damaged by larvae *Agrilus ribesi* Schaefer

Source: photo by the author

Большинство работ по испытанию и применению энтомопатогенных нематод проводятся за пределами России, в то время как отечественные исследования в этом направлении недостаточно представлены. В список разрешенных пестицидов были внесены два препарата: Энтонем-Ф (на основе *Steinernema feltiae*) и Немобакт (на основе *Steinernema carpocapsae*), производимых фирмой «Биодан», ВИЗР (г. Пушкин, Россия), лицензия на которые в настоящее время не продлена и требуется расширение целевых объектов их применения.

Целью наших исследований было изучить возможность инвазии и оценить биологическую эффективность обработки черенков смородины чёрной энтомопатогенными нематодами *St. feltiae* против личинок узкотелой златки *A. ribesi*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

Исследования проведены в лабораторных условиях в Оренбургском государственном аграрном университете (г. Оренбург, Россия) в 2023–2024 годы. Черенки смородины черной были заготовлены из визуально поврежденных личинками *A. ribesi* веток в маточнике смородины плодопитомника Новоорского района Оренбургской области. Срезка ветвей осуществлялась в период роста листовых пластинок – начала цветения смородины черной, так как в это время личинки златки уже активно питаются,

а диагностические признаки повреждения уже хорошо заметны. В качестве признаков повреждения служат недоразвитые листья и соцветия либо их отсутствие (рисунки 2, 3).



Рисунок 2

Кусты смородины черной с поврежденными личинкой смородинной узкотелой златки (*Agrilus ribesi* Schaefer) ветвями

Источник: фото автора

Figure 2

Blackcurrant bushes with branches damaged by the larva *Agrilus ribesi* Schaefer

Source: photo by the author



Рисунок 3

Повреждения, наносимые личинками смородинной узкотелой златки (*Agrilus ribesi* Schaefer) внутри ветви смородины черной

Источник: фото автора

Figure 3

Damage caused by larvae *Agrilus ribesi* Schaefer inside a blackcurrant branch

Source: photo by the author

Методы

Испытания энтомопатогенных нематод против смородинной златки прежде не проводились. За основу была взята методика обработки черенков смородины суспензией энтомопатогенных нематод против смородинной стеклянницы (*Synanthedon tipuliformis* (Lepidoptera: Sesiidae)), личинки которой ведут схожий со златкой образ жизни и так же локализованы внутри побегов смородины [25–27]. В каждом варианте черенки длиной 20 см обрабатывали суспензиями энтомопатогенных нематод *Steinernema feltiae* Filipjev, являющихся действующим началом российского биопрепарата «Энто-нем-Ф» (фирма Биодан, ВИЗР г. Пушкин, Россия), путем погружения в соответствующие растворы с экспозицией в 2 часа.

Процедура исследования

Опыт включал три варианта (обработка суспензиями *St. feltiae* 1000, 2000 и 3000 нематод/мл) и контроль (обработка водой аналогичным образом), в четырех повторностях. В каждом варианте анализировалось по 100 черенков. Затем обработанные черенки оборачивали влажной тканью и хранили в полиэтиленовых пакетах с малыми перфораци-

ями при температуре 22 °C в темном помещении. Расщепление обработанных черенков и извлечение личинок вредителя для осмотра осуществляли через 5 и 10 дней. Оценку биологической эффективности осуществляли по формуле Аббота. Статистическую обработку данных таблицы проводили методом дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ результатов проведенного исследования показали, что все выбранные концентрации суспензий энтомопатогенных нематод *St. feltiae* обеспечивают инвазии ими личинок *A. ribesi*. Ввиду микроскопических размеров энтомопатогенных нематод их проникновению и перемещению внутри черенков (побегов) могут способствовать микроповреждения, а также наличие макроскопических летных отверстий златок и проделанные личинками ходы внутри побегов смородины (рисунки 4–6).



Рисунок 4

Энтомопатогенные нематоды *Steinernema feltiae* Filipjev, Steinernematidae, увеличение × 100μm

Источник: фото автора

Figure 4

Entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* Filipjev, Steinernematidae, enlargement × 100μm

Source: photo by the author



Рисунок 5
Летное отверстие смородинной узкотелой златки (*Agrilus ribesi* Schaefer) в ветви смородины чёрной
Источник: фото автора

Figure 5
Flight hole of *Agrilus ribesi* Schaefer in a blackcurrant branch
Source: photo by the author



Рисунок 6
Ходы, проделанные личинкой смородинной узкотелой златки (*Agrilus ribesi* Schaefer), в ветви смородины чёрной
Источник: фото автора

Figure 6
The passages made by the larva *Agrilus ribesi* Schaefer in the branches of a blackcurrant
Source: photo by the author

Тем не менее при минимальной в данном опыте концентрации 1000 нематод/мл в ходы личинок златки, видимо, проникает недостаточное количество инвазионных личинок нематод, чтобы вызвать смерть личинок златки в течение 5 дней (таблица 1). Результативность варианта через 10 дней выдержки черенков также свидетельствует об этом.

Таблица 1
Биологическая эффективность (БЭ) обработки черенков смородины черной суспензиями энтомопатогенных нематод *St. feltiae* (в среднем за 2023–2024 годы)

Table 1
Biological efficiency of treating blackcurrant cuttings with suspensions of entomopathogenic nematodes *St. feltiae* (on average for 2023–2024)

Оцениваемые показатели		БЭ, % после обработки	
		через 5 дней	через 10 дней
		Рабочая суспензия 1000 нематод/мл	
Количество личинок златки в опыте, экз.	Всего	10	12
	Живых	10	7
	Мертвых	0	5
БЭ, %		0,0	41,7
–	–	Рабочая суспензия 2000 нематод/мл	
Количество личинок златки в опыте, экз.	Всего	14	12
	Живых	10	2
	Мертвых	4	10
БЭ, %		28,6	83,3
–	–	Рабочая суспензия 3000 нематод/мл	
Количество личинок златки в опыте, экз.	Всего	13	14
	Живых	6	1
	Мертвых	7	13
БЭ, %		53,8	92,9
HCP ₀₅		1,01	1,31

Источник: составлено автором
Source: compiled by the author

Результаты исследования выявили биологическую эффективность рабочей суспензии энтомопатогенных нематод *St. feltiae* через пять дней экспозиции, которая составила в концентрации 1000 нематод/мл – 0,0, 2000 нематод/мл – 28,6, 3000 нематод/мл – 53,8 %. Биологическая эффективность рабочей суспензии энтомопатогенных нематод *St. feltiae* через десять дней экспозиции составила в концентрации 1000 нематод/мл – 41,7, 2000 нематод/мл – 83,3, 3000 нематод/мл – 92,9 %. Таким образом, наиболее высокие показатели биологической эффективности обработки черенков смородины черной суспензиями энтомопатогенных нематод против личинок *A. ribesi* получены через 10 дней экспозиции, при концентрации 2000 и 3000 нематод/мл суспензии.

Особенно необходимо отметить, что проведенная профилактическая обработка черенков смородины черной против личинок *A. ribesi* не требует специальной подготовки, экономична по времени и затратам и полностью исключает применение химических пестицидов. Эти обстоятельства делают ее легкодоступной и безопасной как в производственных условиях, так и в личных подсобных хозяйствах.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные в нашем исследовании результаты демонстрируют высокий потенциал энтомопатогенных нематод *Steinernema feltiae* в борьбе со скрытноживущими личинками смородинной узкотелой златки (*Agrilus ribesi*). Наблюдаемая зависимость биологической эффективности (БЭ) от концентрации суспензии и времени экспозиции хорошо согласуется с данными других авторов, работавших с такими видами-ксилофагами, как *Capnodis tenebrionis* (Buprestidae) и *Synanthedon tipuliformis* (Lepidoptera). Высокая эффективность (92,9 %), достигнутая через 10 дней при концентрации 3000 нематод/мл, коррелирует с результатами, полученными другими исследователями, которые отмечали БЭ на уровне 78,6–92,5 % для разных штаммов *St. feltiae* против личинок стеклянницы *Synanthedon tipuliformis* на смородине черной [25–27]. Это сходство подтверждает общую закономерность: энтомопатогенные нематоды проявляют высокую вирулентность в отношении скрытноживущих личинок-ксилофагов, вероятно, благодаря их способности активно мигрировать по готовым ходам в древесине, соз-

данным вредителями [9; 27]. Низкая эффективность (0 %) при концентрации 1000 нематод/мл через 5 дней, которая возросла до 41,7 % к 10-му дню, указывает на то, что для успешной инвазии и развития патологического процесса в крупной личинке *A. ribesi* требуется как достаточная доза инвазионных личинок нематод, так и определенное время для их поиска и проникновения в насекомое, а также для работы симбиотических бактерий рода *Xenorhabdus* при поражении хозяина [6; 12; 24].

Успешное проникновение нематод в черенки через естественные микроповреждения и ходы и направленное действие на вредителя, без токсичности для самого растения и последующей продукции, является ключевым преимуществом биологического метода перед химическими инсектицидами, которые часто не достигают цели, локализованной внутри растительной ткани. Преимуществом биологических препаратов является избирательность их действия. Наши результаты подтверждают выводы многих исследователей о том, что энтомопатогенные нематоды семейства *Steinernematidae* являются высокоэффективным инструментом для борьбы с объектами, труднодоступными для химической обработки [1; 9; 14; 27].

Основным ограничением настоящей работы является ее лабораторный характер. В будущих исследованиях необходимо оценить приживаемость черенков смородины после обработки *St. feltiae* в полевых условиях. А также практический интерес имеет обработка плодоносящих производственных посадок смородины, заселенных златкой при различных способах аппликации (например, опрыскивание кустов в период активного питания личинок и лета жуков). Внесение в почву энтомопатогенных нематод против смородинной златки не имеет смысла, так как, по нашим данным, в корневой системе смородины *A. ribesi* не обнаружены [28]. Кроме того, представляет интерес тестирование других видов и штаммов энтомопатогенных нематод (например, *St. carpocapsae*), которые могут проявлять еще большую эффективность против *A. ribesi*. Несмотря на эти ограничения, проведенное исследование четко демонстрирует, что профилактическая обработка черенков суспензией *St. feltiae* является высокоперспективным и экологически безопасным методом защиты черной смородины от смородинной узкотелой златки, что особенно актуально для питомников и хозяйств, ориентированных на производство органической продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование доказывает высокую эффективность энтомопатогенных нематод *St. feltiae* в борьбе с личинками смородинной узкотелой златки *A. ribesi*. Установлена четкая зависимость биологической эффективности от концентрации суспензии и времени экспозиции. Наибольшая биологическая эффективность (92,9 %) отмечена через 10 суток после обработки черенков суспензией с концентрацией 3000 экз/мл. Концентрация 2000 экз/мл также обеспечила высокий результат – 83,3 % эффективности. Полученные результаты

подтверждают, что обработка черенков суспензией *St. feltiae* является высокоперспективным, экологически безопасным и экономически целесообразным методом защиты черной смородины. Этот подход особенно актуален для питомниководства и хозяйств, ориентированных на производство органической продукции, так как позволяет обеспечить получение здорового посадочного материала без применения химических пестицидов. Для оптимизации технологии защиты необходимы дальнейшие исследования по расширению списка целевых объектов применения энтомопатогенных нематод *St. feltiae*, в том числе для использования их в полевых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Janardhan H.N., Askary T.H., Bhat A.H. et al. Morphological and molecular profiling of an entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae*: Unlocking its biocontrol potential against vegetable insect pests. *Zootaxa*. 2023;5351(2):202-220. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5351.2.2>
2. Vasar M., Davison J., Sepp S.-K. et al. (2022). Global soil microbiomes: A new frontline of biome-ecology research. *Global Ecology and Biogeography*. 2022;31(6):1120-1132. <https://doi.org/10.1111/geb.13487>
3. Matuska-Lyżwa J., Wodecka B., Kaca W. Characterization of *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) isolates in terms of efficacy against cereal ground beetle *Zabrus tenebrioides* (Coleoptera: Carabidae): Morphometry and Principal Component Analysis. *Insects*. 2023;14(2):150. <https://doi.org/10.3390/insects14020150>
4. Priscepa L.I., Mikulskaja N.I., Bezrucenok N.N. Izuchenije biologiceskogo raznoobrazia entomopatogennyh nematod v Belarusi. *Izvestija Akademii agrarnych nauk Respubliki Belarus*. 2000;2:59-62.
5. Cacija M., Bazok R., Kolenc M. et al. Field efficacy of *Steinernema* sp. (Rhabditida: Steinernematidae) on the Colorado potato beetle overwintering generation. *Plants*. 2021;10(7):1464. <https://doi.org/10.3390/plants10071464>
6. Puža V., Mráček Z., Nermut J. Novelty in pest control by entomopathogenic and Mollusc-parasitic nematodes. In: Hill H, editor. *Integrated Pest Management (IPM): Environmentally Sound Pest Management*. London : InTech. 2016;71-102. <https://doi.org/10.5772/64578>
7. Addis T., Mulawarman M., Wayenberge L. et al. Identification and intraspecific variability of *Steinernema feltiae* strains from Cemoro Lawang village in Eastern Java, Indonesia. *Russ Journal of Nematology*. 2011;19:21-9.
8. Drobnjaković T., Grujić N., Luković J. et al. Potential of *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) native populations in the biocontrol of *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae) and their impact on mushroom production. *Agriculture*. 2025;15(5):537. <https://doi.org/10.3390/agriculture15050537>
9. Morton A., Fernando G. Effectiveness of different species of entomopathogenic nematodes for biocontrol of the Mediterranean flatheaded rootborer, *Capnodis tenebrionis* (Linné) (Coleoptera: Buprestidae) in potted peach tree. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2008;97(2):128-133. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2007.09.003>
10. Kasi I.K., Singh M., Waiba K.M. et al. Potential of two indigenous strains of entomopathogenic nematodes, (*Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*) against the tomato leafminer (TLM), *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), under laboratory and greenhouse environmental bioassay. *Research Square*. 2022. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1065129/v2>

11. Anorbayev A., Kurbonova N., Tillyakhodjaeva N. *Integrating entomopathogenic nematodes into sustainable organic potato farming through a three-stage release technology*. bioRxiv. 2024. <https://doi.org/10.1101/2024.10.30.621008>
12. Danilov L.G., Kaplin V.G. Nematicidal activity of nematode-symbiotic bacteria *Xenorhabdus bovienii* and *X. nematophila* against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Parasitology*. 2020;54(5):413-422.
13. Зейналов А.С., Чурилина Т.Н. Биоценоотические основы регуляции численности фитофагов в агроэкосистемах смородины. *Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Становление и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации*. Краснодар, 11–13 сентября, 2018 г. ВНИИ биологической защиты. 2018;101-103.
Zeynalov A.S., Churilina T.N. Biocenotic principles of phytophage population regulation in current agroecosystems. *Biological plant protection as a basis for agroecosystem stabilization. Formation and development prospects of organic farming in the Russian Federation*. Krasnodar, September 11–13, 2018. All-Russian Research Institute of Biological Protection. 2018;101-103. (In Russ.).
14. Пушня М.В., Исмаилов В.Я., Балахнина И.В. и др. Биологический контроль вредителей сельскохозяйственных культур с использованием метода автодиссеминации энтомопатогенных нематод семейства Steinernematidae (Nematoda: Rhabditida). *Сельскохозяйственная биология*. 2021;56(3):523-536.
Pushnya M.V., Ismailov V.Ya., Balakhnina I.V. et al. Biological control of agricultural pests using the method of autodissemination of entomopathogenic nematodes of the family Steinernematidae (Nematoda: Rhabditida). *Agricultural biology*. 2021;56(3):523-536. (In Russ.).
15. Mandadi N., Hussaini S.S., Patil J. et al. An overview of trends in pest management and the need for a paradigm shift in technologies for the progression of entomopathogenic nematodes in managing crop health. *Journal of Biological Control*. 2024;38(2):138-169. <https://doi.org/10.18311/jbc/2024/36286>
16. Баранчиков Ю.Н. Подготовка к защите лесов Европы от инвазийных видов златок. *Сибирский лесной журнал*. 2018;6:126-131. <https://doi.org/10.15372/SJFS20180612>
Baranchikov Yu.N. Preparations for the protection of European forests from invasive species of jewel beetles. *Siberian Forest Journal*. 2018;6:126-131. (In Russ.). <https://doi.org/10.15372/SJFS20180612>
17. Баранчиков Ю.Н., Добролюбов Н.Ю., Семёнов С.М. Изменения климатического ареала ясеневой узкотелой златки *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) в северном полушарии. *Российский журнал биологических инвазий*. 2024;(3):14-25. <https://doi.org/10.35885/1996-1499-17-3-014-026>
Baranchinkov Yu.N., Dobrolyubov N.Yu., Semenov S.M. Changes in the climatic range of the ash borer *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) in the Northern Hemisphere. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2024;(3):14-25. (In Russ.). <https://doi.org/10.35885/1996-1499-17-3-014-026>
18. Чурилина Т.Н., Зейналов А.С., Метлицкая К.В. Особенности применения химических средств защиты растений в борьбе со смородинной узкотелой златкой в агробиоценозе смородины черной. *Плодоводство и ягодоводство России* : сб. науч. работ. Москва : ВСТИСП. 2018(52):163-168.
Churilina T.N., Zeynalov A.S., Metlitskaya K.V. Features of the application of chemical plant protection products in the fight against the currant narrow-bodied borer in the agrobiocenosis of black currant. *Fruit and berry growing in Russia: Collection of scientific works*. Moscow : VSTISP. 2018(52):163-168. (In Russ.).
19. Koppenhöfer A.M., Kostromytska O.S., Wu S. Optimizing the use of entomopathogenic nematodes for the management of *Listronotus maculicollis* (Coleoptera: Curculionidae): Split applications and combinations with imidacloprid *Crop Protection* (Guildford, Surrey). 2024;137:105-229. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105229>
20. Metwally H.M.S., Saleh M.M.E., Abonaem M. Formulation for foliar and soil application of entomopathogenic nematodes for controlling the onion thrips *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae). *Egypt Journal of Biological Pest Control*. 2025;35:4. <https://doi.org/10.1186/s41938-025-00841-8>

21. Abonaem M. Selection, Optimization and Technical Application of Entomopathogenic Nematodes for the Biological Control of Major Insect Pests on Tomato. *PhD thesis, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Germany*. 2021. <https://doi.org/10.26083/tuprints-00019085>
22. Price C., Campbell H., Pope T. Potential of entomopathogenic nematodes to control the cabbage stem flea beetle *Psylliodes chrysocephala*. *Insects*. 2023;14(7):665. <https://doi.org/10.3390/insects14070665>
23. Чакина Д.А., Родионова Е.Ю. Оценка эффективности препаратов на основе *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Rhabditida) против большой восковой моли (*Galleria mellonella* L.) и большого мучного хрущака (*Tenebrio molitor* L.). *Самарский научный вестник*. 2023;12(2):98-101. <https://doi.org/10.55355/snv2023122115>
Chakina D.A., Rodionova E.Yu. Evaluation of the effectiveness of preparations based on *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Rhabditida) against the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.) and the large mealworm beetle (*Tenebrio molitor* L.). *Samara Scientific Bulletin*. 2023;12(2):98-101. (In Russ.). <https://doi.org/10.55355/snv2023122115>
24. Campos-Herrera R., Gutiérrez C. *Steinernema feltiae* intraspecific variability: Infection dynamics and sex-ratio. *Journal of Nematology*. 2014;46:35-43.
25. Метлицкий О.З., Васильева С.О., Данилов Л.Г. К оценке возможностей применения энтомопатогенных рабдитоидных нематод против вредных насекомых в садоводстве. *Плодоводство и ягодоводство России*. 1994:67-69.
Metlitsky O.Z., Vasilyeva S.O., Danilov L.G. On the assessment of the possibilities of using entomopathogenic rhabditoid nematodes against harmful insects in horticulture. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 1994:67-69. (In Russ.).
26. Зейналов А.С. О борьбе с галлицами и стеклянницей в питомниках и маточниках черной смородины в Подмосковье. *Перспективы отечественного садоводства. Тез. докл. 2-й Республиканской конференции молодых ученых и специалистов*. Киев. 1991:132-133.
Zeynalov A.S. On the control of gall midges and glassworms in blackcurrant nurseries and mother plants in the Moscow region. *Prospects for Domestic Horticulture. Abstract of the report of the 2nd Republican Conference of Young Scientists and Specialists*. Kyiv. 1991:132-133. (In Russ.).
27. Безручонок Н.Н. Биологический контроль *Synanthedon tipuliformis*. *Вестник Полесского государственного университета*. 2014;2:56-59.
Bezruchonok N.N. Biological control of *Synanthedon tipuliformis*. *Bulletin of Polesie State University*. 2014;2:56-59. (In Russ.).
28. Зейналов А.С., Чурилина Т.Н. Экологические факторы, влияющие на развитие смородинной златки в Оренбургском степном Зауралье. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2010.24(2):172-178.
Zeynalov A.S., Churilina T.N. Environmental factors influencing the development of the currant borer in the Orenburg steppe Trans-Urals. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2010.24(2):172-178. (In Russ.).

Сведения об авторе

Чурилина Татьяна Николаевна –
кандидат биологических наук, доцент кафедры
земледелия, биоэкологии и агрохимии,
Оренбургский государственный аграрный
университет, Оренбург, Россия

<https://orcid.org/0009-0001-1438-7176>

SPIN-код: 6656-1410

tachuna@mail.ru

About the author

Tatiana N. Churilina –
Cand. Sci. (Biol), Assoc. Prof., Department
of Agriculture, Bioecology and Agrochemistry,
Orenburg State Agrarian University,
Orenburg, Russia

<https://orcid.org/0009-0001-1438-7176>

tachuna@mail.ru