


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО КубГУ)

Факультет биологический
Кафедра зоология

Допустить к защите
Заведующий кафедрой
д-р. биол. наук, профессор

 С.Ю. Кустов
(подпись)

_____ 2022 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

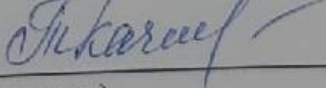
**ВЛИЯНИЕ НЕМАТОД *STEINERNEMA CARPOCAPSAE* (NEMATODA:
RHABDITIDA) НА ЧИСЛЕННОСТЬ БОЛЬШОЙ ВОСКОВОЙ МОЛИ
(*GARELLIA MELLONEMA* L.) И БОЛЬШОГО МУЧНОГО ХРУЩАКА
(*TENEBRIO MOLITOR* L.)**

Работу выполнила _____  Д.А. Чакина
(подпись)

Направление подготовки _____ 06.03.01 Биология _____
(код, наименование)

Направленность (профиль) _____ Зоология _____

Научный руководитель
преподаватель _____  Е.Ю. Родионова
(подпись)

Нормоконтролер
канд. биол. наук, доцент _____  И.А. Ткаченко
(подпись)

Краснодар
2022

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа 41 с., 11 рис., 5 табл., 44 источн. (27 на англ. яз.).

ЭНТОМОПАТОГЕННЫЕ НЕМАТОДЫ *STEINERNEMA CARPOCAPSAE*, БОЛЬШАЯ ВОСКОВАЯ МОЛЬ (*GALLERIA MELLONELLA*), БОЛЬШОЙ МУЧНОЙ ХРУЩАК (*TENEBRIO MOLITOR*), БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ.

Объект исследования чешуекрылые и жесткокрылые насекомые, энтомопатогенные нематоды.

Цель работы – изучение влияния энтомопатогенных нематод на тест-объекты, большого мучного хрущака и большую восковую моль.

В настоящее время вопрос об изучении влияния нематод на насекомых стал одним из ключевых, поскольку препараты на основе энтомопатогенных нематод являются перспективной альтернативой другим биологическим препаратам и расширяют ассортимент предлагаемых средств защиты.

В результате проведенного исследования было установлено, что нематоды *Steinernema carpocapsae* достаточно быстро начинают проникать и размножаться в организме большого мучного хрущака. На первые сутки биологическая эффективность приготовленной суспензии уже составляет от 46,5 % при концентрации 1950 особей/мл и 87 % при концентрации 3450 особей/мл; тогда как на большую восковую моль приготовленная суспензия действует значительно медленнее. Биологическая эффективность при концентрации 1950 особей/мл составила с 1 по 7 сутки 24–42,8 %, при 3450 особей/мл составила 24–57,14 %.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| 1 Аналитический обзор..... | 7 |
| 1.1 Нематоды, как способ биологического контроля..... | 7 |
| 1.1.1 Нематоды и их разведение..... | 9 |
| 1.1.2 Применение энтомопатогенных нематод на практике | 13 |
| 1.2 Большая восковая моль как модельный объект исследования | 15 |
| 1.3 Большой мучной хрущак как модельный объект исследования..... | 18 |
| 2 Материал и методы исследования..... | 21 |
| 2.1 Лабораторное разведение энтомопатогенной нематоды (<i>Steinernema carposapsae</i>) | 21 |
| 2.2 Лабораторное разведение большой восковой моли (<i>Galleria mellonella</i>) | 23 |
| 2.3 Лабораторное разведение большого мучного хрущака (<i>Tenebrio molitor</i>)..... | 25 |
| 2.4 Описание эксперимента | 26 |
| 3 Влияние нематод <i>Steinernema carposapsae</i> (Nematoda: Rhabditida) на численность большой восковой моли (<i>Garellia mellonema</i> L.) и большого мучного хрущака (<i>Tenebrio molitor</i> L.) | 28 |
| Заключение | 35 |
| Список использованных источников | 36 |

ВВЕДЕНИЕ

Защита растений от вредных организмов является решающим фактором в увеличении производства и повышении качества сельскохозяйственной продукции.

Фитофаги представляют серьезную угрозу для сельскохозяйственного производства различных культур во всем мире (Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects // Nature Communications. 2016.). Борьба с ними с помощью инсектицидов, на основе химических веществ, является консервативной мерой на территории России, так как в 2018 году был принят Федеральный закон "Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 03.08.2018 N 280-ФЗ (Российская Федерация. Законы. Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон № 280-ФЗ. М., 1997). В связи с этим, необходимо развивать методы борьбы с насекомыми-вредителями на основе живых организмов. Препараты на основе энтомопатогенных нематод могут быть безопасной и более дешевой альтернативой инсектицидам (Singh S., Singh B., Singh A.P. Nematodes: a threat to sustainability of agriculture // Procedia Environmental Sciences. 2015. Vol. 29).

Отряд Rhabditida, из энтомопатогенных нематод (ЭПН) является основной группой нематод, наиболее изученной и используемой в качестве агентов биологической борьбы против насекомых-вредителей (A molecular evolutionary framework for the phylum Nematoda // Nature. 1998. Vol. 392). Они способны уменьшить влияние на растения, человека и окружающую среду в целом, так как действуют только на определенные группы организмов. Также по сравнению с химической борьбой, нематоды имеют ряд других преимуществ, например, при неблагоприятных погодных условиях, нематоды не смываются дождем, а продолжают паразитировать в насекомых и при гибели вредителей, нематоды сами погибают без дополнительной питательной базы. Таким образом, использование энтомопатогенных нематод указанной группы в качестве агентов биологической борьбы является

многообещающей и надежной стратегией биологического контроля в сельском хозяйстве против насекомых вредителей, на растениях (Poveda J., Abril-Urias P., Escobar C. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes by Filamentous Fungi Inducers of Resistance: Trichoderma, Mycorrhizal and Endophytic Fungi // Front Microbiol. 2020. Vol. 11).

Актуальность нашей работы обусловлена нехваткой биологических препаратов на основе живых организмов, применяемых в органическом земледелии. Препараты на основе энтомопатогенных нематод являются перспективной альтернативой другим биологическим препаратам и расширяют ассортимент предлагаемых средств защиты. Темпы роста затрат на защиту растений, не только в России, но и во всем мире, превышают темпы прироста сельскохозяйственной продукции примерно в 5 раз (Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology // Molecular plant pathology. 2013. Vol. 14, I. 9). Увеличивается себестоимость продукции сельского хозяйства, что ведет к большим расходам на обработку инсектицидами растений от насекомых-вредителей (Бондаренко Н.В. Биологическая защита растений. М., 1986).

Целью данной работы является изучение влияния энтомопатогенных нематод на тест-объекты, большого мучного хрущака (*Tenebrio molitor* L., 1758 (Insecta: Coleoptera)) и большую восковую моль (*Galleria mellonella* L., 1758 (Insecta: Lepidoptera)).

В соответствии с целью данной работы были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить влияние *Steinernema carpocapsae* на тест-объект большого мучного хрущака и оценить биологическую эффективность препаратов;
- 2) изучить влияние *St. carpocapsae* на тест-объект большую восковую моль и оценить биологическую эффективность препаратов;
- 3) оценить конечный выход энтомопатогенных нематод из исследуемых видов *T. molitor* и *G. mellonella*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бондаренко, Н. В. Биологическая защита растений : учебное пособие / Н. В. Бондаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 278 с. – ISBN 3803040000-336.
2. Буренин, Н. Л. Справочник по пчеловодству / Н. Л. Буренин, Г. Н. Котова. – Москва : Колос, 1984. – 309 с. – ISBN 978-5-222-12423-9.
3. Данилов, Л. Г. Биологические препараты на основе энтомопатогенных нематод / Л. Г. Данилов, В. Г. Айрапетян, Т. Ю. Нащекина // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 32–33.
4. Коновалова, Т. В. Лабораторное содержание и разведение большой восковой огневки *Galleria mellonella* L. / Т. В. Коновалова // Российский ветеринарный журнал. – 2009. – № 4. – С. 46–48.
5. Лутфуллин, М. Х. Ветеринарная гельминтология : учебное пособие / М. Х. Лутфуллин, Д. Г. Латыпов, М. Д. Корнишина. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 139 с. – ISBN 978-5-8114-1092-7.
6. Мамаев, Б. М. Определитель насекомых Европейской части СССР : учебное пособие / Б. М. Мамаев, Л. Н. Медведев, Ф. Н. Правдин. – Москва : Просвещение, 1976. – 304 с. – ISBN отсутствует.
7. Патент № 2421995 Российская Федерация. Способ получения энтомопатогенного препарата : № 2009142398/10А : заявл. 17.11.2009 : опубл. 27.06.2011 / Митина Г. В., Чоглокова А. А., Павлюшин В. А. ; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений" Российской академии сельскохозяйственных наук. – 3 с.
8. Патент № 2487542 Российская Федерация. Энтомопатогенный биопрепарат для защиты его растений от вредителей и способ получения : № 2011143717/10А : заявл. 21.10.2011 : опубл. 20.07.2013 / Митина Г. В., Сокорнова С. В., Павлюшин В. А. ; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений" Российской академии сельскохозяйственных наук. – 4 с.

9. Патент № 2168893 Российская Федерация, МПК А01К 67/00. Способ получения биомассы энтомопатогенных нематод : № 2000106910/13А : заявл. 21.03.2000 : опубл. 20.06.2001 / Айрапетян В. Г., Данилов Л. Г., Саятов Л. Ю. ; заявитель и патентообладатель Всероссийский институт защиты растений, Общество с ограниченной ответственностью "Городской учебно-консультационный центр". – 1 с.

10. Патент № 2210210 Российская Федерация, МПК 7 А01К 67/00. Способ разведения *Galleria mellonella* L. : заявл. 21.11.2001 : опубл. 20.08.2003 / Исмаилов В. Я., Квасенков О. И., Ширинян Ж. А. ; заявитель и патентообладатель ВНИИ биологической защиты растений. – 3 с.

11. Помазков, Ю. И. Биологическая защита растений : учебное пособие / Ю. И. Помазков, В. Г. Заец. – Москва : РУДН, 1997. – 116 с. – ISBN 5-209-00922-4.

12. Российская Федерация. Законы. Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон № 280-ФЗ : принят Государственной Думой 25 июля 2018 года : одобрен Советом Федерации 28 июля 2018 года // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – Москва, 1997. – Загл. с титул. экрана.

13. Руководство по борьбе с вредителями хлебных запасов / В. М. Еременко, А. А. Брудная, Л. П. Меньшова [и др.]. – Москва : Колос, 1967. – 336 с. – ISBN отсутствует.

14. Смирнов, А. М. Ветеринарно-санитарные мероприятия на пасеках и воскозаводах / А. М. Смирнов. – Москва : Колос, 1972. – 100 с. – ISBN отсутствует.

15. Штерншис, М. В. Биологическая защита растений : учебник / М. В. Штерншис, И. В. Андреева, О. Г. Томилова. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 166 с. – ISBN 978-5-8114-4123-5.

16. Хлебович, В. В. Агрозоология / В. В. Хлебович. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 48 с. – ISBN 5-10-001503-9.

17. Abbott, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide / W. S. Abbott // Journal of Economic Entomology. – 1925. – Vol. 18. – P. 265-267.
18. A molecular evolutionary framework for the phylum Nematoda / M. L. Blaxter, P. De Ley, J. R. Garey [et al.] // Nature. – 1998. – Vol. 392. – P. 71–75.
19. Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control / D. I. Shapiro-Ilan, D. H. Gough, S. J. Piggott [et al.] // Biological Control. – 2006. – Vol. 38. – P. 124–133.
20. Burman, M. *Neoalectana carpocapsae*: Toxin production by axenic insect parasitic nematodes / M. Burman // Nematologica. – 1982. – Vol. 28. – P. 62–70.
21. Dutky, S. R. A technique for the mass propagation of the DD-136 nematode / S. R. Dutky, J. V. Thompson, G. E. Cantwel // Journal of Invertebrate Pathology. – 1964. – Vol. 6, № 4. – P. 417–422.
22. Dawson, P. S. Life history strategy and evolutionary history of tribolium flour beetles / P. S. Dawson // Evolution. – 1977. – Vol. 31, I. 1. – P. 226–229.
23. Gaugler, R. Biological control potential of neoalectanid nematodes / R. Gaugler // Journal of Nematology. – 1981. – Vol. 13. – P. 241–249.
24. Glaser, R. W. The cultivation of a nematode parasite of an insect / R. W. Glaser // Science – 1931. – Vol. 73, I. 1901. – P. 614–615.
25. Glaser, R. W. The biology and economic importance of a nematode parasitic in insects / R. W. Glaser, E. E. McCoy, H. B. Girth // Journal of Parasitology. – 1940. – Vol. 26. – P. 479–495.
26. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers / S. G. Potts, J. C. Biesmeijer, C. Kremen [et al.] // Trends in Ecology and Evolution. – 2010. – Vol. 25, I. 6. – P. 345–353.
27. Grewal, P. S. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes-niche breadth for infection, establishment and reproduction / P. S. Grewal, S.

Selvan, R. Gaugler // Journal of Thermal Biology. – 1994. – Vol. 19. – P. 245–253.

28. James, D. E. Standard methods for wax moth research / D. E. James, R. G. Jason, M. Ashley // Journal of Apicultural Research. – 2013. – Vol. 52, I. 1. – P. 1–17.

29. Kaya, H. K. Entomopathogenic nematodes / H. K. Kaya, R. Gaugler // Annual Review of Entomology. – 1993. – Vol. 38. – P. 181–206.

30. Kung, S. P. Effects of soil temperature, moisture, and relative humidity on entomopathogenic nematode persistence / S. P. Kung, R. Gaugler, H. K. Kaya // Journal of Invertebrate Pathology. – 1991. – Vol. 57. – P. 242–249.

31. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects / C. J. Bradshaw, B. Leroy, C. Bellard [et al.] // Nature Communications. – 2016. – Vol. 7. – P. 11–19.

32. Molyneux, A. S. Survival of infective juveniles of *Heterorhabditis spp.*, and *Steinernema spp.* (Nematoda: Rhabditida) at various temperatures and their subsequent infectivity for insects / A. S. Molyneux // Revue de Nematologie. – 1985. – Vol. 8. – P. 165–170.

33. Nguyen, K. B. Vertical dispersal of *Steinernema scapterisci* / K. B. Nguyen, G. C. Smart // Journal of Nematology. – 1990. – Vol. 22. – P. 574–578.

34. Nguyen, K. B. *Neosteinernema longicurvicauda* n. gen., n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a parasite of the termite *Reticulitermes flavipes* (Koller) / K. B. Nguyen, G. C. Smart // Journal of Nematology. – 1994. – Vol. 26, I. 2. – P. 162–174.

35. Pointer, M. D. *Tribolium* beetles as a model system in evolution and ecology / M. D. Pointer, M. J. G. Gage, L. G. Spurgin // Heredity. – 2021. – Vol. 126. – P. 869–883.

36. Poveda, J. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes by Filamentous Fungi Inducers of Resistance: Trichoderma, Mycorrhizal and Endophytic Fungi / J. Poveda, P. Abril-Urias, C. Escobar // Front Microbiol – 2020. – Vol. 11. – P. 992.

37. Shanks, C. H. Field pathogenicity and persistence of heterorhabditid and steinernematid nematodes (Nematoda) infecting black vine weevil larvae (Coleoptera: Curculionidae) in cranberry bogs / C. H. Shanks, F. Agudelo-Silva // Journal of Economical Entomology. – 1990. – Vol. 83. – P. 107.

38. Singh, S. Nematodes: a threat to sustainability of agriculture / S. Singh, B. Singh, A. P. Singh // Procedia Environmental Sciences – 2015. – Vol. 29. – P. 215–216.

39. Smart, G. C. Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects / G. C. Smart // Supplement to the Journal of Nematology. – 1995. – Vol. 27, I. 4S. – P. 529–534.

40. The biology and control of the greater wax moth, *Galleria mellonella* / C. A. Kwadha, G. O. Ong'amo, P. N. Ndegwa [et al.] // Insects. – 2017. – Vol. 8, I. 2. – P. 61.

41. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology / J. T. Jones, A. Haegeman, E. G. Danchin [et al.] // Molecular plant pathology. – 2013. – Vol. 14, I. 9. – P. 946–961.

42. Wouts, W. M. The biology and life cycle of a New Zealand population of *Heterorhabditis heliothidis* (Heterorhabditidae) / W. M. Wouts // Nematologica. – 1979. – Vol. 25. – P. 191–202.

43. ВИЗР - Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Защиты Растений : Официальный сайт. – Санкт-Петербург. – URL: <http://vizrspb.ru/> (дата обращения 11.01.2022).

44. Fauna Europaea : Официальный сайт. – Berlin, Germany. – URL: <https://fauna-eu.org/t/> (дата обращения 05.02.2022).

Отзыв научного руководителя
о работе студентки 4 курса направления подготовки 06.03.01. «Биология»
профиль «зоология» Чакиной Дарьи Алексеевны при подготовке выпускной
квалификационной работы: «Влияние нематод *Steinernema carpocapsae*
(Nematoda: Rhabditida) на численность большой восковой моли (*Garellia
melonema* L.) и большого мучного хрущака (*Tenebrio molitor* L.)»

Студентка Чакина Д.А. проводила свои научные исследования по плану, полностью соответствующему поставленным в работе цели и задачам. Все задачи, поставленные студенткой, были решены, цель выполнена в полном объеме.

В период подготовки выпускной квалификационной работы студентка проявила самостоятельность, ответственность и инициативу, проанализировала 41 литературный источник, в том числе 28 на иностранном языке, обобщила и дополнила имеющиеся сведения по теме исследования. За период исследования студенткой было проведено испытания биологических препаратов на 150 особях большой восковой моли и 150 особях большого мучного хрущака. При проведении лабораторных исследований студентка отработала методику разведения испытуемых объектов на искусственных питательных средах, а также наработку препаратов на основе энтомопатогенных нематод (ЭПН), грамотно провела эксперименты и сделала соответствующие выводы. Препараты на основе ЭПН являются перспективной альтернативой другим биологическим препаратам и расширяют ассортимент уже имеющихся препаратов на отечественном рынке.

В период подготовки выпускной квалификационной работы студенткой был наработано 5 препаратов на основе ЭПН. Рассчитана биологическая эффективность препаратов для большой восковой моли и большого мучного хрущака, подсчитана смертность испытуемых тест-объектов на 1, 3, 5, 7 и 9 сутки проведения экспериментов, а также подсчитан выход нематод из одного экземпляра насекомого после смерти всех особей.

В итоге Чакина Д.А. показала себя как ответственную и грамотную студентку. Работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к выпускной квалификационной работе, и может быть представлена к защите.

Преподаватель кафедры зоологии



Родионова Е.Ю.

СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Чакина Д А
**Самоцитирование
рассчитано для:** Чакина Д А
Название работы: ВЛИЯНИЕ НЕМАТОД STEINERNEMA CARPOCAPSAE (NEMATODA RHABDITIDA) НА ЧИСЛЕННОСТЬ БОЛЬШОЙ ВОСКОВОЙ МОЛИ (GARELLIA MELLONEMA L.) И БОЛЬШОГО МУЧНОГО ХРУЩАКА (TENEBRIO MOLITOR L.)
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение: Кафедра зоологии

РЕЗУЛЬТАТЫ

■ ОТЧЕТ О ПРОВЕРКЕ КОРРЕКТИРОВАЛСЯ: НИЖЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ДО КОРРЕКТИРОВКИ

| | | | | | |
|-----------------|---|--------|-----------------|---|--------|
| ЗАИМСТВОВАНИЯ |  | 20.79% | ЗАИМСТВОВАНИЯ |  | 20.79% |
| ОРИГИНАЛЬНОСТЬ |  | 76.99% | ОРИГИНАЛЬНОСТЬ |  | 76.99% |
| ЦИТИРОВАНИЯ |  | 2.22% | ЦИТИРОВАНИЯ |  | 2.22% |
| САМОЦИТИРОВАНИЯ |  | 0% | САМОЦИТИРОВАНИЯ |  | 0% |

ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 06.06.2022

ДАТА И ВРЕМЯ КОРРЕКТИРОВКИ: 06.06.2022 16:46

Модули поиска: ИПС Адилет; Библиография; Сводная коллекция ЭБС; Интернет Плюс; Сводная коллекция РГБ; Цитирование; Переводные заимствования (RuEn); Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu); Переводные заимствования по Интернету (EnRu); Переводные заимствования издательства Wiley (RuEn); eLIBRARY.RU; СПС ГАРАНТ; Модуль поиска "КубГУ"; Медицина; Диссертации НББ; Перефразирования по eLIBRARY.RU; Перефразирования по Интернету; Перефразирования по коллекции издательства Wiley; Патенты СССР, РФ, СНГ; СМИ России и СНГ; Шаблонные фразы; Кольцо вузов; Издательство Wiley; Переводные заимствования

Работу проверил: user 0 8

ФИО проверяющего

Дата подписи:

Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

Биологический факультет

Исследования молодых ученых в биологии и экологии

Сборник научных статей

Саратов

2022

| | |
|---|-----|
| Тряпичкина М. А., Первозникова Т. В. Развитие функциональной грамотности у обучающихся посредством новых типов заданий ЕГЭ по биологии | 102 |
| Тупицына Ю. С., Миронова А. С., Шергина О. В. Оценка газорегулирующей функции почв урбанизированных территорий Приангарья, Иркутская область | 104 |
| Умерова Н. А., Петерсон А. М. Бактериальные и грибковые заболевания растений огурца обыкновенного (<i>Cucumis sativus</i> L., 1753) на территории Саратовской области | 106 |
| Файзулина А. И., Немакина В. И., Торгашкова О. Н. Фитотоксичность воды некоторых участков реки Волги в районе г. Вольска Саратовской области | 108 |
| Фильченкова М. Е. Архивные документы, контаминированные грибами-деструкторами | 110 |
| Хачатуров Э. Г., Козлов А. А., Коробко В. В. Оценка яровой твердой пшеницы сортов саратовской селекции по морфогенетическому индексу продуктивности | 111 |
| Ходжамуратова Д. Р., Коробко В. В. К вопросу об организации стебля твердой пшеницы сортов саратовской селекции | 113 |
| Чакина Д. А., Родионова Е. Ю. Влияние нематод <i>Steinernema carpocapsae</i> (Nematoda: Rhabditida) на численность большой восковой моли (<i>Garellia mellonella</i> L.) и большого мучного хрущака (<i>Tenebrio molitor</i> L.) | 115 |
| Чернова А. С., Лыкова Е. Ю. Особенности внимания у учащихся с разной асимметрией мозга | 117 |
| Чугреев М. Ю. Влияние техногенного загрязнения на состояние мужской генеративной сферы ели европейской в Воронежской области | 118 |
| Шардин В. В., Алсовэиди А. К. М., Каневский М. В., Караваева О. А. Фомин А. С., Староверов С. А., Гулий О. И. Отработка технологии фагового дисплея для получения специфичных к ампициллину антител | 120 |
| Шарипова Э. Р., Лыкова Е. Ю. Особенности проявления школьной тревожности учащихся 8-х классов | 122 |
| Шевченко К. С., Сигида Е. Н., Коннова С. А. Характеристика состава липополисахаридов галофильных бактерий <i>Salinivibrio</i> sp. EG9S8QL и <i>Salinivibrio costicola</i> EG6S8QL | 124 |
| Шушунов В. А., Пархоменко А. С., Шилова И. В., Кашин А. С. Разнообразие формы отгиба листочка околоцветника у <i>Colchicum laetum</i> на юго-западе России | 126 |
| Шьюрова А. А., Петерсон А. М. Влияние микробиоты бахчевой тли (<i>Aphis gossypii</i> Glov., 1877) и чёрного садового муравья (<i>Lasius niger</i> L., 1758) на фитопатогенные грибы | 128 |
| Щербакова Е. В., Галицкая А. А., Дубровская Е. В. Выделение и характеристика катионной пероксидазы сорго веничного | 130 |
| Якупова А. И., Сотникова Ю. М., Ласточкина О. В. Влияние эндофитных бактерий <i>Bacillus subtilis</i> на рост растений мягкой яровой пшеницы в условиях комбинированного воздействия гербицидов и засухи | 132 |

силы обнаружена между толщиной узла колосонесущего междоузлия и высотой целого растения (коэффициент детерминации 25 %).
Полученные данные могут быть использованы при изучении структурно-функциональной организации побега твердой пшеницы, выявления роли узла в архитектонике целого растения.

Список литературы

1. Лазаревич С. В. Взаимосвязь признаков анатомического строения стебля у короткостебельных сортов ольги // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. №3. С. 66-69.
2. Порхунцова О. А. Строение макро- и микроструктурных элементов конструкции стеблей галегии восточной // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. №1. С. 82-87.

УДК: 632.76: 632.78

Влияние нематод *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Rhabditida) на численность большой восковой моли (*Garellia mellonella* L.) и большого мучного хрущака (*Tenebrio molitor* L.)

Д. А. Чакина, Е. Ю. Родионова

Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия
dashok210chak@gmail.com

Ключевые слова: энтомопатогенные нематоды, вредители запасов, биологический контроль.

Фитофаги представляют серьезную угрозу для сельскохозяйственного производства различных культур повсеместно [1]. Биопрепараты на основе энтомопатогенных нематод (ЭПН) являются не только более безопасной альтернативой инсектицидам, но и более эффективной [2]. Это связано с тем, что нематоды развиваются внутри насекомого и на такой биопрепарат абиотические факторы влияют минимально. Инвазионные личинки патогенов приспособлены к длительному существованию в почве без питания, совместимы со многими средствами защиты растений, их можно вносить в почву и на растения любым типом опрыскивателей. Целью нашего исследования было изучить влияние энтомопатогенных нематод на тест-объекты, большого мучного хрущака и большую восковую моль.

Стартовую популяцию энтомопатогенных нематод, вида *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955), брали из коллекции Лаборатории химической коммуникации массового разведения насекомых (ФГБНУ «ФНЦБЗР»). Нарботка опытных партий нематод осуществлялась с использованием гусениц большой восковой моли старших возрастов [3]. Подсчет выхода нематод в 1 мл осуществляли, разрезая гусениц в области средней кишки и заливали 0,9 % раствором NaCl. Выход нематод составил в первой пробе составил 1950 особей на 1 мл, во второй пробе 3450 особей на 1 мл. Конечный препарат изготавливали в количестве 5 мл, где 2 мл составлял 0,9 % раствор NaCl и 3 мл полученные особи нематод.

В экспериментах по влиянию ЭПН, гусениц большой восковой моли 2 - 5 возраста делили на 3 группы по 50 экземпляров на одну повторность. Эксперименты проводились в трехкратной повторности. Всего было использовано 450 экземпляров *Garellia mellonella* L. и 450 экземпляров *Tenebrio molitor* L. Гусениц чешуекрылых и личинок жесткокрылых первой группы обрабатывали 5 мл дистиллированной воды на 1 чашку Петри, вторую группу – 5 мл препарата, содержащим 1950 особей нематод в 1 мл, третью группу – 5 мл препарата, содержащим 3450 нематод в 1 мл. Лабораторные эксперименты проводили при температуре 24 °С и относительной влажности 65 % и соотношении светового периода день:ночь (16ч:8ч).

Подсчет биологической эффективности препаратов проводили с помощью формулы Аббота [4]:

$$C = 100 \frac{(A-B)}{A},$$

где С – процент смертности вредителей;

А – средняя численность особей до обработки;

В – средняя численность особей после обработки.

Результат смертности и выхода нематод показан в таблице.

УДК 159.9

Кл
Пр
познава
на эффе
В
индиви
процесс
человек
орган, 1
полуша
функци
процесс
В
учащих
И
района
провед
Даниле
коррек
П
с полн
домини
полуш
данны
правоп
полуш
Р
П
обслед
соотве
К
успеш
интенс
сущест
ребята
школь
протя
правоп
С
невысо
были
полуш
Низкас
количе
тестов
соврем

Таблица - Эффективность препарата на основе энтомопатогенной нематоды *St. carpocapsae*, рассчитанная по формуле Аббота для большой восковой моли и большого мучного хрущака

| Вид, опыт | Биологическая эффективность, % | | | | | Выход нематод, 10 ⁴ экз. |
|-----------------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------|
| | 1 сут. | 3 сут. | 5 сут. | 7 сут. | 9 сут. | |
| <i>Galleria mellonella</i> (К) | 50 | 50 | 72,3 | 78,8 | 83,2 | - |
| <i>Galleria mellonella</i> (1950) | 24 | 32 | 37,5 | 42,8 | 100 | 3,3 |
| <i>Galleria mellonella</i> (3450) | 22 | 24 | 31,25 | 57,14 | 100 | 3,1 |
| <i>Tenebrio molitor</i> (К) | 43,2 | 43,2 | 52,4 | 56 | 58 | - |
| <i>Tenebrio molitor</i> (1950) | 46,5 | 69,5 | 74 | 91 | 97,8 | 4,1 |
| <i>Tenebrio molitor</i> (3450) | 87 | 93,5 | 93,5 | 97,8 | 98,2 | 5,2 |

По результатам расчета эффективности препарата на основе ЭПН мы выявили, что концентрация нематод 1950 особей в 1 мл наиболее эффективно действует на 1, 3 и 5 сутки личинок большой восковой моли. При этом, на 7 сутки для данного тест-объекта мы отмечаем наибольшую эффективность в чашках, где концентрация нематоды в 1 мл составила 3450 мл. На 9 сутки мы отмечаем 100% особей. Выход нематод несколько выше при концентрации 1950 экземпляров на 1 мл, и он составил $3,3 \cdot 10^4$ экземпляров, при концентрации 3450 экземпляров на 1 мл, выход составил $3,1 \cdot 10^4$ экземпляров нематод.

Биологическая эффективность препаратов на основе ЭПН при воздействии на большого мучного хрущака, показывает, что оптимальной концентрацией для заражения данного вредителя запасов, является 3450 экземпляров на 1 мл. Уже в первые сутки она составляет 87%, а при концентрации 1950 экземпляров на 1 мл – 46,5 %. Стоит отметить, что ни одна из концентраций не показала 100% гибель насекомых, даже после 9 суток проведенных испытаний. Максимальный выход нематод составил $5,2 \cdot 10^4$ экземпляра при концентрации 3450 экземпляров на 1 мл препарата. При концентрации 1950 экземпляров на 1 мл препарата, выход составил $4,1 \cdot 10^4$.

Биологические препараты на основе живых организмов, в частности энтомопатогенных нематод, являются перспективными агентами против насекомых-вредителей. Наибольшую эффективность на тест-объект большой восковой моли мы наблюдаем при концентрации личинок 1950 экземпляров на 1 мл, при этом выход нематод из 1 экземпляра мертвого насекомого составляет $3,3 \cdot 10^4$ экз. Для большого мучного хрущака, эффективнее оказалась концентрация 3450 экземпляров на 1 мл, и выход нематод составил $5,2 \cdot 10^4$ экз.

Список литературы

1. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects / C. J. Bradshaw, B. Leroy, C. Bellard [et al.] // Nature Communications. – 2016. – Vol. 7. – P. 11–19.
2. Singh, S. Nematodes: a threat to sustainability of agriculture / S. Singh, B. Singh, A. P. Singh // Procedia Environmental Sciences – 2015. – Vol. 29. – P. 215–216.
3. A technique for the mass propagation of the DD-36 nematode / S. R. Dutky, J. V. Thompson, G. E. Cantwel // Journ. Insect Pathol. – 1964. – Vol. 6. – № 4. – P. 417–422.
4. Abbott, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide / W. S. Abbot // J. Econ. Entomol. – 1925. – Vol. 18. – P. 265–267.