



**ЕФИКАСНОСТ НА ЕНТОМОПАТОГЕННИ НЕМАТОДИ СРЕЩУ РАЗЛИЧНИ СТАДИИ
ОТ РАЗВИТИЕТО НА МЕДНАТА ЗЛАТКА *PEROTIS LUGUBRIS* FABRICIUS
(COLEOPTERA: BUPRESTIDAE) ПРИ ЛАБОРАТОРНИ УСЛОВИЯ
EFFICACY OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES AGAINST DIFFERENT STAGES OF THE
METALLIC WOOD-BORING BEETLE, *PEROTIS LUGUBRIS* FABRICIUS
(COLEOPTERA: BUPRESTIDAE) IN LABORATORY TRIALS**

**Мелика Мохамедова*, Иванка Лечева
Melika Mohamedova*, Ivanka Lecheva**

Аграрен университет – Пловдив
Agricultural University – Plovdiv

*E-mail: m.mohamedova@au-plovdiv.bg

Резюме

Ефикасността на пет търговски щама ентомопатогенни нематоди (ЕПН) беше тествана при лабораторни условия срещу ларвите от първа възраст и възрастните индивиди на медната златка *Perotis lugubris*. Подложените на скрининг и сравнение щамове включваха: два щам на вида *Steinernema carpocapsae* (SC(1) и SC(2)) и по един щам на видовете *S. kraussei* (SK), *S. feltiae* (SF) и *Heterorhabditis bacteriophora* (HB). Ларвите от първа възраст на бръмбара бяха изложени на действието на две концентрационни дози на заразяващите ларви (ЗЛ) на ЕПН – 50 и 100 ЗЛ/см². Двата щам на *S. carpocapsae* причиниха най-висока смъртност на ларвите на *P. lugubris* и в двете тествани дози (93,4 и 95,2%, съответно). Щамовете SC(2) и SK в концентрация 100 ЗЛ/см² доведоха до по-бързо заразяване и по-висока смъртност на ларвите на неприятеля, в сравнение с останалите три тествани щама. При концентрация 100 ЗЛ/см² смъртността на възрастните индивиди варираше от 38,2 до 88,2%. Наблюдавани бяха съществени различия в смъртността на мъжките и женските индивиди на *P. lugubris*. С изключение на щам HB, всички останали тествани щамове показаха по-висока вирулентност към мъжките, в сравнение с женските индивиди.

Abstract

The efficacy of five commercial entomopathogenic nematode (EPN) strains was tested in the laboratory against neonate larvae and adults of *Perotis lugubris*. The screened and compared nematode strains included two of *Steinernema carpocapsae* (SC(1) and SC(2)), and one of *S. kraussei* (SK), *S. feltiae* (SF) and *Heterorhabditis bacteriophora* (HB). Neonate larvae of the beetle were exposed to two concentrations of infective juveniles (IJ) of EPNs – 50 and 100 IJ/ cm². The strains of *S. carpocapsae* caused the highest mortality of *P. lugubris* larvae at the two tested doses, reaching 93.4 and 95.2%, respectively. At a concentration of 100 IJ/ cm² the strains SC(2) and SK caused infection and mortality of pest larvae more quickly than the other tested strains. Significant differences in the mortality rate between *P. lugubris* males and females were observed. Excluding strain HB, all the other screened strains were more virulent to males rather than to females.

Ключови думи: биологичен контрол, ентомопатогенни нематоди, *P. lugubris*, ларви, възрастни индивиди.
Key words: biological control, entomopathogenic nematodes, *P. lugubris*, larvae, adults.

ВЪВЕДЕНИЕ

Медната златка *Perotis lugubris* Fabr. е вредител по костилковите овощни видове (кайсия, праскова, слива), но може да атакува и семкови (ябълка, круша). Видът е широко разпространен в югоизточните райони на Европа, в страни като Испания (Garrido, 1984), Италия (Izzillo and

Sparacio, 2011), Турция (Bolu and Özgen, 2011). Нейното значение като неприятел в България е подценявано поради факта, че често се среща съвместно с черната златка *Capnodis tenebrionis* L., която се смята за вида с по-висока плътност в овощните насаждения и нанасящ по-сериозни повреди по кореновата система на овощните

дървета. През последните четири години обаче в резултат на осъществен мониторинг в три млади черешови насаждения беше констатирано, че именно *P. lugubris* е причината за загиването на дву- и тригодишни дървчета.

Биологията на *P. lugubris* е добре проучена (Balachowsky et al., 1962; Izzillo and Sparacio, 2011). През месеците юни-юли женските индивиди снасят яйцата си в почвата, на разстояние около 50 cm около стъблата на дърветата. След излюпването си от яйцата ларвите от първа възраст са изключително активни, придвижват се към растенията и започват да се хранят по тях, нагривайки кореновата шийка и основата на стъблото. В следващите 9-10 месеца ларвата се изхранва по корените на овощните, водейки до депресия в развитието и до изсъхване на дърветата. Според Ben-Yehuda et al. (2000) 3-5 ларви по корените на едно дърво могат да доведат до неговото загиване в рамките на 2 години.

В продължение на десетилетия контролирането на *P. lugubris* и *C. tenebrionis* се осъществява главно чрез използването на химични препарати. Третиранията са насочени срещу възрастните индивиди във времето, когато те се изхранват по листата и пъпките и срещу младите ларви в почвата (Ben-Yehuda and Mendel, 1997). Недостатъчната ефикасност на използваните химични субстанции, от една страна, както и липсата на регистрирани продукти срещу медната и черната златка в нашата страна, от друга, е предпоставка за търсенето на алтернативни методи за контрол срещу тези неприятели.

Изследванията през последните години се фокусират върху разработването на схеми за биологичен контрол с използването на гъби и нематоди (Marannino et al., 2006). Ентомопатогенните нематоди (ЕПН) (*Steinernema* spp. и *Heterorhabditis* spp.)

и техните симбиотични бактерии (*Xenorhabdus* spp. и *Photorhabdus* spp.) са облигатни патогени по много видове насекоми (Poinar, 1979). ЕПН се използват широко срещу почвообитаващи или разселващи се с почвата насекоми (Klein, 1990). Има съобщения за установена ефикасност на различни видове ЕПН срещу памуковата нощенка *Helicoverpa armigera* Hübner (Glazer and Navon, 1990), хоботните бръмбари *Metamasius hemipterus* L. (Giblin-Davis et al., 1996) и *Listronotus maculicollis* Dietz (McGraw and Koppenhöfer, 2008), зелевата муха *Delia radicum* L. (Willmott et al., 2002), западния цвят трипс *Frankliniella occidentalis* Perg. (Buitenchuis and Shipp, 2005). Проведени са и множество лабораторни и полеви експерименти за установяване на ефикасността на различни видове ЕПН срещу *C. tenebrionis* (Marannino et al., 2003; Garcia del Pino and Morton, 2005; Morton and Garcia del Pino, 2008, 2009; Mankin et al., 2008). В същото време медната златка е по-рядко използван тестови обект и информацията, отнасяща се до ефекта, който имат ЕПН върху този неприятел, е изключително оскъдна.

Целта на настоящото изследване беше да се установи чувствителността на ларвите от първа възраст и възрастните индивиди на *P. lugubris* по отношение на пет търговски щама ЕПН. Получените резултати ще позволят подбирането на един или повече видове ЕПН с висока ефикасност, които след това да бъдат тествани като потенциални агенти за биоконтрол на медната златка и в овощните насаждения.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

В настоящото изследване са използвани пет търговски щама на четири вида ЕПН. Информацията за търговските продукти е поместена в таблица 1.

Таблица 1. Тествани щамове на ентомопатогенни нематоди
Table 1. Entomopathogenic nematode strains tasted

Търговско наименование/ Commercial name	Вид нематода/ Nematode species	Източник (Компания)/ Source (Company)
Larvanem	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (HB)	KOPPERT biological systems
Entonem	<i>Steinernema feltiae</i> (SF)	KOPPERT biological systems
Nematac® C	<i>S. carpocapsae</i> (SC(1))	BASF
Nemasys® C	<i>S. kraussei</i> SK	BASF
nemastar®	<i>S. carpocapsae</i> (SC(2))	e-nema



Възрастни индивиди на *P. lugubris* бяха двукратно събрани през месец юни на 2013 г. от черешово насаждение, намиращо се в района на село Зорница, Бургаска област. Целта на първото обследване беше събирането на възрастни насекоми, които директно да бъдат използвани в тестовете за ефикасност на ЕПН. Преди започването на експериментите беше определен полът на събраните индивиди по особености на последния коремен сегмент съгласно с протокола на Izzillo и Spagacio (2011). Събраните при второто обследване възрастни индивиди бяха манипулирани по метода на Garrido et al. (1987). В плексигласови контейнери с размери 30×30×30 cm беше поставено по едно петриево блюдо (4,5 cm диаметър), напълнено със ситен пясък, с дебелина на слоя 0,8 cm. След това във всеки контейнер бяха поставени по шест двойки бръмбари и изхранвани със свежи черешови листа и леторасли. Яйцата бяха събрани чрез пресяване на пясъка в блюдата и поставени при температура $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ за излюпване. Получените ларви от първа възраст бяха първоначално прегледани под стереомикроскоп и веднага след това използвани в експеримента за определяне на чувствителността им към различните щамове ЕПН.

Стерилни петриеви блюда (9,0 cm диаметър) бяха напълнени с 45 g стерилен пясък, овлажнен със стерилна дестилирана вода (СДВ). В така подготвените блюда беше поставено по едно насекомо (ларва или възрастно). Заразяващи ларви (ЗЛ) от петте вида (щам) ЕПН бяха трансферирани в петриевите блюда с 0,5 ml СДВ. Използваните дози за всеки щам бяха 50 и 100 ЗЛ/cm² за ларвите и 100 ЗЛ/cm² за възрастните индивиди на *P. lugubris*. Контролите бяха третирани само с 0,5 ml СДВ. Така подготвените петриеви блюда бяха поставени при температура $26\pm 2^{\circ}\text{C}$. Блюдата с ларвите бяха поставени на тъмно, а тези с възрастните индивиди – при светлинен режим 16:8 (светла:тъмна фаза). Смъртността на насекомите беше отчитана на всеки 24 часа. За установяване на паразитизма (смъртността) мъртвите ларви и възрастните индивиди бяха извадени от петриевите блюда, промити в СДВ за премахване на нематодите от тяхната повърхност и преместени в петриеви блюда с влажна филтърна хартия и дисектирани след четири дни. Експериментите бяха заложени с 20 блюда с възрастни индивиди (10 мъжки и 10 женски) за всеки тестван щам ЕПН и с по 10 блюда с ларви (по 10 ларви/блюдо) за всяка от тестваните дози на ЗЛ и за всеки използван щам ЕПН.

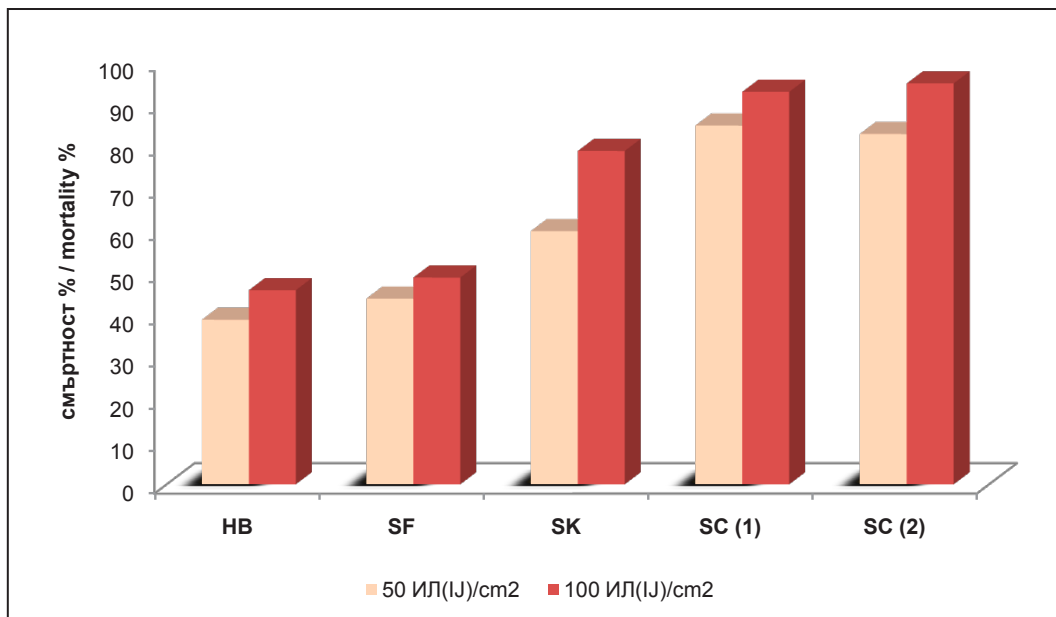
Статистически анализ

Резултатите за смъртността са представени в проценти и анализирани чрез използване на *t*-тест (SPSS 12.0). Когато смъртността в контролата надхвърли 5%, резултатите бяха коригирани чрез използване на формулата на Abbott (1925). Нивото на достоверност, използвано във всички анализи, е $P < 0,05$. Процентите смъртност бяха статистически сравнени при 1, 3 и 5 дни експозиция за ларвите и 4 и 6 дни при възрастните индивиди.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Ларвите от първа възраст на *P. lugubris* показаха чувствителност и към петте изпитвани вида (щам) ЕПН. ИЛ на тестваните щамове проникнаха и се размножиха в тялото на ларвите на медната златка. Степента на заразяване обаче варираше както между отделните щамове, така и между двете използвани дози на заразяване от 50 и 100 ЗЛ/cm² (фиг. 1). Нивото на смъртност на ларвите на *P. lugubris* варираше от 46,2-49,1%, съответно при щамове HB и SF, до 93,4-95,2%, респективно при щамове SC(1) и SC(2). При четири от изпитваните пет щам ЕПН не бяха установени съществени различия в смъртността на ларвите при двете инокулационни дози от 50 и 100 ЗЛ/cm² ($P < 0,05$). Единствената статистически доказана разлика беше констатирана в смъртността на ларвите на неприятеля, причинена от ЗЛ на *S. kraussei* (SK). При този вид ЕПН отчетената смъртност при 50 ЗЛ/cm² беше 59,9%, а при 100 ЗЛ/cm² – 79,6% ($P < 0,05$).

За подобна висока смъртност на ларвите от първа възраст на черната златка *C. tenebrionis* се съобщава от Garcia del Pino and Morton (2005). В проведени лабораторни експерименти изследователите отчитат, че *S. carpocapsae*, *S. feltiae* и *H. bacteriophora* причиняват над 95% смъртност на ларвите. Marappino et al. (2003) съобщават за почти 100% смъртност на ларвите от първа възраст на същия неприятел, причинена отново от щамове на *S. carpocapsae* и *S. feltiae*. И в двата случая изследователите тестват местни изолати ЕПН и заключават, че въпреки високата смъртност на ларвите е трудно да се предвиди дали ефектът на щамовете би бил същият и по отношение на ларвите от следващите възрасти. Десетки проучвания по този въпрос включват изпитване на различни щамове и видове ЕПН срещу твърдокрили, двукрили и правокрили насекоми. Изводът, до който стигат повечето изследователи, е, че ЕПН са по-ефикасни срещу ларвите



Фиг. 1. Смъртност (%) на ларвите от първа възраст на *Perotis lugubris* след 5-дневна експозиция с 50 и 100 ЗЛ/см² на щамове HB, SF, SK, SC(1) и SC(2)

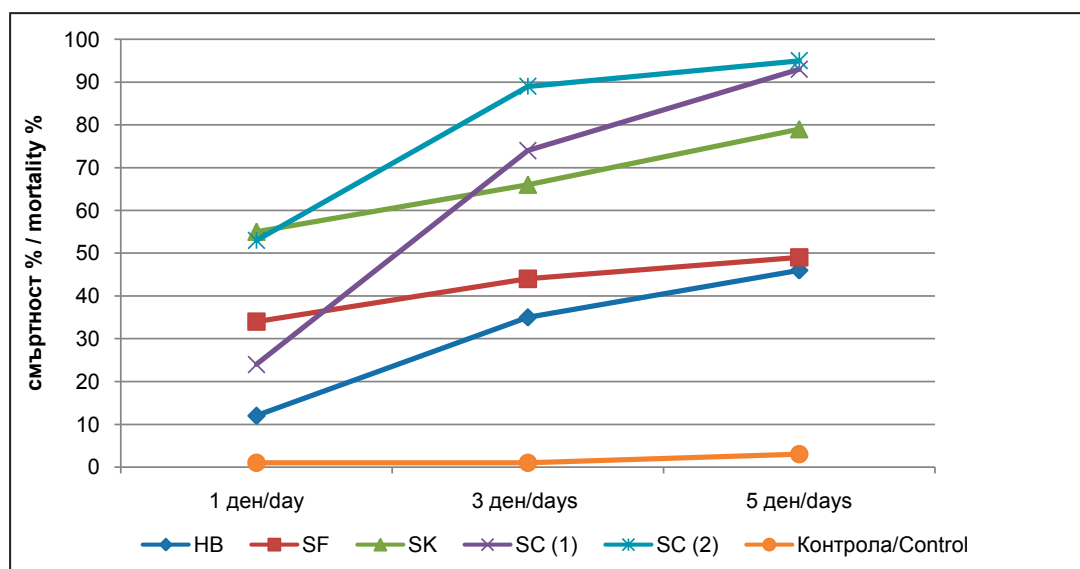
Fig. 1. Mortality (%) of *Perotis lugubris* neonate larvae after 5 days exposure to 50 and 100 IJ/cm² of HB, SF, SK, SC(1) and SC(2) strains

от първа възраст на неприятелите, в сравнение с тези от втора и следващите възрасти (Glazer and Navon, 1990; Grewal et al., 2004). Има и съобщения, според които не съществува съществена разлика в нивото на смъртност на ларвите от различните възрасти на насекомите, причинена от ЕПН (Marannino et al., 2003).

Разнопосочни са и данните, поместени в публикации, третиращи въпроса за оптимизация на използваните инокулационни дози на ЕПН. Повечето автори са на мнение, че в рамките на 50-100 ЗЛ/см² не се наблюдават статистически значими разлики в процента на мъртвите ларви на твърдокрилите неприятели (Giblin-Davis et al., 1996; Garcia del Pino and Morton, 2005). McGraw and Korpenhöfer (2008) констатират значителна разлика в смъртността на ларвите на хоботника *L. maculicolis*, причинена от три от общо осем тествани щам на *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *H. megidis* и *H. bacteriophora* при използвани дози на заразяване от 50 и 250 ЗЛ/см². При лабораторни тестове Susurlük (2006) установява, че смъртността на ларвите на брашнения бръмбар *Tenebrio molitor* L. нараства право пропорционално с увеличаване на инокулационната доза (30, 60 и 90 ЗЛ/см²) на *S. feltiae* и *H. bacteriophora*.

Ентомопатогенните нематоди *S. carpocapsae* SC(2) и *S. kraussei* (SK) проявиха най-бърз инициален ефект, като след едnodневна експозиция на ларвите на медната златка в 100 ЗЛ/см² на двата щамове установената смъртност беше съответно 54,9% и 53,1% (фиг. 2). Впоследствие ефикасността на щамове нарасна значително и след петдневна експозиция процентът на мъртвите ларви при SC(2) и (SK) беше увеличен респективно с 40,3% и с 26,5%.

Чувствителността на възрастните индивиди спрямо петте изпитвани вида ЕПН беше по-слабо изразена в сравнение с тази, установена при ларвите от първа възраст на бръмбара. И при този експеримент бяха наблюдавани съществени различия в смъртността на индивидите по отношение на тестваните щамове и експозиции (табл. 2). Най-висока смъртност на възрастните индивиди беше отчетена след приложението на ЗЛ на *S. carpocapsae* SC(2) (88,2%), а най-ниска – при използването на ЗЛ на *H. bacteriophora* (HB) (38,2%) след експозиция от 6 дни. Смъртността на бръмбарите в контролата след шестдневната експозиция беше 4,2%. За разлика от експеримента с ларвите, при този с възрастните беше установена значителна разлика в смъртността на бръмбари-



Фиг. 2. Смъртност (%) на ларвите от първа възраст на *Perotis lugubris* след 1-, 3- и 5-дневна експозиция с 100 ЗЛ/см² на щамове HB, SF, SK, SC(1) и SC(2)

Fig. 2. Mortality (%) of *Perotis lugubris* neonate larvae after 1, 3 and 5 days exposure to 100 IJ/cm² of HB, SF, SK, SC(1) and SC(2) strains

Таблица 2. Смъртност (%) на възрастните индивиди на *Perotis lugubris* след 3- и 6- дневна експозиция с 100 ЗЛ/см² на щамове HB, SF, SK, SC(1) и SC(2)

Table 2. Mortality (%) of *Perotis lugubris* adults after 3 and 6 days exposure to 100 IJ/cm² of HB, SF, SK, SC(1) and SC(2) strains

Вид (щам) ЕПН/ Species (stain) EPNs	3 дни*/ 3 days	6 дни*/ 6 days
HB	18,4±3,7a	38,2±11,8a
SF	26,2±12,0ab	40,3±16,4a
SK	40,8±10,4c	63,1±19,3b
SC (1)	46,5±17,2c	70,9±21,4b
SC (2)	53,0±15,1c	88,2±13,4c
Контрола/Control	1,6±0,7d	4,2±2,2d

*За всяка експозиция стойностите с еднакви букви не са статистически значими при $P < 0,05$

*For each exposition values followed by the same letter are not significantly different ($P < 0,05$)

те, причинена от двата щамове на *S. carpocapsae* (70,9% за SC(1) и 88,2% за SC(2), при $P < 0,05$). От друга страна, при сравняването на резултатите от двата експеримента се очертават две тенденции: ефикасността на тестваните щамове ЕПН се увеличава право пропорционално с нарастване на времето на излагане на ларвите и възрастните индивиди на *P. lugubris* и видът ЕПН, причиняващ най-висока смъртност на заразеният обект, е *S. carpocapsae* (щамове SC(1) и SC(2)).

При установяване на чувствителността на двата пола на *P. lugubris* спрямо петте вида ЕПН стана ясно, че тестваните щамове причиняват съществено по-висока смъртност на мъжките, в сравнение с женските индивиди (табл. 3, $P < 0,05$). Изключение в това отношение правеше само щам HB, към който значително по-чувствителни се оказаха женските (71,8% смъртност), в сравнение с мъжките индивиди (46,3% смъртност) ($P < 0,05$).

Таблица 3. Среден процент смъртност (коригиран с формулата на Abbott) на мъжките и женските индивиди на *Perotis lugubris*, изложени на действието на 100 ЗЛ/cm² на щамовете HB, SF, SK, SC(1) и SC(2)

Table 3. Mean percentage mortality (corrected with Abbott's formula) of males and females of *Perotis lugubris* exposed to 100 IJ/cm² of HB, SF, SK, SC(1) and SC(2) strains

Пол/Genre	HB	SF	SK	SC (1)	SC (2)
Мъжки/Male	46,3a	81,2a	63,9a	90,3a	85,3a
Женски/Female	71,8b	65,4b	52,7a	34,2b	40,3b

*За всеки щам стойностите с еднакви букви не са статистически значими при $P < 0,05$

*For each strains values followed by the same letter are not significantly different ($P < 0,05$)

Експерименти за установяване на ефекта на ЕПН върху възрастни индивиди от семейство *Buprestidae* (Coleoptera) се провеждат сравнително рядко. Това, от една страна, е свързано с биологичните особености на неприятелите и факта, че контактът на възрастните индивиди с почвата е ограничен (основно по време на яйцеснасянето). От друга страна, значение има и обстоятелството, че съществуват химични инсектициди, които макар и формулирани за контрол на други твърдокрили неприятели, проявяват известна ефикасност и срещу *C. tenebrionis* и *P. lugubris*. Morton and Garcia del Pino (2009) съобщават резултати, подобни на тези, получени в настоящото изследване. Авторите коментират, че чувствителността на възрастните на *C. tenebrionis* спрямо изпитваните от тях щамове ЕПН е по-ниска от тази, установена при ларвите, но значително по-висока от смъртността на какавидите.

И ако експериментите за установяване на чувствителността на възрастните индивиди на бръмбарите по отношение на различни видове и щамове ЕПН са редки, то тези, целящи установяване на ефекта на нематодите върху двата пола, са епизодични. При някои от тези изследвания мъжките и женските индивиди на един вид се оказват еднакво чувствителни към изпитваните щамове ЕПН (Van Sambeek and Wiesner, 1999; Buitenchuis and Shipp, 2005). Kotlarska-Mordzinska et al. (2000) отбелязват, че мъжките на ориенталската хлебарка *Blatta orientalis* L. са по-чувствителни към *S. feltiae* и *H. bacteriophora*, в сравнение с женските индивиди.

ИЗВОДИ

1. Получените в това in vitro изследване резултати показаха, че ЕПН могат да бъдат разглеждани като алтернативен метод в контрола на медната златка *P. lugubris*.

2. При третирането с два от търговските щамове ЕПН - SC(1) и SC(2), отчетените нива на смъртност на ларвите от първа възраст и възрастните индивиди на бръмбара са по-високи (93,4-95,2% и 70,9-88,2% съответно) в сравнение с тези, получени при използването на някои химични инсектициди.

3. Двата търговски щам ЕПН, показали най-висока вирулентност по отношение на *P. lugubris*, ще бъдат тествани и при полски условия с цел получаването на по-подробни данни за ефикасността им във връзка с тяхното по-нататъшно разглеждане като агенти за биоконтрол на неприятеля.

LITERATURE

- Abbott, W. S., 1925. A method of computing effectiveness of an insecticide. – Journal of Economic Entomology, 18: 265-267.
- Balachowsky, A. S., A. Davatchi, A. Descarpentries, 1962. Entomologie appliquée a l'Agriculture. – Masson et Cie, Paris, France, 300 p.
- Bolu, H., I. Özgen, 2011. On the *Buprestidae* (Coleoptera) species of almond orchards in the Southeastern and Eastern Anatolia in Turkey. – Mun. Ent. Zool., 6(2): 970-976.
- Ben-Yehuda, S., Z. Mendel, 1997. Control of wood-boring beetles (*Capnodis* spp. and *Scolytus* spp.) in deciduous orchards in Israel. – Alon-Hanotca, 51: 170-171.
- Ben-Yehuda, S., F. Assael, Z. Mendel, 2000. Improved chemical control of *Capnodis tenebrionis* L. and *C. carbonaria* Klug (Coleoptera: Buprestidae) in stonefruit plantations in Israel. – Phytoparasitica, 28: 27-41.



- Buittenhuis, R., J. L. Shipp, 2005. Efficacy of entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) as influenced by *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera; Thripidae) developmental stages and host plant stage. *Journal of Economic Entomology*, 98: 1480-1485.
- García del Pino, F., A. Morton, 2005. Efficacy of entomopathogenic nematode against neonate larvae of *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera:Buprestidae) in laboratory trials. – *BioControl*, 50: 307-316.
- Garrido, D., 1984. Bioecología de *Capnodis tenebrionis* L. (Coleoptera:Buprestidae) y orientaciones para su control. – *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 10: 205-221.
- Garrido, A., T. del Busto, J. Malagón, 1987. Método de recogida de huevos de *Capnodis tenebrionis* L. (Coleoptera:Buprestidae) y algunos factores abióticos que pueden condicionar la puesta. – *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 13: 303-309.
- Giblin-Davis, R. M., J. E. Pena, R. E. Duncan, 1996. Evaluation of an entomopathogenic nematode and chemical insecticides for control of *Metamasius hemipterus* (Coleoptera:Curculionidae). – *Journal of Entomological Science*, 31: 240-251.
- Glazer, I., A. Navon, 1990. Activity and persistence of entomopathogenic nematodes tested against *Heliothis armigera* (Lepidoptera:Noctuidae). – *Journal of Economic Entomology*, 83: 1795-1800.
- Izzillo, F., I. Sparacio, 2011. A new subspecies of *Perotis lugubris* Fabricius, 1777 from Southern Italy (Coleoptera:Buprestidae). – *Biodeversity Journal*, 2(3): 153-159.
- Grewal, P. S., K. T. Power, S. K. Grewal, A. Sugarss, S. Haupricht, 2004. Enhanced consistency in biological control of white grubs (Coleoptera:Sxarabeidae) with new strains of entomopathogenic nematodes. – *Biological Control*, 30: 73-82.
- Klein, M. G., 1990. Efficacy against soil-inhabiting insect pest. – In: Gaugler, R., H. K. Kaya (Editors), *Entomopathogenic nematodes in biological control*. Boca Raton., FL, USA, CRC Press, pp. 195-214.
- Maraninio, P., E. Tarasco, E. de Lilo, 2003. Biological notes on larval hatching in *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera:Buprestidae) and evaluation of entomopathogenic nematodes in controlling neonate larvae. – *Redia*, 86: 101-105.
- Maraninio, P., C. Santiago-Álvarez, E. de Lilo, E. Quésada-Moragas, 2006. A new bioassay method reveals pathogenicity of *Metharizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against early stages of *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera:Buprestidae). – *Journal of Invertebrate Pathology*, 93: 210-213.
- McGraw, B., A. M. Koppenhöfer, 2008. Evaluation of two endemic and five commercial entomopathogenic nematode species (Rhabditida:Heterorhabditidae and Steinernematidae) against annual bluegrass weevil (Coleoptera Curculionidae) larvae and adults. – *Biological control*, 46: 467-475.
- Morton, A., F. García del Pino, 2008. Effectiveness of different species of entomopathogenic nematodes for biocontrol of the Mediterranean flatheaded rootborer, *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera:Buprestidae) in potted peach tree. – *Journal of Invertebrate Pathology*, 97: 128-133.
- Morton, A., F. García del Pino, 2009. Virulence of entomopathogenic nematodes to different stages of the flatheaded rootborer, *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera:Buprestidae). – *Nematology*, 11(3): 365-373.
- Poinar, Jr., G. O., 1979. Nematodes for Biological Control of Insects. – *Annual Review of Entomology*, 17: 103-122.
- Sasurluk, A., 2006. Effectiveness of the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema feltiae* against *Tenebrio molitor* (yellow mealworm) larvae in different soil types at different temperatures. – *Turk, J. Biol.*, 30: 199-205.
- Van Sambeek, J., A. Wiesner, 1999. Successful parasitization of locusts by entomopathogenic nematodes is correlated with inhibition of insect phagocytes. – *Journal of Invertebrate Pathology*, 73: 154-161.
- Willmott, D. M., A. J. Hart, S. J. Long, P. N. Richardson, D. Chandler, 2002. Susceptibility of cabbage root fly *Delia radicum*, in potted cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) to isolates of entomopathogenic nematodes (*Steinernema* spp. and *Heterorhabditis* spp.) indigenous to the UK. – *Nematology*, 4(8): 965-970.

Статията е приета на 18.02.2015 г.
Рецензент – проф. д-р Хари Самалиев
E-mail: h.y.samaliev@abv.bg