

УДК 632.95.024:582.682.2(477.75)

DOI: 10.36305/0513-1634-2020-137-7-15

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОИНСЕКТИЦИДОВ ПРОТИВ ГУСЕНИЦ
CYDALIMA PERSPECTALIS (WALKER, 1859) НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА *****Юрий Владимирович Плугатарь, Александр Константинович Шармагий,
Валерий Анатольевич Шишкин**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: alexander_sharma@mail.ru

Самшитовая огневка *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) представляет серьезную угрозу растениям рода *Buxus* L. во всех агроклиматических районах Крыма. К числу экологически безопасных эффективных приемов снижения численности фитофага относится применение биоинсектицидов. Использование препаратов Лепидодида и Битоксибациллина в трёх нормах применения обеспечило высокую биологическую эффективность против гусениц самшитовой огневки всех возрастов. Для гусениц старшего возраста на пятые сут биологическая эффективность Лепидодида и Битоксибациллина во всех нормах использования составила 100%. Фитоверм оказался более эффективным против гусениц младших и средних возрастов. На пятые сутки после обработки Фитовермом биологическая эффективность для гусениц младших возрастов составила 98,8%, а для средних возрастов от 94,4 до 96,8%.

Ключевые слова: самшитовая огнёвка; возраста гусениц; биоинсектициды; биологическая эффективность

Введение

В период с 2015 по 2020 гг. адвентивный вредитель самшитовая огневка *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) беспрепятственно распространилась по всем агроклиматическим районам Крыма и вызвала серьезные повреждения насаждений самшита. Ввиду ограничений на использование химических инсектицидов в санаторно-курортных объектах, в городских и ландшафтных парках, особенно важна разработка экологически безопасных эффективных приёмов снижения численности вредителя. В этом направлении перспективно использование биопрепаратов на основе *Bacillus thuringiensis* Berliner [1, 2, 8, 12].

В Никитском ботаническом саду (НБС) с 2017 г. в качестве альтернативы классическому химическому методу в борьбе с самшитовой огневкой применяли биологические инсектициды (лепидодид, фитоверм) и проводили испытания эффективности паразитоидов [1, 11].

Высокая биологическая эффективность бактериальных препаратов на основе бактерии *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* и *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* против гусениц самшитовой огневки, отмечена в работах многих авторов, но только против гусениц младших возрастов [2, 7, 10]. В исследованиях, проведенных на северо-западном Кавказе, отмечалось, что многократная обработка битоксибациллином

* Настоящая публикация представляет версию доклада авторов на Международной научно-практической конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ ПЛОДОВЫХ, ДЕКОРАТИВНЫХ И ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР» (Ялта, Республика Крым, 12-16 октября 2020 г., ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»)

обеспечивала надежную защиту самшита колхидского от самшитовой огневки, при этом техническая эффективность составила 95% [2].

Особенность фенологии вида такова, что в природе присутствуют одновременно все фазы вредителя и возраста гусениц самшитовой огневки. В связи с этим, актуальным является подбор норм применения биологических инсектицидов для эффективного воздействия на комплекс разновозрастных личинок.

Цель: определить биологическую эффективность биоинсектицидов против гусениц разных возрастов самшитовой огневки.

Материал и методы исследований

В 2019-2020 гг. испытывали биологические препараты: Лепидоцид СК (БА-2000 ЕА/мг, титр не менее 10 млрд спор/г), Битоксибациллин, П (БА-1500 ЕА/мг, титр не менее 20 млрд спор/г), Фитоверм, КЭ (Аверсектин С 10 г/л) в трех нормах расхода против гусениц самшитовой огневки разных возрастов. Нормы применения инсектицидов брались в диапазоне и с превышением норм, рекомендованных для гусениц других видов чешуекрылых [3]. Каждый вариант опыта имел по четыре повторности и контроль – без обработки (рис. 1). Каждая повторность включала по десять гусениц. В опыте использовано 1200 гусениц по 400 каждой возрастной группы. Обработки проводились в питомнике на кустах самшита высотой от 50,0 до 70,0 см.

Рассортированными по возрастам гусеницами в утренние часы заселяли кусты самшита. После того, как личинки приступили к питанию, их повторно учитывали и в вечернее время проводились обработки. Осуществлялась тщательная промывка кустов самшита, расход рабочей жидкости составлял 120,0 мл на куст. Гибель гусениц определялась на первые, третьи, пятые, седьмые сут после обработки. Биологическая эффективность инсектицидов при отсутствии смертности в контроле вычислялась по формуле Аббота, при гибели гусениц в контроле по формуле Хендерсона-Тилтона [6].

Статистический анализ экспериментальных данных проведен методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [5] с помощью программ «Microsoft Office Excel 2007».



Рис. 1. Опытный участок по испытанию эффективности биоинсектицидов против гусениц самшитовой огневки, НБС

Результаты и их обсуждение

Гусеницы всех возрастов по истечению 24 часов после обработки биоинсектицидами были малоподвижны и не питались.

В первые сут после обработки максимальная смертность гусениц младших возрастов (L_1 - L_2) отмечалась для препаратов: Фитоверм с нормой расхода 1,5 мл/л воды, Битоксибациллин (БТБ) с нормой расхода 6 мг/л воды, а также Лепидоцид с нормой расхода 10 мл/л, 0 л воды (рис. 2).

Минимальная выживаемость на третьи сут после обработки наблюдалась для БТБ (6 и 8 мг/л воды). На пятые сут максимальная гибель гусениц при обработке БТБ (6-8 мг/л воды) и Фитовермом (0,4-1,5 мл/л воды). На седьмые сут погибли все гусеницы младшего возраста (рис. 2).

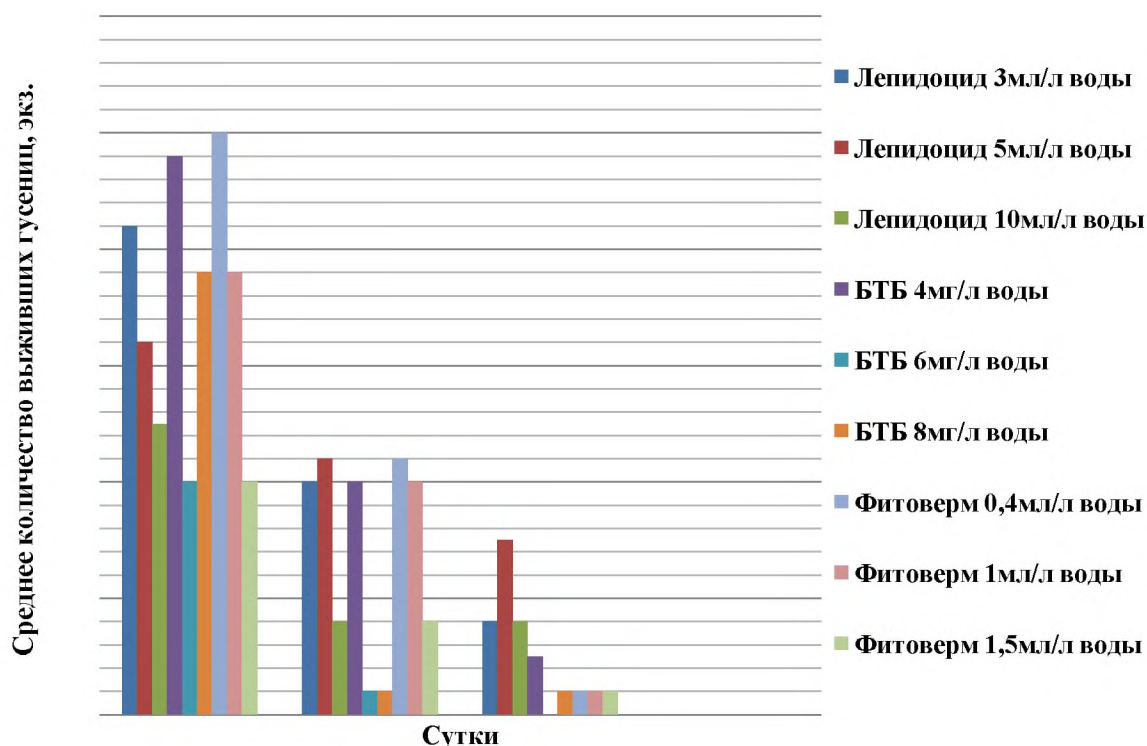


Рис. 2 Выживаемость гусениц самшитовой огневки младших возрастов (L_1 - L_2) спустя 1, 3, 5 и 7 сут после проведения обработок, НБС, 2019-2020 гг.

Для гусениц среднего возраста (L_3 - L_4) спустя 24 часа после обработки максимальная гибель наступила при применении Лепидоцида (10 мл/л воды), БТБ (8 мг/л воды). На третьи сут минимальная выживаемость гусениц наблюдалась в вариантах Лепидоцид (10 мл/л воды) и БТБ (4 и 8 мг/л воды). Отмечена 100% гибель гусениц на пятые сут при обработке Лепидоцидом (10 мл/л воды) и БТБ (8 мг/л воды). На седьмые сут после проведения обработок погибли все гусеницы среднего возраста (рис. 3).

В первые сут после обработки наблюдалось не высокая смертность гусениц старших возрастов (L_5 - L_6). На третьи сут погибли все гусеницы при максимальных нормах Лепидоцида и БТБ, а на пятые сутки во всех вариантах Лепидоцида и БТБ (рис. 4, 5). Фитоверм не вызвал полной гибели гусениц не на пятые ни на седьмые сут (рис. 4).

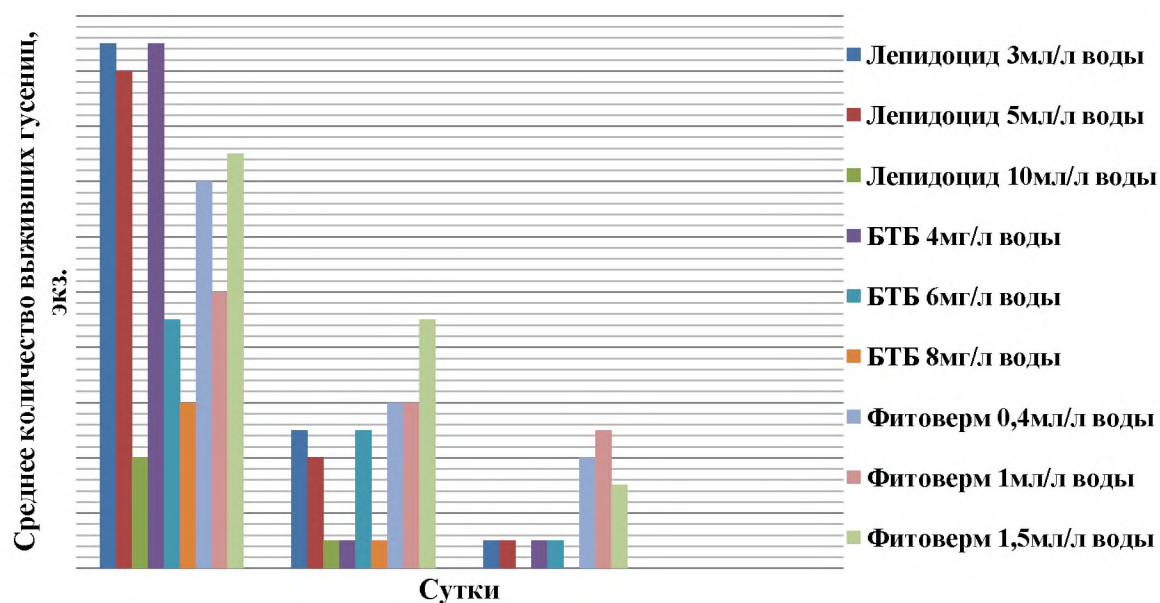


Рис. 3 Выживаемость гусениц самшитовой огневки средних возрастов (L_3 - L_4) спустя 1, 3, 5 и 7 сут после проведения обработок, НБС, 2019-2020 гг.

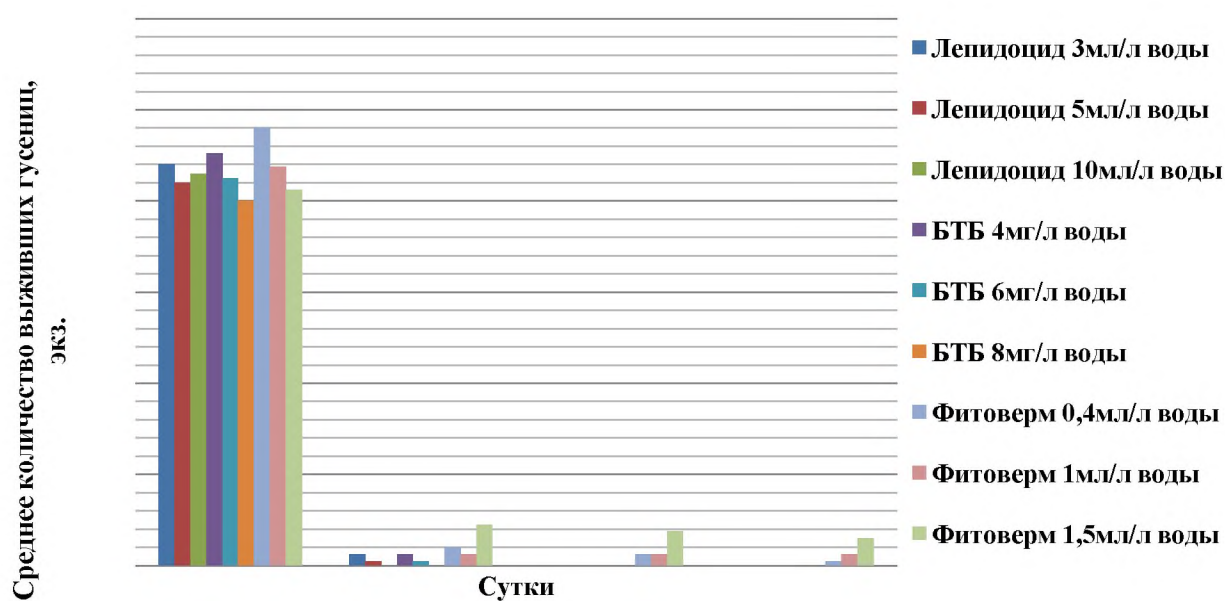


Рис. 4 Выживаемость гусениц самшитовой огневки старших возрастов (L_5 - L_6) спустя 1, 3, 5 и 7 сут после проведения обработок, НБС, 2019-2020 гг.



Рис. 5 Гибель старших возрастов самшитовой огневки на третий день после обработки Битоксибациллином (А) и Лепидоцидом (Б), НБС

В таблицах 1-3 показана биологическая эффективность применения биоинсектицидов против гусениц разных возрастов самшитовой огневки.

Первые и третьи сут после обработок гусениц младших возрастов не наблюдается существенных отличий в показателях биологической эффективности инсектицидов (табл. 1). На пятые сут БТБ (6,0-8,0 мг/л воды) и Фитоверм (0,4-1,5 мл/л воды) продемонстрировали максимальную эффективность (см. табл. 1). Более высокие показатели эффективности БТБ по сравнению с Лепидоцидом (5 мл/л) вероятно, обусловлены воздействием экзотоксина. Биологическая эффективность на седьмые сут для всех биоинсектицидов составила 100%.

Против гусениц средних возрастов в первые сут после обработки, наиболее эффективными оказались максимальные нормы применения Лепидоцида и БТБ в сравнении с минимальной нормой применения этих же препаратов. На третьи и пятые сутки отмечалась высокая эффективность всех препаратов с различными нормами, существенных различий по вариантам не наблюдалось, а на седьмые сут для всех биоинсектицидов эффективность составила 100% (табл. 2).

Таблица 1.

Биологическая эффективность биоинсектицидов против гусениц младших возрастов (L₁-L₂) самшитовой огневки, НБС, 2019-2020 гг.

Препарат, норма	Гибель гусениц, % по сут учетов				Биологическая эффективность, % по сут			
	1	3	5	7	1	3	5	7
Лепидоцид 3,0 мл/л воды	79,0	90,0	96,0	100	78,5	89,4	95,3	100
Лепидоцид 5,0 мл/л воды	84,0	89,0	92,5	100	83,6	88,3	91,2	100
Лепидоцид 10,0 мл/л воды	87,5	96,0	96,0	100	87,18	95,7	95,3	100
БТБ 4,0 мг/л воды	76,0	90,0	97,5	100	75,4	89,4	97,1	100
БТБ 6,0 мг/л воды	90,0	99,0	100	-	89,7	98,9	100	-
БТБ 8,0 мг/л воды	81,0	99,0	99,0	100	80,5	98,9	98,8	100
Фитоверм 0,4 мл/л воды	75,0	89,0	99,0	100	74,4	88,3	98,8	100
Фитоверм 1,0 мл/л воды	81,0	92,5	99,0	100	80,5	92,0	98,8	100
Фитоверм 1,5 мл/л воды	90,0	96,0	99,0	100	89,7	95,7	98,8	100
Контроль	2,5	6,0	15,0	20,0	—	—	—	—
НСР ₀₅					17,9	13,0	8,4	—

Таблица 2.

Биологическая эффективность биоинсектицидов против гусениц средних возрастов (L₃-L₄) самшитовой огневки, НБС, 2019-2020гг.

Препарат, норма	Гибель гусениц, % по сут учетов				Биологическая эффективность,% по сут			
	1	3	5	7	1	3	5	7
Лепидоцид 3,0 мл/л воды	81,0	95,0	99,0	100	80,2	94,4	98,9	100
Лепидоцид 5,0 мл/л воды	82,0	96,0	99	100	81,3	95,8	98,9	100
Лепидоцид 10,0 мл/л воды	96,0	99,0	100	-	95,8	98,9	100	—
БТБ 4,0 мг/л воды	81,0	99,0	99,0	100	80,2	98,9	98,9	100
БТБ 6,0 мг/л воды	91,0	95,0	99,0	100	90,6	94,4	98,9	100
БТБ 8,0 мг/л воды	94,0	99,0	100	—	93,8	98,9	100	—
Фитоверм 0,4 мл/л воды	86,0	94,0	96,0	100	85,4	93,7	95,6	100
Фитоверм 1,0 мл/л воды	90,0	94,0	95,0	100	89,6	93,7	94,4	100
Фитоверм 1,5 мл/л воды	85,0	91,0	97,0	100	84,4	90,5	96,7	100
Контроль	4,0	5,0	10,0	12,0	—	—	—	—
НСР ₀₅					13,5	9,1	7,6	—

При обработке гусениц старших возрастов на третьи сут. высокая биологическая эффективность отмечена для всех вариантов БТБ и Лепидоцида, что обусловлено, вероятно, пищевой активностью гусениц старших возрастов. Биологическая эффективность Фитоверма была ниже (табл. 3).

Таблица 3.

**Биологическая эффективность биоинсектицидов против гусениц старших возрастов (L₅-L₆)
самшитовой огневки, НБС, 2019-2020 гг.**

Препарат, норма	Гибель гусениц, % по сут учетов				Биологическая эффективность, % по сут учетов			
	1	3	5	7	1	3	5	7
Лепидоцид 3,0 мл/л воды	12,0	97,5	100	-	12,0	97,3	100	-
Лепидоцид 5,0 мл/л воды	16,0	99,0	100	-	16,0	98,9	100	-
Лепидоцид 10,0 мл/л воды	14,0	100	100	-	14,0	100	100	-
БТБ 4,0 мг/л воды	9,5	97,5	100	-	9,5	97,3	100	-
БТБ 6,0 мг/л воды	15,0	99,0	100	-	15,0	98,9	100	-
БТБ 8,0 мг/л воды	20,0	100	100	-	20,0	100	100	-
Фитоверм 0,4 мл/л воды	4,0	96,0	97,5	99,0	4,0	95,7	97,3	98,9
Фитоверм 1 мл/л воды	12,5	97,5	97,5	97,5	12,5	97,3	97,3	97,3
Фитоверм 1,5 мл/л воды	17,5	91,0	92,5	94,0	17,5	90,4	91,9	93,5
Контроль	0	6,0	7,5	7,5	–	–	–	–
НСР ₀₅					14,4	6,5	5,0	4,6

Таким образом, для всех указанных норм применения препаратов Лепидоцида и БТБ, дозы токсинов бактерий *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* оказались достаточными, чтобы обеспечить высокую биологическую эффективность против гусениц самшитовой огневки уже на третьи – пятые сут, в том числе и для гусениц старших возрастов. В связи с этим, нет необходимости повышать нормы расхода биоинсектицидов при доминировании гусениц старших возрастов. Фитоверм является высокоэффективным препаратом против гусениц младших и средних возрастов самшитовой огневки, но против гусениц старших возрастов уступает бактериальным инсектицидам.

Проведенное исследование не предполагает снижение эффективности уже на пятые – седьмые сут в связи с прекращением периода защитного действия препарата, так как в данном эксперименте отсутствовал фактор появления новых гусениц. В 2017 г. при испытании Лепидоцида БА-2000ЕА на Южном берегу Крыма эффективность против разновозрастных гусениц на пятый день после обработки составила 91,4%, на седьмой – 89,4%, что связано с отрождением гусениц младших возрастов и прекращением периода защитного действия инсектицида [1]. Семикратное опрыскивание посадок самшита Лепидоцидом в 0,3-1% концентрациях в НБС в 2018-

2020 гг. обеспечило надежную защиту от разновозрастных гусениц самшитовой огневки.

В некоторых публикациях рассматривается возможность формирования резистентности у насекомых к бактерии *Bacillus thuringiensis* [4, 9], что маловероятно в ближайшее время по отношению к самшитовой огневке, однако следует чередовать биоинсектициды с различным действующим веществом и механизмом действия, в данном случае Лепидоцид и БТБ с Фитовермом.

Заключение

Первые и третьи сут после обработок гусениц младших возрастов не наблюдалось существенных отличий в показателях биологической эффективности всех инсектицидов с различными нормами применения. На пятые сут. БТБ (6-8 мг/л воды) и Фитоверм (0,4-1,5 мл/л воды) продемонстрировали максимальную биологическую эффективность от 98,8 до 100%.

Для гусениц средних возрастов в первые сут после обработки наиболее эффективными оказались Лепидоцид и БТБ с максимальными нормами применения. На третьи и пятые сутки отмечалась высокая биологическая эффективность всех препаратов Лепидоцид, БТБ и Фитоверм с различными нормами применения, существенных различий по вариантам не наблюдалось.

Для гусениц старших возрастов на третьи сут высокая биологическая эффективность отмечена для всех норм БТБ и Лепидоцида (97,3-100%). Биологическая эффективность Фитоверма была несколько ниже.

Опыт по применению биоинсектицидов продемонстрировал, что на седьмые сут для всех возрастов гусениц самшитовой огневки при различных нормах применения биоинсектицидов Лепидоцида, БТБ, Фитоверма существенных различий в показателях биологической эффективности не обнаружено. В связи с чем, нет необходимости повышать нормы применения биоинсектицидов при доминировании гусениц старших возрастов. Для получения максимального эффекта необходимо осуществлять качественную обработку кустов самшита рабочей жидкостью препаратов.

Список литературы

1. Балыкина Е.Б., Шармагий А.К. Эффективность инсектицидов против личинок самшитовой огневки (*Cydalima perspectalis* Walker) на Южном берегу Крыма // Сборник научных трудов ГНБС. – 2018. – Том 147. – С. 96.
2. Бибин А.Р. Опыт борьбы с самшитовой огневкой *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) Lepidoptera: Crambidae) на северо-западном Кавказе // Мониторинг древесных растений и биологические методы контроля вредителей и патогенов от теории к практике: мат. II Всероссийской конф. с междунар. уч. (Москва, 22–26 апреля 2019 г.). – Москва, Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. – С. 25-26.
3. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Справочное издание, 2017. – С. 792.
4. Гризанова Е.В. Механизмы устойчивости насекомых к бактериям *Bacillus thuringiensis* и способы их подавления // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. – Вып. 10: мат. междунар. научно-практич. конф. «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Становление и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации» (Краснодар, 11-13 сентября 2018 г.). – Краснодар: «Гранат», 2018. – С. 191-192.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и роденцидов в сельском хозяйстве / Под ред. Чл.-корр. Россельхоз академии В.И. Долженко. – СПб: ВИЗР, 2009. – 56 с.

7. Карпун Н.Н. Экологизация защиты растений от новых инвазионных видов вредителей на черноморском побережье // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. – Вып. 10: мат. междунар. научно-практич. конф. «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Становление и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации» (Краснодар, 11-13 сентября 2018 г.). – Краснодар: «Гранат», 2018. – С. 405-409.

8. Нестеренкова А.Е., Гниненко Ю.И., Пономарев В.Л. Разработка экологически безопасных методов регулирования численности самшитовой огневки // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: мат. II Всероссийской конф. с междунар. участием (Москва, 22-26 апреля 2019 г.). – Москва, Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. – С. 124-125.

9. Соколянская М.П. Кросс-резистентность устойчивых к битоксибациллину линий комнатной мухи *Musca domestica* // Вестник защиты растений. – 2018. – 1(95). – С. 57-60.

10. Трохов Е.С., Каурова А.В. Самшитовая огневка – инвазионный вид-паразит самшитовых рощ // Научное сообщество студентов XXI столетия. естественные науки: мат. XXII-XXIII межд. студ. науч. -практ. конф. – № 8-9(22). – [Электронный ресурс] – режим доступа – URL:[http://sibac.info/archive/nature/8-9\(22\).pdf](http://sibac.info/archive/nature/8-9(22).pdf) (дата обращения: 20.10.2020).

11. Шармагий А.К. Перспективы использования энтомофагов для регулирования численности самшитовой огневки *Cydalima Perspectalis* (Walker, 1859) в условиях Южного берега Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2019. – № 4 (153). – С. 58-67.

12. Korycinska A., Eyre D. Box tree caterpillar, *Cydalima perspectalis* // Plant pest factsheet. – York: The Food and Environment Research Agency (FERA), 2011. – 4 p.

Статья поступила в редакцию 31.09.2020 г.

Plugatar Yu.V., Sharmagy A.K., Shishkin V.A. Effectiveness of bioinsecticides against the caterpillars of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) on the Southern Coast of the Crimea // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2020. – № 137. – P. 7-15.

Boxwood moth *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) is a serious threat to plants of the genus *Buxus* in all agroclimatic regions of the Crimea. The use of bioinsecticides is one of the environmentally safe and effective methods of reducing the number of phytophages. The use of preparations of Lepidocidae Bitoxibacillin in three standards of application provided high biological effectiveness against boxwood moths caterpillars of all ages. For older caterpillars on the fifth day, the biological effectiveness of Lepidocidae Bitoxibacillin in all standards of use was 100%. Fitoverm proved to be more effective against young and middle-aged caterpillars. On the fifth day after treatment with Fitoverm, biological efficiency for young caterpillars was 98,8%, and for middle-aged caterpillars – from 94,4 to 96,8%.

Keywords: boxwood moth; ages of caterpillars; bioinsecticides; biological effectiveness