

Оценка биологической эффективности биологических средств защиты растений против основных вредителей кукурузы

И.С. Агасьева,

кандидат биологических наук

Е.Ф. Федоренко,

младший научный сотрудник

М.В. Нефедова,

кандидат биологических наук

В.Я. Исмаилов,

кандидат биологических наук

ФГБНУ ВНИИ биологической защиты растений
Россия, 350039, Краснодарский край, г. Краснодар
Тел.: 8 (861) 228-17-76
E-mail: vniibzr@mail.ru, mialusker22@gmail.com

Для цитирования: Агасьева И.С., Федоренко Е.Ф., Нефедова М.В., Исмаилов В.Я. Оценка биологической эффективности биологических средств защиты растений против основных вредителей кукурузы // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 124–129.

Ключевые слова: кукуруза, хлопковая совка, феромоны, кукурузный мотылек, энтомофаги, биологическая защита, биопрепараты.

Широкому распространению и увеличению производства кукурузы способствует высокая урожайность и широкие возможности использования как продукта питания, так и ценного корма для сельскохозяйственных животных. По данным ряда источников, насчитывается более 200 видов вредителей и 28 видов возбудителей болезней, приносящих вред кукурузе. Развитие технологий органического и экологизированного растениеводства как в мире, так и в России предопределяет особый интерес к биологической защите растений. В настоящей работе рассмотрены перспективные методы биологического контроля основных вредителей кукурузы на основе комплексного применения феромонов, энтомопатогенных препаратов и выпуска паразитических перепончатокрылых *Trichogramma evanescens* West и *Habrobracon hebetor* Say. Сезонную динамику лёта и численность *Helicoverpa armigera* Hbn. и *Agriotes tauricus* Heyd. определяли с помо-

щью феромонных ловушек. Учет численности гусениц *Ostrinia nubilalis* Hbn. проводили на 15 растениях разных делянок в 6–7-кратной повторности. Массовое разведение эктопаразита *H. hebetor* для биологического контроля чешуекрылых вредителей проводили, используя гусениц *Galleria mellonella* L. Существенный вред наносили тли (Homoptera, Aphididae). Личинки жуков-шелкунов повреждали семена и всходы растений, что приводило к изреживанию посевов. Уточнен видовой состав вредителей кукурузы, определена динамика лёта и численность хлопковой совки и кукурузного мотылька, установлены оптимальные сроки проведения защитных мероприятий (выпуск энтомофагов, обработки биопрепаратами). В результате полевой оценки системы биологического контроля основных вредителей кукурузы установлена удовлетворительная эффективность взаимодополняющих приемов, основанных на использовании энтомофагов и биопрепаратов на основе энтомопатогенных бактерий и вирусов. Эффективность биозащиты кукурузы против стеблевого кукурузного мотылька составила 74,1 % на раннем гибриде и 94,0 % на позднем, хлопковой совки – 72,2 и 77,8 % соответственно.

UDC 632.937:633.15

Estimation of biological efficacy of biological methods for plant protection against main corn pests.

I.S. Agasieva, PhD in biology

E.V. Fedorenko, junior researcher

M.V. Nefedova, PhD in biology

V.Ia. Ismailov, PhD in biology

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection

Krasnodar, 350039, Russia

E-mail: vniibzr@mail.ru, mialusker22@gmail.com

Key words: corn, cotton moth, pheromones, corn moth, entomophages, biological protection, biological products.

The high yield and wide use of corn for both food and valuable feed for farm animals contribute to the wide spread and increase of its production. According to a number of sources, there are more than 200 types of pests and 28 types of pathogens that injury corn. The development of technologies for organic and environmentally friendly crop production both in the world and in Russia predetermines a particular interest in biological plant protection. This study discusses promising methods of biological control of the main corn pests, based on the integrated use of pheromones, entomopathogenic preparations and the release of parasitic hymenoptera *Trichogramma*

evanescens West and *Habrobracon hebetor* Say. Seasonal dynamics of flying and the number of *Helicoverpa armigera* Hbn. and *Agriotes tauricus* Heyd. were determined by pheromone traps. The record of the number of the *Ostrinia nubilalis* Hbn. caterpillars was carried out on 15 plants on different plots, repeated 6–7 times. Mass rearing of *H. hebetor* ectoparasite for biological control of Lepidoptera was performed using caterpillars *Galleria mellonella* L. The significant damage was caused by aphids (Homoptera, Aphididae). The larvae of click beetles damaged the seeds and seedlings of the plants, which led to the thinning of the crops. Species composition of corn pests, the dynamics of flying and the number of dominant pests of the *H. armigera* and *Os. nubilalis* were determined, the optimal dates for protective measures (release of entomophages, treatment with biological products) are set. As a result of the field assessment of the biological control system of the main corn pests, we determined the satisfactory efficacy of the mutually suppressing techniques basing on use of entomophages and biological preparations based on entomopathogenic bacteria and viruses. The corn bioprotection efficacy against the stem corn moth was 74.1% in the early hybrid and 94% in the late one, against the cotton moth – 72.2–77.8 %, respectively.

Введение. Ежегодно потери, вызываемые вредителями кукурузы, в среднем составляют 10–20 % урожая, а при массовом размножении поврежденность зерна может превысить 30 %. При этом не только снижается урожайность, но и ухудшается качество зерна.

Кукуруза – сильно повреждается вредителями, из которых наибольший ущерб наносят стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.), черная кукурузная тля (*Rhopalosiphum maidis* Fitch.), проволочники (Coleoptera, Elateridae), пьявица (*Oulema melanopus* L.). Данная культура несмотря на то, что обладает довольно пластичным отношением к группе опасных факторов – вредителей, но существует несколько представителей, действие которых приносит существенный урон урожайности с возможным снижением качественных характеристик продукции [1; 2].

Кукурузный (стеблевой) мотылек (*Os. Nubilalis*) – вредитель толстостебельных культур. Основным характером вредности является повреждение сердцевин стеблей, сосудисто-волокнистых пучков, предупреждение поступлений питательных веществ, что сопровождается сильным обезвоживанием растения, повышением ломкости стеблей и, как результат, снижением продуктивности. Большую часть времени гусеницы мотылька питаются скрытно, проделывая ходы внутри растений, чаще всего стеблей, куда проникают в первом – третьем (кукуруза) возрастах. Их деятельность не редко приводит к повреждению основания початка, в результате чего последние преждевременно обратно принимают вертикальное положение. Зимуют завершившие питание гусеницы внутри растительных остатков. В значительной мере способствует развитию вредителя некачественная заделка растительных остатков, в которых сосредоточена основная масса кукурузного мотылька на следующий сезон [1; 3].

Хлопковая совка (*H. armigera*) – многоядный вредитель (полифаг), она повреждает не менее 250 видов культурных и сорных растений в разных частях ареала. Одни из весьма предпочитаемых растений – томат (*Lycopersicon lycopersicum* L.) и кукуруза (*Zea mays* L.). В Краснодарском крае хлопковая совка развивается в трех генерациях. Перезимовавшее поколение фитофага заселяет сначала сорные растения, люцерну, последующие генерации – томат, сою и кукурузу. Большой вред *H. armigera* может причинять и растениям табака [3; 4; 5]. Перспективным биоагентом, призванным снизить химическую нагрузку на посевы кукурузы, является эктопаразит *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera, Braconidae), известный как паразит более 60 видов чешуекрылых вредителей. Самки габробракона способны проникать в различные отверстия, трещины, другие места, где поселяются

гусеницы фитофагов, в частности стеблевого кукурузного мотылька и совок, которые питаются внутри стеблей, плодов, початков [6; 7; 8].

Целью работы является разработка экологизированной системы защиты кукурузы для технологий органического земледелия.

Материалы и методы. Исследования проводили на опытных участках ВНИИБЗР на посевах кукурузы раннего срока созревания – гибрид Краснодарский 291 АМВ и позднего срока – гибрид Краснодарский 455 МВ.

Сезонную динамику лёта и численность хлопковой совки (*H. armigera*) и шелкона кубанского (*Agriotes tauricus* Heyd.) определяли методом отлова самцов феромонными ловушками. В этих целях на опытных делянках кукурузы площадью 50 м² заблаговременно, за 10–15 дней до начала сезонного лёта, устанавливали по три ловушки Атракон А с феромоном хлопковой совки и ловушки Эстрен с феромоном шелкона кубанского. Учеты проводили 2 раза в неделю в течение всего вегетационного периода.

Учет численности гусениц хлопковой совки (*H. armigera*) проводили до образования початков на 20 растениях кукурузы в разных точках поля на 20 початках в 5 повторностях.

Учет численности гусениц кукурузного мотылька *Os. nubilalis* проводили на 15 растениях на разных делянках в 6–7-кратной повторности. В конце вегетации провели срез стеблей кукурузы на уровне почвы, расщепили их вдоль до основания ножом и подсчитали гусениц стеблевого мотылька в стеблях перед уборкой урожая.

Массовое разведение эктопаразита габробракона (*H. hebetor*) для биологического контроля кукурузного мотылька и хлопковой совки проводили, используя в качестве насекомого-хозяина гусениц средних возрастов вошинной огневки (*Galleria mellonella* L.), выращиваемой на

искусственной питательной среде (ИПС). В чистые стеклянные банки емкостью 1 л помещали 100 г ИПС (модификации А) и 7–10 коконов галлерии (перед вылетом из них бабочек). Банки накрывали стеклянными крышками и помещали в темный термостат с температурой 28–30 °С и влажностью воздуха 70–75 %. Вылетевшие бабочки непосредственно на среду откладывали яйца, из которых через 12–15 сут. отрождались гусеницы, которые сразу же внедрились в среду. В банках гусеницы развивались до 3-го возраста. Затем содержимое банок было разделено на две порции, которые помещали (по одной) в новые банки емкостью 1 л, предварительно заполненные средой (модификации Б) слоем 6–7 см. Такого количества среды было достаточно для полного дорастивания гусениц.

Гусениц старших возрастов вошинной огневки по 100–400 экз. помещали на гофрированную бумагу в стеклянные банки емкостью 1–3 л в целях заражения габробраконом. В каждую банку запускали по 50–70 особей энтомофага, которые парализовали гусениц и откладывали на них яйца. Через 10–14 сут. после вылета взрослых паразитов, их расфасовывали в стеклянные банки емкостью 0,25–0,5 л и выпускали на посеvy кукурузы в период появления средних возрастов гусениц кукурузного мотылька и хлопковой совки из расчета 1–2 тыс./особей на 1 га [6].

Для контроля пъявицы была проведена обработка биорациональным препаратом Vertimec®, КЭ («Syngenta AG», Швейцария) в норме расхода 1,2 л/га.

Результаты и обсуждение. В 2017–2018 гг. на посевах кукурузы выявлены основные фитофаги, к которым относятся кукурузный (стеблевой) мотылек (*Os. nubilalis*), хлопковая совка (*H. armigera*), озимая (*Agrotis segetum* Schiff.), восклицательная (*Agrotis exclamationis* L.), совка-гамма (*Authographa gamma* L.), малая (наземная) карадринна (*Laphygma exigua*

Нб.). На опытных делянках выявлен жук – щелкун кубанский (*A. tauricus*).

Посевы кукурузы находились рядом с посевами ячменя, вследствие чего в конце вегетации ячменя произошла миграция пьявицы (*Ouleta melanopus* L.) на опытные делянки кукурузы. Численность пьявицы составляла 3–5 особей/раст. Проведенный после обработки учет показал, что численность вредителя значительно снизилась и составила 0,5 особей/раст.

Во второй декаде мая на опытных делянках были вывешены клеевые ловушки с феромоном хлопковой совки. Характерной особенностью фенологического развития хлопковой совки в 2018 г. являлась очень высокая численность перезимовавшего поколения вредителя, что подтверждалось массовым лётом самцов во второй–третьей декадах мая – 13–21 экз./ловушку (рис. 1).

Как видно из графика лёта, к 5 июня численность самцов в феромонных ловушках снизилась до 2 особей/ловушку, а начало лёта первой летней генерации хлопковой совки отмечено в начале 3-й декады июня с максимумом 28 июня. Дальнейший лёт хлопковой совки носил непрерывный характер до полного созревания культуры и достиг своего максимума 17 августа. В 2018 г. отмечены три четко выраженные генерации хлопковой совки с пиками лёта в конце мая и июня, и третий – в середине августа.

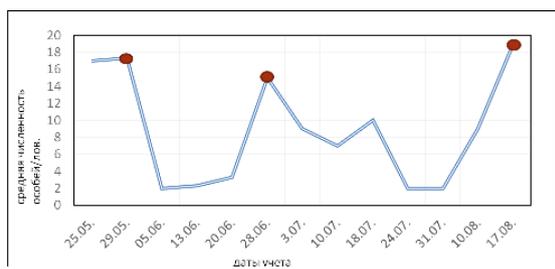


Рисунок 1 – Динамика лёта самцов хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* Нб.) (ВНИИБЗР, 2018 г.)

Для определения численности проволочников (личинки жуков-щелкунов) был проведен мониторинг щелкунов. В начале

второй декады июня были выставлены ловушки с синтетическим феромоном щелкуна кубанского (*A. tauricus*) (рис. 2).



Рисунок 2 – Феромонная ловушка для отлова самцом жука-щелкуна кубанского (*A. tauricus* Heyd.)

Установлено, что лёт самцов щелкуна крымского в феромонные ловушки начался в третьей декаде июня и составил 19,6 особей на ловушку в среднем за неделю, а максимальный пик отлова 160 экз./ловушку, был зарегистрирован 17 июля. По количеству отловленных жуков за период сезонного лёта щелкуна кубанского (21.06.2018–7.08.2018) с помощью разработанной нами математической модели была определена численность личинок (проволочников), которая составила 1,7 экз./м².

Основным характером вредоносности кукурузного стеблевого мотылька (*Os. Nubilalis*) является повреждение сердцевин стеблей. Большую часть времени гусеницы мотылька питаются скрытно, проделывая ходы внутри растений, чаще всего стеблей, куда проникают в первом – третьем возрастах. По яйцекладкам кукурузного мотылька и хлопковой совки два раза была выпущена трихограмма (*Trichogramma evanescens* West.), из расчета 3 г зараженных яиц ситотроги (150–200 тыс. экз. трихограммы) на 1 га. Затем по отрождению гусениц кукурузного стеблевого мотылька и хлопковой совки были проведены обработки препаратами Лепидоцид, П, 3 кг/га + Helicovex, 0,2 л/га, а при появлении гусениц средних возрастов этих вредителей было произведено два выпуска эктопаразита габробракона из расчета 1500–2000 особей/га (таблица).

Таблица

Биологическая эффективность комплексной защиты кукурузы от основных вредителей

Гибрид	Вид насекомого	Количество насекомых, экз. на 1 раст., по датам учетов							Биологическая эффективность, %
		июль				август		все-го	
		03	10	19	24	02	13		
Гибрид Краснодарский 291 АМВ	Кукурузный мотылек	0	0	0,3	0	0	0	0,3	74,1
	Хлопковая совка	0	0,12	0,08	0	0,3	0,7	1,2	72,2
Гибрид Краснодарский 455 МВ	Кукурузный мотылек	0	0	0,07	0	0	0	0,07	94,0
	Хлопковая совка	0	0,06	0,1	0	0,3	0,5	0,96	77,8
Контроль	Кукурузный мотылек	0,38	0,18	0,6	0	0	0	1,16	-
	Хлопковая совка	0	0,51	0,7	0,9	1,0	1,2	4,31	-

Решения о проведении защитных мероприятий принимались строго по результатам мониторинга с учетом численности вредителей, определенной по отлову самцов феромонными ловушками, визуальными наблюдениями, кошанием энтомологическим сачком, а также установления уровней эффективности энтомофагов (УЭЭ) соотношения вредителей и их энтомофагов.

Результаты, представленные в таблице, показывают, что эффективность биологической защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька составила 74,1 % на раннем гибриде и 94,0 % на позднем, хлопковой совки – 72,2 и 77,8 % соответственно.

Выводы. Таким образом, в результате полевой оценки системы биологического контроля основных вредителей кукурузы установлена удовлетворительная эффективность взаимодополняющих приемов, основанных на использовании энтомофа-

гов трихограммы и габробракона и биопрепаратов на основе энтомопатогенных бактерий и вирусов. Уточнен видовой состав вредителей кукурузы, определена динамика лёта и численности доминирующих вредителей кукурузы: хлопковой совки (*H. armigera*) и кукурузного мотылька (*Os. Nubilalis*), установлены оптимальные сроки проведения защитных мероприятий (выпуск энтомофагов – трихограммы и габробракона, обработки биопрепаратами).

При защите кукурузы от основных вредителей большое значение нужно уделять совместимости энтомофагов с биологическими и биорациональными пестицидами. Для сохранения интродуцированных и природных популяций энтомофагов и восстановления механизмов естественной биоценотической регуляции возможно преимущественное использование целого ряда экологически малоопасных препаратов, выявленных в результате исследований.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию № 075-00376-19-00 Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № 0686-2019-0009.

Список литературы

1. Фролов А.Н., Малыш Ю.М. Плотность размещения и смертность яиц младших гусениц кукурузного мотылька на растениях кукурузы // Вестник защиты растений. – 2004. – 1. – С. 15–25.
2. Darnhofer I., Lindenthal T., Bartel-Kratochvil R., Zollitsch W. Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review // Agronomy for Sustainable Development. – 2011. – 30 (1). – P. 67–81. DOI: 10.1051/agro/2009011.
3. Ширинян Ж.А., Исмаилов В.Я. Видовой состав динамики численности и полезная

роль паразитов-энтомофагов хлопковой совки в условиях юга России // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: мат-лы межд. науч.-практ. конф. – Краснодар: ФГБНУ ВНИИБЗР, 2004. – С. 302–315.

4. Фефелова Ю.А., Фролов А.Н. Факторы сезонной динамики численности хлопковой совки в Краснодарском крае // Вестник защиты растений. – 2007. – 1. – С. 20–37.

5. Bengtsson J., Ahnstrom J., Weibull A.C. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis // Journal of Applied Ecology. – 2005. – 42 (2). – P. 261–269. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x.

6. Агасьева И.С., Исмаилов В.Я. Роль биотехнологии в биологической защите растений // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – 58. – С. 67–74.

7. Агасьева И.С., Умарова А.О. Разработка приемов биологической защиты кукурузы от основных вредителей // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: мат-лы межд. науч.-практ. конф. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – С. 16–19.

8. Исмаилов В.Я., Агасьева И.С., Киль В.И., Федоренко Е.В., Беседина Е.Н., Невёдова М.В. Изучение биологических особенностей эктопаразита *Habrobracon hebetor* Say в целях оптимизации биоценотической регуляции численности вредных чешуекрылых // Наука Кубани. – 2017. – 4. – С. 26–33.

References

1. Frolov A.N., Malysh Yu.M. Plotnost' razmeshcheniya i smertnost' yaits mladshikh gusenits kukuruznogo motyl'ka na rasteniyakh kukuruzy // Vestnik zashchity rasteniy. – 2004. – 1. – С. 15–25.

2. Darnhofer I., Lindenthal T., Bartel-Kratochvil R., Zollitsch W. Conventionalisation

of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review // Agronomy for Sustainable Development. – 2011. – 30 (1). – P. 67–81. DOI: 10.1051/agro/2009011.

3. Shirinyan Zh.A., Ismailov V.Ya. Vidovoy sostav dinamiki chislennosti i poleznaya rol' parazitov-entomofagov khlopkovoy sovki v usloviyakh yuga Rossii // Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii agroekosistem: mat-ly mezhd. науч.-практ. конф. – Краснодар: ФГБНУ ВНИИБЗР, 2004. – С. 302–315.

4. Fefelova Yu.A., Frolov A.N. Faktory sezonnoy dinamiki chislennosti khlopkovoy sovki v Krasnodarskom krae // Vestnik zashchity rasteniy. – 2007. – 1. – С. 20–37.

5. Bengtsson J., Ahnstrom J., Weibull A.C. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis // Journal of Applied Ecology. – 2005. – 42 (2). – P. 261–269. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x.

6. Agas'eva I.S., Ismailov V.Ya. Rol' biotekhnologii v biologicheskoy zashchite rasteniy // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – 58. – С. 67–74.

7. Agas'eva I.S., Umarova A.O. Razrabotka priemov biologicheskoy zashchity kukuruzy ot osnovnykh vreditel'ey // Agrotekhnicheskii metod zashchity rasteniy ot vrednykh organizmov: mat-ly mezhd. науч.-практ. конф. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – С. 16–19.

8. Ismailov V.Ya., Agas'eva I.S., Kil' V.I., Fedorenko E.V., Besedina E.N., Nefedova M.V. Izuchenie biologicheskikh osobennostey ekto-parazita *Habrobracon hebetor* Say v tselyakh optimizatsii biotsenoticheskoy regul'yatsii chislennosti vrednykh cheshuekrylykh // Nauka Kubani. – 2017. – 4. – С. 26–33.

Получено: 22.04.2019 Принято: 16.09.2019
Received: 22.04.2019 Accepted: 16.09.2019