

УДК 632.937:633.15

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЭНТОМОФАГОВ ВРЕДИТЕЛЕЙ КУКУРУЗЫ

Агасьева И.С., Федоренко Е.В., Мкртчян А.О., Исмаилов В.Я.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»,
Краснодар, e-mail: mialusker22@gmail.com

Органическое сельское хозяйство имеет активное поступательное развитие во всем мире. Для успешного осуществления контроля вредителей сельскохозяйственных культур в органическом земледелии разрабатываются методы, предусматривающие использование энтомопатогенных препаратов, а также применение искусственно размноженных в биолaborаториях полезных хищных и паразитических насекомых. Важным фактором, который необходимо принимать во внимание, осуществляя подбор инсектицидов, является его токсическое действие, проявляемое по отношению к полезным организмам. Изучено влияние используемых в сельском хозяйстве химических и биологических препаратов на полезную энтомофауну агроценоза кукурузы, на основании которого установлена возможность интегрированного применения энтомофагов химических и биологических инсектицидов в технологиях органического и экологизированного земледелия. Ряд химических инсектицидов высокоэффективных в отношении вредителей особенно вредных чешуекрылых не оказался токсичным для таких массово применяемых энтомофагов, как габробракон *Habrobracon hebetor* Say, афидиус *Aphidius colemani* Vier, кокцинеллиды *Harmonia axyridis* Pallas. При обработке коконов эктопаразита *H. hebetor* Say препаратом Вертимек КЭ вылетело 72,8% насекомых, битоксибациллином 62,7% и лепидоцидом 79,8%. Препарат Кораген КС не оказывал токсического действия на эктопаразита, вылет имаго составил 100% из 91 кокона. Наиболее угнетающее действие оказал препарат децис эксперт, гибель эктопаразита составила 100%. При совместном применении паразита тлей *A. colemani* Vier и препарата Фитоверм вылетело 81,3% насекомых, препарата битоксибациллин 93,0%, лепидоцид 38,2%. В полевых условиях изучена чувствительность кокцинеллиды *H. axyridis* Pallas к препаратам Фитоверм, Вертимек, Битоксибациллин, которая выявила, что препарат Фитоверм в дозе 1,3 л/га не влиял на жизнеспособность афидофага *H. axyridis* Pallas, выживаемость имаго составила 87,7%.

Ключевые слова: биологические препараты, энтомопатогены, чувствительность насекомых к пестицидам, габробракон *Habrobracon hebetor* Say, паразит тлей *Aphidius matricaria* Hal, кокцинеллида *Harmonia axyridis* Pallas

INFLUENCE OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL PREPARATIONS UPON SURVIVAL AMONG ENTOMOPHAGES OF CORN PESTS

Agaseva I.S., Fedorenko E.V., Mkrtychyan A.O., Ismailov V.Ya.

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection,
Krasnodar, e-mail: dollkaSneba@yandex.ru

Organic agriculture is seeing an active advancement in the whole world. In order to maintain successful control over pests of agricultural plants in organic farming methods that imply implementation of entomopathogenic preparations as well as implementation of artificially-multiplied useful predator and parasite insects, are developed. An important factor that should be considered while selecting insecticides is its toxic effect upon useful organisms. Influence of the chemical and biological preparations, implemented in agriculture, upon useful entomofauna of corn agroecosystem has been studied, upon which a possibility of integrated use of entomophages of chemical and biological insecticides in technologies of organic and ecologized farming has been established. A line of chemical insecticides of highly-effective against pests, especially harmful Lepidoptera appeared to be non-toxic to such massively-implemented entomophages as *Habrobracon hebetor* Say, *Aphidius colemani* Vier, *Harmonia axyridis* Pallas. Under treatment of ectoparasite cocoons with *H. hebetor* Say with Vertimec 72.8% of insects flew out, 62.7% – for Bitoxibacillin, and 79.8% – for Lepididum. Preparation Koragen did not exert any toxic effect upon the ectoparasite, the fly-out of the imago equaled 100% of 91 cocoons. The most depressing effect was achieved pesticide DecisExpert, the death rate of ectoparasite equaled 100%. Joint application of aphid parasite *A. colemani* Vier and Fitoverm resulted in 81.3% of insects flying out, with bitoxybacillin – 93.0%, with lepidocid – 38.2%. In the field sensitivity of *H. axyridis* Pallas to Fitoverm, Vertimec, Bitoxybacillin was studied, and it revealed that Phytoverm at dose of 1.3 l/ha had no effect on the viability of aphidophage *H. axyridis* Pallas, survival rate of imago equaled 87.7%.

Keywords: biological preparations, entomopathogens, insect sensitivity to pesticides, *Habrobracon hebetor* Say, parasite of aphids *Aphidius matricaria* Hal, coccinellida *Harmonia axyridis* Pallas

Развитие технологий органического и экологизированного растениеводства как в мире, так и в России предопределяет особый интерес к исследованиям чувствительности энтомофагов как к химическим, так и к биологическим средствам защиты растений. В результате реализации этих иссле-

дований может быть решен целый ряд актуальных задач, ранее слабо изученных или не изученных совсем [1, 2]. Во-первых, открываются широкие возможности повышения эффективности биологической защиты растений за счет интеграции биопрепаратов и энтомофагов. Во-вторых, определится

ассортимент синтетических пестицидов, нетоксичных для интродуцируемых (искусственно разведенных) и природных популяций энтомофагов, что значительно расширяет возможность интегрированной защиты растений. И наконец, эти исследования позволяют решить фундаментальные проблемы, связанные с механизмами естественной биоценотической регуляции, способами ее восстановления и управления [3].

Нередко в полевых условиях возникают ситуации, когда природные энтомофаги не в состоянии самостоятельно сдерживать численность вредителя на хозяйственно неощутимом уровне. Причиной этому могут быть асинхронность фенологии фитофага и энтомофага или очень низкая численность последнего после перезимовки, что способствует неконтролируемому размножению и вредным видам. Но одной из главных причин является использование традиционных химических пестицидов, приводящих к гибели полезной энтомофауны и одновременно не влияющих на численность фитофагов в связи с формированием в их популяциях резистентности ко многим инсектицидам [4–7]. В связи с чем возникает необходимость в дополнительных выпусках энтомоакарифагов применением биологических и биорациональных средств защиты растений, которые бы не оказывали негативного воздействия на численность полезных членистоногих.

Известно, что при обработке агроценозов синтетическими препаратами, наряду с вредителями, массово гибнут и энтомофаги, поэтому переход на биологическую защиту открывает широкие возможности одновременного использования биопрепаратов и энтомофагов [8].

Применение химических пестицидов влияет не только на численность вредных насекомых, но и на общее заселение посевов членистоногими. Степень воздействия токсикантов в значительной степени связана с особенностями сезонной активности энтомофагов, а также с их биологией, этологией и механизмами действия и токсичностью препарата [9, 10]. Гибель полезных членистоногих наиболее ощутима в многолетних насаждениях (сады, виноградники), так как эти ценозы представлены большим количеством видов фитофагов и их энтомофагов, играющих важную роль в регулировании численности первых. Установлено, что применение инсектицидов различных классов приводит к массовой гибели хищных жужелиц и клопов, кокциnellид, зла-

тоглазок, мух-сирфид и тахин, трихограмматид, ихневмонид, браконид и других полезных видов. На посевах однолетних культур энтомофаги также представлены значительным числом видов (на озимой пшенице – до 200, горохе – 300). На одном гектаре картофельного поля встречается от 2000 до 3400 сирфид; 2400–4800 жужелиц, более 720 хищных пауков, которые почти все погибают при применении химических инсектицидов [11].

Отмечено негативное влияние обработки посевов пшеницы инсектицидами против клопа вредная черепашка на энтомофагов из семейств жужелиц, кокциnellид и теленомин. Фунгициды и гербициды, как правило, оказывают значительно меньшее негативное воздействие на энтомофагов в сравнении с инсектицидами [11].

Кукуруза – одна из наиболее уязвимых культур к вредителям. Из них наибольший ущерб наносят стеблевой кукурузный мотылек *Ostrinia nubilalis* L., хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hb, черная кукурузная тля *Rhopalosiphum maidis* Fitch, проволочники (Coleoptera, Elateridae).

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. Против черной кукурузной тли *R. maidis* эффективным биоагентом является *Aphidius colemani* Vier, *Harmonia axyridis* Pallas [12].

Целью настоящей работы является изучение чувствительности энтомофагов основных вредителей кукурузы к биологическим и химическим средствам защиты растений кукурузы и разработка на этой основе систем защиты культуры для технологий экологизированного и органического земледелия.

Материалы и методы исследования

Исследования по определению совместимости химических, биологических и биорациональных препаратов с энтомофагами в лабораторных условиях проводили на коконах *H. hebetor* и мумиях тлей, зараженных *A. colemani*. В качестве насекомого-хозяина для лабораторного культиви-

рования габробракона использовали гусениц средних возрастов вошинной огневки (*Galleria mellonella* L), которых помещали в 0,5 л стеклянные банки и заражали паразитом. Банки затягивали бязевой салфеткой с ватным тампоном, смоченным 20%-ным раствором сахара для подкормки энтомофага, и помещали в термостат с температурой (+28 – 30)°С. Через 7–8 дней после заражения образовывались коконы, которые в трехкратной повторности обрабатывали препаратами, рекомендуемыми для защиты кукурузы от чешуекрылых вредителей, опыт закладывали. Обработку проводили препаратами Лепидоцид СК («Сиббиофарм» Россия) с нормой расхода 2 л/га; Битоксибациллин П (БА – 1500 ЕА/мг) («Сиббиофарм» Россия) с нормой расхода 4 кг/га; Вертимек КЭ; 18 г/л («Syngenta AG», Швейцария) с нормой расхода 1,2 л/га; Helicovex СК, (7,5*10¹² полиэдролов/л) («Andermatt Biocontrol AG», Швейцария) с нормой расхода 200 мл/га, Инсегар, ВДГ; («Syngenta AG», Швейцария) при норме расхода 0,6 кг/га, Атаброн, КС; (ИСК Биосайенсис, Бельгия) с нормой расхода 0,75 л/га, Кораген, КС; («Дюпон Наука и Технологии» США) с нормой расхода 0,1 л/га, Децис Эксперт, КЭ; 100 г/л (Bayer AG, Германия) с нормой расхода 0,1 л/га. Рабочим раствором препаратов обрабатывали опытные варианты с коконами габробракона, контрольные дистиллированной водой.

Для разведения афидиуса использовали злаковую тлю *Schizaphis graminum*, которую разводили на проростках пшеницы. После инокуляции пшеницы злаковой тлей на 3–4 сутки заражали афидиусом *A. colemani* Vier., образовавшиеся мумии обрабатывали препаратами: Фитоверм, КЭ («Фармбиомед», Россия) с нормой расхода 1,3 л/га; Битоксибациллин, П, («Сиббиофарм», Россия) с нормой расхода 3 кг/га; Лепидоцид, СК; («Сиббиофарм» Россия) с нормой расхода 2 л/га, Актара, ВДГ; («Syngenta AG», Швейцария) при норме расхода 0,2 кг/га.

Опыты по изучению чувствительности кокцинеллиды *H. axyridis* проводили на опытных делянках ВНИИБЗР на растениях кукурузы поврежденных тлей. Фитоверм (концентрат эмульсии – КЭ, 2 г/л) («Фармбиомед», Россия) с нормой расхода 1,3 л/га соответственно и Битоксибациллин (порошок – П, биологическая активность БА-1500 ЕА/мг) («Сиббиофарм», Россия) с нормой расхода 3 кг/га Вертимек КЭ; 18г/л («Syngenta AG», Швейцария) с нормой расхода 1,2 л/га. Учет численно-

сти кокцинеллиды проводили до обработки и после. Рабочим раствором биопрепарата обрабатывали опытные делянки с энтомофагами, используя ранцевый гидравлический опрыскиватель.

Статистическую обработку результатов проводили по общепринятой методике (23) с применением компьютерной программы Statistica 12.6.

Результаты исследований и их обсуждение

В задачу исследований входило изучение чувствительности эктопаразита *H. hebetor* к биологическим и химическим препаратам. Препараты испытывались в производственных нормах расхода, применяемые при защите сельскохозяйственных культур от вредителей. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Как видно из данных, представленных в табл. 1, гибель лабораторной популяции эктопаразита габробракона от биорационального инсектицида Вертимек, КЭ составила 27,2%, от биопрепаратов на основе βt Битоксибациллина, П 37,3% и Лепидоцида, СК 20,2%. Не менее интересными оказались данные по препарату Кораген, КС рекомендуемому для борьбы с хлопковой совкой и другими вредными чешуекрылыми вредителями. При изучении чувствительности габробракона к инсектициду Кораген, КС вылет имаго паразита составил 100% из 91 кокона. Биопрепарат Helicovex, СК на основе вируса ядерного полиэдроза хлопковой совки не токсичен для эктопаразита *H. hebetor*. Вылет имаго после обработки составил 100%, что говорит о полной совместимости энтомофага и вирусного препарата в системах биологической защиты кукурузы, сои, томатов от хлопковой совки. Наиболее угнетающее действие оказал препарат Децис Эксперт, КЭ гибель эктопаразита составила 100%.

Результаты испытаний по изучению чувствительности паразита тлей *A. colemani* к биологическим и химическим препаратам представлены в табл. 2.

Изучена чувствительность паразита тлей *A. colemani* к биологическим и химическим препаратам. При совместном применении паразита и препарата Фитоверм, КЭ вылетело 81,3% насекомых, препарата Битоксибациллин, П 93,0%, Лепидоцид, СК 38,2%. При применении препарата актара вылет афидиуса составил 12 особей из 180 мумий.

Таблица 1

Чувствительность эктопаразита *H. hebetor* к биологическим и химическим инсектицидам

Вариант	Норма расхода, л/га, кг/га	Количество коконов до обработки, экз.	Вылетело имаго по дням учета, экз			Всего	В процентах от исходной численности, %
			3	5	7		
Лепидоцид, СК	2,0	69,2	10,2 ± 2,1	37,6 ± 1,6	7,4 ± 1,8	55,2 ^{ab}	79,8
Битоксибациллин, П	4,0	46,6	6,8 ± 1,5	19,3 ± 3,4	3,1 ± 2,3	29,2 ^a	62,7
Вертимек, КЭ	1,2	64,0	9,6 ± 2,4	32,5 ± 1,8	4,5 ± 1,1	46,6 ^{bc}	72,8
Helicovex, СК	200	83,4	22,5 ± 3,7	39,6 ± 2,1	21,3 ± 3,4	83,4 ^{ab}	100
Инсегар, ВДГ	0,6	80,3	14,7 ± 1,5	51,9 ± 3,3	12,4 ± 1,1	79,0 ^c	98,4
Атаброн, КС	0,75	76,2	24,8 ± 3,2	44,3 ± 1,3	9,9 ± 1,6	76,2 ^c	100
Кораген, КС	0,1	91,0	22,5 ± 2,2	54,0 ± 1,9	14,5 ± 3,1	91,0 ^{ab}	100
Децис Эксперт, КЭ	0,1	87,5	0	0	0	0 ^a	0
Контроль	–	93,0	20,9 ± 1,6	56,2 ± 4,2	13,9 ± 2,3	93,0 ^c	100

Примечание. Между вариантами, обозначенными одинаковыми буквенными индексами, при сравнении в пределах столбца нет статистически верных различий по критерию Дункана при уровне вероятности 95 %.

Таблица 2

Изучение чувствительности паразита *A. colemani* к биологическим и химическим препаратам

Вариант	Норма расхода, л/га, кг/га	Количество мумий до обработки, экз.	Количество вылетевшего паразита по дням учета, экз.			Всего	Количество вылетевших паразитов, %
			3	5	7		
Фитоверм, КЭ	1,3	198 ± 4,5	48 ± 2,3	96 ± 3,5	17 ± 2,3	161	81,3
БТБ, П	3,0	186 ± 3,4	39 ± 4,7	79 ± 2,3	55 ± 1,8	173	93,0
Лепидоцид, СК	2,0	178 ± 2,6	28 ± 2,4	21 ± 3,4	1,9 ± 1,3	68	38,2
Актара, ВДГ (химический эталон)	0,2	180 ± 3,8	4 ± 1,6	8 ± 1,7	0,0	12	6,6
Контроль	Вода дист.	194 ± 4,4	65 ± 3,5	105 ± 4,5	17 ± 2,5	187	96,3



Тля зараженная афидиусом (природная популяция) на кукурузе (опытное поле ВНИИБЗР, 2017 г.)

препарат Фитоверм КЭ в дозе 1,3 л/га не влиял на жизнеспособность афидофага *H. axyridi*, выживаемость имаго составила 87,7%. Личинки старших возрастов оказались устойчивыми к действию препарата. Фитоверм КЭ оказывает токсичное действие на младшие возраста личинок кокциnellид, а при обработке яиц наблюдалось отрождение личинок, а затем 100%-ная гибель по сравнению со 100%-ной выживаемостью в контроле. Препарат Вертимек КЭ оказался нетоксичным для афидофага. В качестве эталона применяли препарат Актара ВДГ, на котором наблюдалась 100%-ная гибель насекомых. Применение Битоксибациллина П и Вертимека КЭ открывает широкие возможности борьбы с вредителями при сохранении основного запаса энтомофагов.

Выводы

В полевых условиях изучена чувствительность кокциnellиды *H. axyridis* к препаратам Фитоверм КЭ, Вертимек КЭ, Битоксибациллин П, которая выявила, что

1. При защите кукурузы от основных вредителей большую роль нужно уделять совместности энтомофагов с биологиче-

скими 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.

2. Для защиты кукурузы от хлопковой совки, кукурузного мотылька и черной кукурузной тли совместно с энтомофагами габробраконом, афидиусом и кокцинеллидой рекомендуется применение биопрепаратов Helicovex СК; Битоксибациллин П; Лепидодид СК и биорациональных пестицидов Вертимек КЭ, Фитоверм, КЭ для органического земледелия.

3. Препараты Кораген КС, Инсегар ВДГ, Атаброн КС, для экологизированного земледелия, так как данные препараты не оказывают угнетающего действия на агроценоз и могут быть использованы совместно с выпусками энтомофагов.

Список литературы / References

1. Аистова Е.В., Безбородов В.Г., Гуськова Е.В., Рогатых Д.Ю. Формирование трофических связей аборигенных видов жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) с *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) в условиях Приморского края России // Зоологический журнал. 2014. Т. 93. № 8. С. 960–966. DOI: 10.7868/S0044513414060026.
1. Aistova E.V., Bezborodov V.G., Guskova E.V., Rogatnykh D.Yu.. Formation of trophic relations of native leaf-beetle species (Coleoptera, Chrysomelidae) with *Ambrosia Artemisiifolia* (Asteraceae) in Primorsky krai of Russia // Zoologicheskij zhurnal. 2014. T. 93. № 8. P. 960–966. DOI: 10.7868/S0044513414060026 (in Russian).
2. Есипенко Л.П., Савва А.П., Замотайлов А.С., Федотова Н.В., Готовчикова А.А. Адвентивный сорняк американского происхождения *Ambrosia artemisiifolia* L. как источник аллергии на Юге России и перспективные приемы его подавления // Труды Кубанского аграрного университета. 2016. № 58. С. 112–120.
2. Esipenko L.P., Savva A.P., Zamotajlov A.S., Fedotova N.V., Gotovchikova A.A. Adventive weed of the American origin *Ambrosia artemisiifolia* L. as a source of allergies in Southern Russia and advanced methods of its control // Trudy` Kubanskogo agrarnogo universiteta. 2016. № 58. P. 112–120 (in Russian).
3. Москаленко Г.П. Карантинные сорные растения России. М.: Росгоскарантин, 2001. 280 с.
3. Moskalenko G.P. Quarantine weed plants of Russia. M.: Rosgoskarantin, 2001. 280 p. (in Russian).
4. Злотин А.З. Техническая энтомология. Справочное пособие. Киев: Наукова думка, 1989. 183 с.
4. Zlotin A.Z. Technical entomology. Handbook. Kiev: Naukova dumka, 1989. 183 p. (in Russian).
5. Есипенко Л.П. Использование насекомых-фитофагов в борьбе с амброзией полыннолистной в агроценозах Юга России // Земледелие. 2013. № 5. С. 39–40.
5. Esipenko L.P. Usage of phytophagous insects in the fight against *Ambrosia artemisiifolia* on the agricultural lands of southern Russia // Zemledelie. 2013. № 5. P. 39–40 (in Russian).
6. Gerber E., Schaffner U., Gassmann A., Hinz H.L., Seier M., Muller-Scharer H. Prospects for biological control of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe: learning from the past. Weed Research, 2011. Vol. 51. P. 559–573.
7. Ковалев О.В., Тютюнов Ю.В., Ильина Л.П., Бердников С.В. Об эффективности интродукции американских насекомых-фитофагов амброзии (*Ambrosia artemisiifolia* L.) на юге России // Энтомологическое обозрение. 2013. Т. 92. Вып. 2. С. 251–264.
7. Kovalev O.V., Tyutyunov Yu.V., Iljina L.P., Berdnikov S.V. On the efficacy of introduction of American insects feeding on the common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in the south of Russia // Entomological Review. 2013. T. 93. No 8. P. 962–973. DOI: 10.1134/S0013873813080046.
8. Ковалев О.В., Тютюнов Ю.В. Роль уединенных популяционных волн в обеспечении эффективности интродукции насекомых-фитофагов при подавлении заносных сорных растений // Энтомологическое обозрение. 2014. Т. 93. № 1. С. 16–29.
8. Kovalev O.V., Tyutyunov Yu.V. The Role of Solitary Population Waves in Efficient Suppression of Adventive Weeds by Introduced Phytophagous Insects // Entomological Review. 2014. Vol. 94. No. 3. P. 310–319. DOI: 10.1134/S0013873814030026.
9. Матишов Г.Г., Есипенко Л.П., Ильина Л.П., Агасьева И.С. Биологические способы борьбы с амброзией в антропогенных фитоценозах юга России. Ростов н/Д., 2011. 144 с.
9. Matishov G.G., Esipenko L.P., Ilina L.P., Agaseva I.S. Biological ways of fight against an ambrosia in anthropogenic fitotsenoza of the South of Russia. Rostov n/D., 2011. 144 p. (in Russian).
10. Эдельман Н.М. Массовое разведение насекомых-фитофагов. М.: ВИНТИ, 1972. С. 120–201.
10. Edelman N.M. Mass cultivation of insects phytophages. M.: VINTI, 1972. P. 120–201 (in Russian).
11. Агасьева И.С., Федоренко Е.В., Исмаилов В.Я., Ермоленко С.А. Способ производства питательной среды для разведения асбросиевой совки *Tarachidia candefacta* Hubn. // Патент РФ 2628793. 2017. Бюл. № 24.