

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ИНСЕКТИЦИДАМ ЭХИНОТРИПСА АМЕРИКАНСКОГО (*Echinothrips americanus* Morgan) (Thysanoptera: Thripidae)

© 2019 г. Е. М. Мунтян^{1,*}, М. Г. Батко¹, Н. А. Тодираш²

¹ Институт генетики, физиологии и защиты растений АН Молдовы
Кишинев, ул. Пэдурий, 20, MD-2002, Республика Молдова

² Кишиневский ботанический сад (институт)
Кишинев, ул. Пэдурий, 18, 2002, Республика Молдова

*E-mail: moontyane@yahoo.com

Поступила в редакцию 11.03.2019 г.

После доработки 16.03.2019 г.

Принята к публикации 08.08.2019 г.

Оценили чувствительность тепличной популяции эхиотрипса американского *Echinothrips americanus* Morgan к фосфорорганическому, пиретроидным, неоникотиноидным и авермектиновому инсектицидам. На основе анализа индексов токсичности инсектицидов установлено, что наиболее токсичными для трипсов были абамектин и тиаметоксам. Несмотря на низкие индексы токсичности диметоат, имидаклоприд и циперметрин продолжают сохранять эффективность в отношении имаго вредителя. Индекс токсичности бифентрина был <1, что переводит его в разряд нетоксичных для имаго *E. americanus* химических веществ. Обсуждали тактику использования данных инсектицидов против молдавской популяции *E. americanus*.

Ключевые слова: чувствительность к инсектицидам, эхиотрипс американский, *Echinothrips americanus* Morgan.

DOI: 10.1134/S0002188119110097

ВВЕДЕНИЕ

Эхиотрипс американский *Echinothrips americanus* (Morgan) – вредитель цветочно-декоративных и овощных культур в теплицах многих стран Западной и Восточной Европы, России, США, Канады, Китая [1–6]. В Республике Молдова – это новый представитель отряда Thysanoptera, впервые обнаруженный в 2013 г. на субтропических растениях в теплице Ботанического сада г. Кишинева [7]. В настоящее время, принимая во внимание субтропическое происхождение этого вида трипсов, *E. americanus* представляет опасность только для растений закрытого грунта. Однако при совместном культивировании в теплицах декоративных растений и рассады овощных культур, *E. americanus* способен причинить значительный экономический ущерб культурам огурца, фасоли, перца, тыквы, дыни, выращиваемым в открытом грунте Молдовы.

В теплицах для контроля эхиотрипса американского используют такой же набор приемов и средств, как и для других экономически значимых Thysanoptera (*Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella intonsa*). Проводят необходи-

мые агротехнические мероприятия, раннее выявление и мониторинг плотности популяции *E. americanus* ведут с помощью клеевых ловушек зеленого цвета и растений-индикаторов, в качестве которых используют растения кислицы (*Oxalis* sp.) или фасоли (*Phaseolus* sp.) [4]. В ряде случаев на овощных и цветочно-декоративных культурах высокую биологическую эффективность в борьбе с вредителем проявляют хищные членистоногие: клопы родов *Macrolophus* (*M. caliginosus*, *M. nubilis*) и *Orius* (*O. insidiosus*, *O. majusculus*, *O. laevigatus*, *O. strigicollis*); трипс *Frankliniella vespiformis* и златоглазки *Chrysopa* sp. [6, 8, 9]. Однако, несмотря на определенные успехи, достигнутые при использовании биологических средств, ведущую роль при контроле численности вредных трипсов играет химический метод. Сразу после обнаружения в теплицах *E. americanus* против него начинают использовать инсектициды. С течением времени в этих теплицах формируются резистентные к химическим препаратам популяции вредителя. В настоящее время известны популяции *E. americanus*, резистентные к практически всем используемым в теплицах инсектицидам: пиримифос-метилу, дихлофосу, малатиону,

циперметрин, бифентрин, тиаметоксам, имидаклоприду, абамектину [10–12].

Для популяции эхинотрипса американского, обитающей в теплицах Кишиневского ботанического сада, характерна низкая эффективность химических обработок. В этом биоценозе в весенне-летний период против комплекса сосущих вредителей (тепличной белокрылки, обыкновенного паутинного и красного тепличного клещей, щитовок, червецов), и в том числе против трипсов, проводили регулярные обработки инсектоакарицидами. При этом применяли препараты на основе циперметрина, бифентрина, ацетамиприда, спиродиклофена, а также пирипроксифена. Однако на протяжении как минимум 5-ти лет (с момента выявления эхинотрипса) не удалось истребить этого вредителя. Более того, происходит широкая экспансия вредителем растений в теплице. По данным мониторинга, проведенного в 2016 и 2018 гг., список растений, заселенных *E. americanus*, увеличился с 4-х видов, относящихся к 4-м семействам, до 15-ти видов, принадлежащих к 12-ти семействам [13]. Эти факты косвенно свидетельствуют о развитии у вредителя резистентности к применяемым инсектицидам.

Цель работы — изучение чувствительности эхинотрипса американского к инсектицидам, зарегистрированным в республике Молдова: фосфорорганическому (диметоату), пиретроидным (циперметрин, бифентрин), неоникотиноидным (имидаклоприду, тиаметоксам) и микробиологического происхождения (абамектин). Это позволит выбрать наиболее эффективные инсектициды и провести корректировку системы защитных мероприятий с целью контроля и сдерживания развития резистентности у *E. americanus*.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использовали самок эхинотрипса американского, отловленных в 2018 г. на растениях каллы (*Calla aethiopica* L.), в теплице с субтропическим климатом Ботанического сада г. Кишинева. В лаборатории трипсов разводили на растениях фасоли при температуре 25°C и естественном фотопериоде. Оценивали чувствительность трипсов к фосфорорганическому инсектициду диметоату (препарат Би-58 40% КЭ, “BASF” Германия), пиретроидом: циперметрин (препарат арриво 25% КЭ, “ФМС”, США), бифентрин (препарат талстар 10% КЭ, “ФМС”, США); неоникотиноидом: тиаметоксам (препарат актара 25% ВРГ, “Singenta”, Швейцария) и имидаклоприду (препарат конфидор 20% КЭ, “Bayer Crop Science”, Германии); авермектином: абамектин (препарат вертимек 1.8% КЭ, “Singenta”, Швейцария).

Действие инсектицидов на имаго трипсов определяли, обрабатывая кормовой субстрат и экспозиметры водными растворами инсектицида различной концентрации. Листья фасоли на 10 с погружали в растворы инсектицида и переносили в пенициллиновые пузырьки с водой, защищенные пленкой “Parafilm” для предотвращения испарения влаги. В качестве экспозиметров использовали стеклянные стаканы объемом 1.0 л, которые предварительно ополаскивали растворами инсектицида. Листья и экспозиметры просушивали под тягой. Затем листья устанавливали в экспозиметры. В контроле листья фасоли обрабатывали водой. Сбор вредителя с кормовых растений фасоли проводили эксгаустером в отдельные конические (10 мл) пробирки с вкладышами, сделанными из вощеной бумаги. Пробирки с насекомыми помещали в экспозиметры, вкладыши осторожно вынимали пинцетом и экспозиметры закрывали хлопчатобумажной тканью. В опытах тестировали не менее 5 концентраций инсектицида и 15–30 самок трипса в каждой из 4-х повторностей. Учет смертности вредителя проводили для фосфорорганического и пиретроидных инсектицидов через 24 ч, для неоникотиноидов и авермектинов — через 72 ч.

Среднелетальные концентрации инсектицидов (CK_{50} и CK_{95}) вычисляли методом пробит-анализа Миллера–Тейнтера с учетом гибели насекомых в контроле. Величины CK_{50} и CK_{95} выражали в мг д.в./л. Определение достоверности различий проводили с помощью *t*-критерия Стьюдента. Во всех случаях был принят 5%-ный уровень значимости [14]. Определяли также индексы токсичности инсектицидов согласно методике Долженко [15]. Производственную концентрацию инсектицидов выражали в мг д.в./л раствора, используя при расчетах норму расхода рабочей жидкости 1000 л/га.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среднелетальные концентрации диметоата для молдавской популяции эхинотрипса американского составили 70 и 302 мг д.в./л соответственно (табл. 1). Не располагая данными токсикологического анализа чувствительной популяции этого вида трипсов, нельзя было рассчитать величины фактора резистентности инсектицида. В то же время сравнительный анализ литературных источников по нормальной (видовой) чувствительности трипсов к инсектицидам фосфорорганической группы показал, что для табачного трипса CK_{50} и CK_{95} , для диметоата, фозалона и малатиона составляли всего 1–2.4 и 5.0–7.5 мг д.в./л соответственно. Менее чувствительными были *T. tabaci* и *F. occidentalis* к фосфорорганическому

соединению (ФОС) пиримифос-метилу: величины их $СК_{50}$ и $СК_{95}$ составили 10 и 20–30 мг д.в./л соответственно. В то же время для *Frankliniella intonsa* была характерна высокая чувствительность к этому веществу ($СК_{50} = 0.3$ мг д.в./л) [16]. Для чувствительной популяции табачного трипса из Новой Зеландии была характерна более высокая чувствительность к ФОС диазинону с $СК_{50} = 44$ мг д.в./л [17]. В теплицах Ботанического сада Санкт-Петербурга в 2013 г. у эхинотрипса американского были определены токсикологические показатели по отношению к ФОС: для пиримифос-метила и малатиона величины $СК_{50} = 110$ и 172 мг д.в./л соответственно, а $СК_{95}$ достигли уровня 865 и 3650 мг д.в./л, что приближало, а в случае малатиона — превышало рекомендованные производственные концентрации этих фосфорорганических препаратов [12]. Согласно данным, полученным нами, популяция эхинотрипса американского Кишиневского ботанического сада сохранила чувствительность к диметоату, поскольку индекс токсичности этого ФОС составил 4.3 (табл. 2).

Среднелетальные концентрации циперметрина и бифентрина для *E.* были равны $СК_{50} = 11.5$ и 10.6 мг д.в./л, $СК_{95} = 107$ и 120 мг д.в./л соответственно (табл. 1). Для эхинотрипса американского из Санкт-Петербурга были получены другие величины СК для этих пиретроидов. Для циперметрина величина $СК_{50}$ была больше в 2.5 раза, $СК_{95}$ — в 8.0 раз, чем в нашем исследовании. Кроме того, молдавскую популяцию вредителя отличали от Санкт-Петербургской популяции более высокие величины СК (в 4 раза), определенные для бифентрина [12]. Эти показатели для пиретроидов у чувствительной популяции табачного трипса были не больше 0.03 мг д.в./л — $СК_{50}$ и 0.25 мг д.в./л — $СК_{95}$ [16]. Более высокая величина $СК_{50}$ (0.238 мг д.в./л) в отношении циперметрина для чувствительной линии табачного трипса приведена японскими авторами [18]. Расчеты индекса токсичности (ИТ) для циперметрина и бифентрина выявили разный уровень чувствительности у молдавской популяции *E. americanus* к пиретроидам. Циперметрин для имаго трипсов остается токсичным веществом, его ИТ равнялся 1.87, к бифентрину у особей популяции, вероятно, развилась резистентность (ИТ = 0.5). Анализ токсикологических параметров популяции *E. americanus*, определенных в отношении пиретроидов, показал большой разрыв между величинами $СК_{50}$ и $СК_{95}$ и относительно маленькие углы наклонов b-пробит-линий. Это характерно для процесса формирования в популяциях резистентности к химическим соединениям. Ранее сообщали о снижении эффективности бифентрина для болгарской популяции эхинотрипса американского

Таблица 1. Чувствительность имаго *E. americanus* к некоторым инсектицидам

Инсектицид, д.в.	Показатели токсичности инсектицида			
	<i>n</i>	<i>b</i>	$СК_{50}$	$СК_{95}$
Диметоат	489	2.62 ± 0.74	$\frac{70}{62-80}$	$\frac{302}{252-340}$
Циперметрин	650	1.7 ± 0.14	$\frac{11.5}{9.6-13.8}$	$\frac{107}{88-125}$
Бифентрин	547	1.55 ± 0.18	$\frac{10.6}{8.4-13.1}$	$\frac{120}{94.6-150}$
Имидаклоприд	547	1.54 ± 0.13	$\frac{7.6}{6.3-9.1}$	$\frac{83}{69.5-100}$
Тиаметоксам	477	3.02 ± 0.39	$\frac{3.2}{3.8-2.7}$	$\frac{11.5}{9.85-13.4}$
Абамектин	331	1.01 ± 0.11	$\frac{0.024}{0.014-0.04}$	$\frac{0.96}{0.58-1.6}$

Примечания. 1. *n* — общее число насекомых, использованных в опытах, *b* — коэффициент регрессии и стандартное отклонение. 2. Над чертой — $СК$ — среднелетальные концентрации (мг д.в./л), под чертой — доверительные интервалы при $P = 0.05$.

Таблица 2. Токсичность некоторых инсектицидов для имаго *E. americanus*

Инсектицид, доза	ПК, мг д.в./л	Индекс токсичности (ИТ) инсектицида
Би-58, 400 г диметоата/л	1300	4.3
Арриво, 250 г циперметрина/л	200	1.87
Талстар, 100 г бифентрина/л	60	0.5
Конфидор, 200 г имидаклоприда/л	300	3.6
Актара, 250 г тиаметоксама/кг	200	17.4
Вертимек, 1.8 г абамектина/л	30	31

Примечание. Индекс токсичности (ИТ) инсектицида — отношение производственной концентрации инсектицида к величине $СК_{95}$ [15], ПК — производственная концентрация инсектицида (мг д.в./л раствора), исходя из нормы расхода рабочей жидкости 1000 л/га.

[2]. Утрата токсичности бифентрином в отношении молдавской популяции вредителя, очевидно, определяется особенностями применения пестицидов. В теплицах Кишиневского ботанического

сада для борьбы с вредными членистоногими отдавали предпочтение бифентрину, который в отличие от циперметрина является инсектоакарицидом и поэтому его чаще использовали не только против насекомых, но и против паутиных клещей.

При определении чувствительности *E. americanus* к неоникотиноидам имидаклоприду и тиаметоксаму были получены низкие величины СК (табл. 1), которые близки к показателям чувствительной популяции *Thrips tabaci* [16]. Например, СК₅₀ для имидаклоприда и тиаметоксама у табачного трипса не превышали 5 мг д.в./л. В соответствии с рассчитанными ИТ (табл. 2), оба неоникотиноида высокоэффективны против эхиотрипса американского. Особенно это касается тиаметоксама, у которого был зафиксирован высокий ИТ, равный 17. Это отличает молдавскую популяцию *E. americanus* от тепличной популяции вредителя, выявленной в России. По данным [12], у российской популяции эхиотрипса ИТ для тиаметоксама составлял 0.06.

Микробиологический препарат на основе авермектинов — вертимек (д.в. абамектин) проявил себя в отношении *E. americanus* как высокоэффективный инсектицид. При концентрации всего лишь 1 мг д.в./л абамектин обеспечивал гибель 95% особей эхиотрипса американского. Расчеты показали, что при использовании производственной концентрации инсектицида ИТ абамектина для молдавской популяции *E. americanus* составлял 31. Высокая токсичность абамектина была также отмечена для других популяций этого вредителя [11, 12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Случайно завезенный в конце 1990-х гг. из Америки в европейские теплицы *E. americanus* на протяжении многих лет продолжает подвергаться химическим обработкам. Из-за специфики тепличного производства (культивирования растений и, следовательно, вредителей в ограниченном пространстве теплицы, отсутствия притока в популяцию особей с нормальной видовой чувствительностью к инсектицидам, большое число поколений) у *E. americanus* высока вероятность быстрого развития резистентности к пестицидам. Среди протестированных инсектицидов наиболее токсичным для фитофага являлся инсектоакарицидный препарат вертимек на основе абамектина. Высокий индекс токсичности (ИТ) свидетельствовал о его значительном токсическом потенциале в борьбе с этим вредителем.

Неоникотиноиды также проявили себя эффективными инсектицидами: препарат актара (д.в. тиаметоксам) с относительно высоким ИТ

может быть рекомендован для включения в схему ротации инсектицидов при контроле *E. americanus* в теплицах Ботанического сада. *E. americanus* сохранил чувствительность к фосфорорганическому инсектициду — препарату Би-58 (д.в. диметоат), что, по-видимому, было следствием отказа от применения в теплицах в последние 5 лет фосфорорганических инсектицидов. Однако относительно высокие величины СК для диметоата при сравнении с известными видовыми характеристиками других представителей бахромчатокрылых позволяют предположить, что в популяции фитофага есть особи, утратившие нормальную видовую чувствительность к этому химическому соединению. Поэтому использование этого фосфорорганического соединения в теплицах должно быть лимитировано.

Таким образом, токсикологические характеристики молдавской популяции *E. americanus* свидетельствовали о чувствительности вредителя к большинству изученных инсектицидов. При этом у эхиотрипса американского величины СК инсектицидов были близки к показателям, полученным для чувствительных популяций табачного трипса. Исключение составил инсектицид талстар (д.в. бифентрин). Очевидно, что к этому пиретроиду в силу его чрезмерного применения в теплице у особей вредителя развилась резистентность. Индекс токсичности этого инсектицида был <1, что переводит его в разряд нетоксичных для имаго эхиотрипса химических веществ. Целесообразен отказ от его применения в теплице, поскольку его использование приведет к дальнейшему росту в популяции резистентных особей и неоправданным финансовым расходам. В теплицах необходимо также ограничить применение пиретроидных препаратов с действующим веществом циперметрином, т.к. это вещество имеет низкий индекс токсичности. Известно, что чувствительные к этому пиретроиду популяции трипсов характеризуются индексами токсичности >200 [16].

Особое внимание следует обратить на тот факт, что *E. americanus* является инвазивным видом, который проник в Молдову, уже обладая определенным уровнем устойчивости к инсектицидам. Для эффективной борьбы с ним и недопущения дальнейшего развития резистентности необходим предварительный мониторинг чувствительности вредителя к широкому спектру инсектицидов. Только после такой оценки правомерен ввод или замена используемых в теплице препаратов на препараты новых химических групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vierbergen G. *Echinothrips americanus* Morgan, a new thrips in Dutch greenhouse (Thysanoptera: Thripidae) // Proc. Sect. Exper. Appl. Entomol. Netherlands Entomol. Soc. (N.E.V.). 1998. V. 9. P. 155–160.
2. Karadjova O., Krumov V. *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae), a new pest of the Bulgarian greenhouses. // Proc. Inter. Sci. Conf. 2003. V. 50. P. 1–2.
3. Zhu L. The discovery and biology of the invasive thrips *Echinothrips americanus* in China // Biological invasions, ecological safety and food security: 2nd Inter. Congr. on Biological Invasions. Ongdao, China, 2013. P. 260.
4. Сухорученко Г.И., Иванова Г.П., Кудряшова Л.Ю. Американский трипс (*Echinothrips americanus* Morgan) — новый адвентивный вредитель культур защищенного грунта в России // Вестн. защиты раст. Прилож. № 19 / Под ред. Гричанова И.Я. СПб.: ВИЗР, 2016. 96 с.
5. Orosz S., Déliás D., Balog E., Tóth F. Investigation of Thysanoptera populations in Hungarian greenhouses // Acta Universitatis Sapientiae Agricult. Environ. 2017. V. 9. P. 140–158.
6. Pijnacker J., Leman A., Vangansbeke D., Wackers F. *Echinothrips americanus*: A bottleneck for integrated pest management in ornamentals? // Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent Univer. 2017. V. 82/2. P. 105–111.
7. Мунтян Е.М., Батко М.Г., Тодираш Н.А., Язловецкий И.Г. Обнаружение *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) в Республике Молдова // Рос. Журн. биол. инвазий. 2018. № 1. С. 62–67.
8. Van Schelt J., Hoogerbrugge H., van Houten Y., Bolckmans K. Biological control and survival of *Echinothrips americanus* in pepper // Integrated control in protected crops, temperate climate // IOBC/wprs Bul. 2002. V. 25. № 1. P. 285–288.
9. Варфоломеева Е.А. Биоценотическое обоснование применения энтомофагов в оранжереях ботанических садов Северо-Запада России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб.: ВИЗР, 2009. 19 с.
10. Vierbergen G. Amerikaanse thrips — nieuwe belager in paprika // Groenten en Fruit Glassgroenten. 1997. V. 24. P. 12–13.
11. Клишина И.С., Иванова Г.П., Сухорученко Г.И., Долженко В.И. Эффективность современных инсектицидов в борьбе с американским трипсом // АГРО XXI. 2009. № 10–12. С. 22–23.
12. Кудряшова Л.Ю., Иванова Г.П., Сухорученко Г.И. Чувствительность трипса *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera, Thripidae) к инсектицидам // Мат-лы III Всерос. съезда по защите растений “Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем”. СПб., 2013. Т. 3. С. 28–30.
13. Мунтян Е.М., Батко М.Г., Тодираш Н.А. Эхिनотрипс американский — *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) — новый вредитель тепличных растений в республике Молдова // Международ. научн. симп. “Защита растений в традиционном и экологическом земледелии”. г. Кишинев, 10–12 декабря, 2017. Кишинев, 2018. С. 36–39.
14. Гар К.А. Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. М., 1963. 288 с.
15. Долженко В.И., Махоткин А.Г., Зверев А.А., Сухорученко Г.И., Вошедский Н.Н., Махоткин М.А. Усовершенствованная методика мониторинга резистентности вредных организмов к пестицидам на примере вредной черепашки // Вестн. защиты раст. 2001. № 2. С. 17–32.
16. Мониторинг резистентности к пестицидам в популяциях вредных членистоногих. Метод. указ-я / Под ред. Сухорученко Г.И., Долженко В.И. СПб.: ВИЗР, 2004. 128 с.
17. Martin N.A., Workman P.J., Butler R.C. Insecticide resistance in onion thrips (*Thrips tabaci*) (Thysanoptera: Thripidae). // New Zeal. J. Crop Hortic. Sci. 2003. V. 31. P. 99–106.
18. Morishita M. Pyrethroid-resistant onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), infesting persimmon fruit // Appl. Entomol. Zool. 2008. V. 43. № 1. P. 25–31.

Susceptibility of *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) to Insecticides

E. M. Muntyan^{a,*}, M. G. Batko^a, and N. A. Todiras^b

^a Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection AS of Moldova
Padurii str. 20, Chisinau, MD-2002, Republic of Moldova

^b Chisinau Botanical garden (Institute)
Padurii str. 18, Chisinau, MD-2002, Republic of Moldova

*E-mail: moontyane@yahoo.com

The sensitivity of the greenhouse population of *Echinothrips americanus* Morgan to organophosphate, pyrethroid, neonicotinoid and avermectin insecticides was evaluated. Based on the analysis of toxicity indices of insecticides, it was established that abamectin and thiamethoxam were the most toxic for thrips. Dimethoate, imidacloprid and cypermethrin retained to be effective against pest adults despite of their low toxicity indices. The bifenthrin toxicity index was less than 1 which allowed to include it into a category of non-toxic chemicals for *E. americanus* adults. Tactics of using these insecticides against the Moldovan population of *E. americanus* were discussed.

Key words: susceptibility to insecticides, *Echinothrips americanus* Morgan.