

Полевые испытания синтетического полового феромона кукурузной лиственной совки *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae)

Н.И. КУЛАКОВА¹, Н.Г. ТОДОРОВ², В.М. РАСТЕГАЕВА³,
Н.З. ФЕДОСЕЕВ⁴, К.А. КУЗНЕЦОВ⁵

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»
(ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. Раменское,
Московская обл., Россия

¹ SPIN- код 4857-2325, ID РИНЦ 1092854,
e-mail: nata7890@mail.ru

² SPIN-код 4442-5360, AuthorID 826839,
e-mail: todor-kol@mail.ru

³ SPIN-код 2526-7451, AuthorID 1092853,
e-mail: vrast@mail.ru

⁴ ID РИНЦ 9041-7681, e-mail: nazfed@mail.ru

⁵ SPIN- код 3133-3400, AuthorID: 1093113,
e-mail: kyznetsov88@ro.ru

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты изучения аттрактивности различных вариантов синтетического полового феромона кукурузной лиственной совки *Spodoptera frugiperda*. Результаты испытаний, проведенных китайскими специалистами на территории Китайской Народной Республики (г. Гуанчжоу) на посевах кукурузы, показали, что аттрактивность смеси производства ФГБУ «ВНИИКР» (ацетата Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac), ацетата Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac), ацетата Z11-гексадецен-1-ола (Z11-16Ac)) не уступает эталонным промышленным образцам, представленным китайской стороной.

Ключевые слова. Кукурузная лиственная совка, *Spodoptera frugiperda*, синтез, половой феромон, полевые испытания, ловушки.

Благодарность. Результаты научных исследований по теме госзадания «Разработка методик синтеза половых феромонов южной совки *Spodoptera eridania* и кукурузной лиственной совки *Spodoptera frugiperda*» (№ АААА-А20-120071490011) получены при непосредственном участии и содействии в организации работы специалистов научной государственной частной компании «Хэйлунцзянская сельскохозяйственная технология Gulido Co., Ltd». Авторы выражают глубокую благодарность специалистам Китайской Народной Республики за организацию и проведение полевых испытаний на территории КНР, а также за идентификацию кукурузной лиственной совки и предоставленные фотографии.

Для корреспонденции. Кулакова Наталья Ивановна, агроном отдела синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», 140150, Россия, Московская обл., г. Раменское, р. п. Быково, ул. Пограничная, 32, e-mail: nata7890@mail.ru.

Field tests of the synthetic sex pheromone of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae)

N.I. KULAKOVA¹, N.G. TODOROV², V.M. RASTEGAEVA³,
N.Z. FEDOSEEV⁴, K.A. KUZNETSOV⁵

All-Russian Plant Quarantine Center
(FGBU “VNIIEK”), Bykovo, Ramenskoye,
Moscow Oblast, Russia

¹ SPIN- код 4857-2325, ID РИНЦ 1092854,
e-mail: nata7890@mail.ru

² SPIN-код 4442-5360, AuthorID 826839,
e-mail: todor-kol@mail.ru

³ SPIN-код 2526-7451, AuthorID 1092853,
e-mail: vrast@mail.ru

⁴ ID РИНЦ 9041-7681, e-mail: nazfed@mail.ru

⁵ SPIN- код 3133-3400, AuthorID: 1093113,
e-mail: kyznetsov88@ro.ru

ABSTRACT

The article provides the results of studying the attractiveness of different alternatives of the synthetic sex pheromone of fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. The results of the tests conducted by the Chinese specialists on the territory of the People's Republic of China (Guangzhou) on corn crops showed that the attractiveness of the mixture produced by FGBU “VNIIEK” ((Z)-9-tetradecen-1-ol acetate (Z9-14Ac), (Z)-7-dodecen-1-ol acetate (Z7-12Ac), (Z)-11-hexadecen-1-ol acetate (Z11-16Ac)) is not inferior to the reference industrial samples provided by the Chinese side.

Keywords. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, synthesis, sex pheromone, field trials, traps.

Acknowledgement. The results of scientific research on the state project “The development of synthesis methods of sex pheromones of southern armyworm *Spodoptera eridania* and fall armyworm *Spodoptera frugiperda*” (№ АААА-А20-120071490011) were obtained with the direct participation and assistance in organizing the work of specialists of the scientific public-private company “Heilongjiang Agricultural Technology Gulido Co., Ltd”. The authors express their deep gratitude to the specialists of the People's Republic of China for organizing and conducting field trials on their territory, as well as fall armyworm identification and the provided photographs.

For correspondence. Natalya Kulakova, agronomist of the Pheromone Synthesis and Application Department, FGBU “VNIIEK”, 140150, 32 Pogrannichnaya St., Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, e-mail: nata7890@mail.ru.



ВВЕДЕНИЕ

кукурузная лиственная совка *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) является карантинным вредителем, отсутствующим на территории Российской Федерации (рис. 1). Вид включен в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза, регулируется перечнями Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР) и стран Евросоюза. Вид имеет происхождение из Южной Америки [1, 2].

На стадии гусеницы (рис. 2) кукурузная лиственная совка может причинять значительный ущерб многим экономически важным зерновым, овощным и техническим культурам. Поврежденные листья бледнеют, бурют и засыхают, а зерна кукурузы в початках, плоды томатов, коробочки хлопчатника загнивают. В Северной и Южной Америке вредитель считается экономически важным вредным организмом для возделываемых культур, таких как кукуруза, рис, сорго и сахарный тростник [3]. В период с 1975 по 1983 г. в юго-восточных штатах США потеря среднегодового урожая составляла 60 млн долларов США. В последнее время совка была рассмотрена Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО) как потенциальная угроза для производства продуктов питания в Африке, Азии и Океании [4].

В качестве одного из рекомендуемых методов контроля численности вредителя в открытом и закрытом грунте могут быть рекомендованы феромонные ловушки. Данный метод позволяет оптимизировать применение химических средств защиты растений при низкой численности [5, 6].

Основной компонент полового феромона кукурузной лиственной совки *Spodoptera frugiperda* идентифицирован как ацетат Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac) [7, 8, 9]. Также данный феромон содержит минорные компоненты, состав и количества которых различаются в зависимости



Рис. 1. Имаго кукурузной лиственной совки (фото Li Yuting)

Fig. 1. Fall armyworm imago (photo by Li Yuting)

INTRODUCTION

Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) is a quarantine pest absent in the Russian Federation (Fig. 1). This species is included in the Common List of Quarantine Pests of the Eurasian Economic Union, is regulated by the lists of the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) and the EU countries. The species originates from South America [1, 2].

At the stage of caterpillar (Fig. 2), fall armyworm can cause great damage to economically important cereals, vegetables and industrial crops. The damaged leaves turn pale, brown and dry out, and corn kernels on the cob, tomato fruits, cotton bolls rot. In North and South America, the pest is considered an economically important pest for cultivated crops such as corn, rice, sorghum and sugar cane [3]. From 1975 to 1983 in the southeastern United States, the average annual crop loss was \$ 60 million. Lately, fall armyworm has been considered by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) as potential threat to food production in Africa, Asia and Oceania [4].

One of the recommended methods of controlling the pest's population number in open and protected ground are pheromone traps. This method allows you to optimize the use of chemical plant protection products at a low number of pests [5, 6].

The main component of the sex pheromone of *Spodoptera frugiperda* is identified as (Z)9-tetradecene-1-ol acetate (Z9-14Ac) [7, 8, 9]. Also, this pheromone contains minor components, the composition and quantities of which differ depending on the geographical origin of the pest. Thus, in North and Central America, minor components are (Z)7-dodecene-1-ol acetate (Z7-12Ac) and (Z)11-hexadecene-1-ol acetate (Z11-16Ac) [7]. In the studies conducted by the Brazilian scientists (South America) who studied electroantennographic activity of the pheromone components [10], (Z)9-tetradecene-1-ol acetate (Z9-14Ac), (Z)7-dodecene-1-ol acetate (Z7-12Ac), as well as (E)7-dodecene-1-ol acetate (E7-12Ac) showed biological attractiveness, except for the main component, this being the first case of detecting such activity of (E)7-dodecene-1-ol acetate (E7-12Ac). In Europe, the mixture of the main component – (Z)9-tetradecene-1-ol acetate (Z9-14Ac) – and the minor component – (Z)11-hexadecene-1-ol acetate (Z11-16Ac) is used to detect the pest [11] (Fig. 3).

The specialists of the Pheromone Synthesis and Application Department of All-Russian Plant Quarantine Center developed synthesis schemes for all 4 components of the sex pheromone of fall armyworm, and besides, for the synthesis of the main component of the mentioned pheromone, (Z)9-tetradecene-1-ol acetate (Z9-14Ac), developed a scheme [12] involving the substitute of tetrahydropyranyl protection for chlorine, which allows replacing the cleaning of intermediates with silica gel by simple vacuum distillation.

от географического происхождения вредителя. Так, в странах Северной и Центральной Америки минорными компонентами являются ацетат Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac) и ацетат Z11-гексадецен-1-ола (Z11-16Ac) [7]. В исследованиях бразильских ученых (Южная Америка), изучавших электроантеннографическую активность компонентов феромона [10], биологическую аттрактивность проявили, кроме основного компонента, ацетата Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac), и ацетат Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac), а также ацетат E7-додецен-1-ола (E7-12Ac), причем это первый случай обнаружения такой активности у ацетата E7-додецен-1-ола (E7-12Ac). В Европе для выявления данного вредителя используют смесь основного компонента – ацетата Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac) и минорного компонента – ацетата Z11-гексадецен-1-ола (Z11-16Ac) [11] (рис. 3).

В отделе синтеза и применения феромонов Всероссийского центра карантина растений были разработаны схемы синтеза всех 4 компонентов полового феромона кукурузной лиственной совки, причем для синтеза главного компонента указанного феромона, ацетата Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac), была разработана схема [12], включающая замену тетрагидропиранильной защиты на хлор, что позволяет заменить очистку промежуточных соединений колоночной хроматографией на силикагеле простой перегонкой в вакууме.

Цель исследования – определение аттрактивности составов синтезированных в ФГБУ «ВНИИКР» компонентов полового феромона кукурузной лиственной совки.

МАТЕРИАЛЫ
И МЕТОДЫ

В опытах использовали 4 варианта (I–IV) различных соотношений компонентов феромона, синтезированного

The aim of the research is to identify the composition attractiveness of the components of the fall armyworm sex pheromones synthesized at FGBU “VNIIKR”.

MATERIALS AND METHODS

4 options (I–IV) of different ratios of pheromone components synthesized by the specialists of All-Russian Plant Quarantine Center, in 3 replications, were used. The composition of the tested options is presented in the table. The reference options were represented by dispensers with synthetic pheromone produced by Beijing Pherobio Technology Co., Ltd – 1 option in 3 replications, and dispensers with synthetic pheromone produced by Shenzhen Bioglobal Agricultural Science Co., Ltd. “Bioglobal” – 1 option in 3 replications. The compositions of the options which serve as the reference ones, were not indicated by the Chinese manufacturers.

A synthetic pheromone mixture was applied to bromobutyl rubber dispensers made in China (a rubber stopper 9 mm high and 12 mm in diameter; material composition: water – 0.8%, ash residual – 47%, ammonium – 0.0002%, zinc – 0.0003%) (Fig. 4). The



Рис. 2. Гусеница кукурузной лиственной совки (фото Li Yuting)

Fig. 2. Fall armyworm caterpillar (photo by Li Yuting)

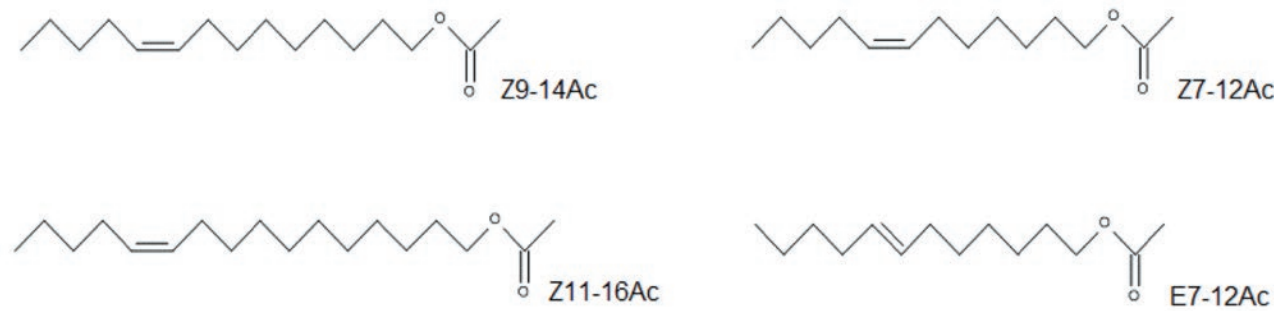


Рис. 3. Структурные формулы и краткое название компонентов полового феромона кукурузной лиственной совки *Spodoptera frugiperda* [7, 8]

Fig. 3. Structural formulas and the short name of the components of the sex pheromone of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* [7, 8]

Таблица
Варианты синтетического полового феромона кукурузной лиственной совки *Spodoptera frugiperda*, испытанные в 2020 г.

| Вариант | Состав феромона | | | |
|---------|-----------------|-------------|-------------|--------------|
| | Z9-14Ac, мг | Z7-12Ac, мг | E7-12Ac, мг | Z11-16Ac, мг |
| I | 3 | 0,03 | – | – |
| II | 3 | 0,03 | 0,03 | – |
| III | 3 | 0,03 | 0,03 | 0,6 |
| IV | 3 | 0,03 | – | 0,6 |

специалистами во Всероссийском центре карантина растений, в 3-кратной повторности. Состав испытанных вариантов представлен в таблице. В качестве эталонных вариантов применяли диспенсеры с синтетическим феромоном производства компании ООО «Пекинская компания биотехнологий «Фероббио» – 1 вариант в 3-кратной повторности, и диспенсеры с синтетическим феромоном производства компании ООО «Шэньчжэньская компания технологий биологического сельского хозяйства «Биоглобал» – 1 вариант в 3-кратной повторности. Составы вариантов, которые являются эталонами, китайские производители не указали.

Синтетическая феромонная смесь была нанесена на диспенсеры из бромбутилкаучука производства КНР (резиновая пробка высотой 9 мм и диаметром 12 мм; содержание материала: вода – 0,8%, зольный остаток – 47%, аммоний – 0,0002%, цинк – 0,0003%) (рис. 4). Диспенсеры с феромонами до применения хранили в лабораторном холодильнике в запаянных буфленовых пакетах при температуре –18 °С.

Для полевых испытаний всех вариантов синтетической смеси были предложены однотипные пластиковые накопительные ловушки китайского производства для отлова чешуекрылых, представляющие собой прозрачные емкости объемом 2 л, накрытые воронкой и непрозрачной крышей; между крышей и воронкой имеется место для размещения диспенсера с феромоном (рис. 5).

Диспенсер размещали в ловушке в день ее вывешивания. Номер варианта смеси (с I по IV) и номер ловушки (с 1-й по 4-ю) наносили на корпус ловушки несмываемым маркером.

Опыт проведен специалистами Китая в соответствии с соглашением о научном сотрудничестве (Меморандум о взаимопонимании и сотрудничестве между Всероссийским центром карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР») и научной государственно-частной компаний «Хэйлунцзянская сельскохозяйственная технология Gulido Co., Ltd»; договор о сотрудничестве от 28.06.2019) на территории Китайской Народной Республики (г. Гуанчжоу) с 8 по 16 июня 2020 г.

Ловушки со всеми вариантами феромонной смеси вывешивали одновременно (в 1 день)

Table
Options of the synthetic sex pheromone of fall armyworm *Spodoptera frugiperda*, tested in 2020

| Option | Pheromone composition | | | |
|--------|-----------------------|-------------|-------------|--------------|
| | Z9-14Ac, mg | Z7-12Ac, mg | E7-12Ac, mg | Z11-16Ac, mg |
| I | 3 | 0.03 | – | – |
| II | 3 | 0.03 | 0.03 | – |
| III | 3 | 0.03 | 0.03 | 0.6 |
| IV | 3 | 0.03 | – | 0.6 |

dispensers with pheromones were stored before use in a laboratory refrigerator in sealed paper-foll-polyethylene bags at a temperature of –18 °C.

For field testing of all the synthetic mixture options, same-type plastic storage traps of the Chinese production for trapping Lepidoptera have been proposed, which are transparent containers with a volume of 2 liters, covered with a funnel and an opaque roof; there is a place for placing a pheromone dispenser between the roof and the funnel (Fig. 5).

The dispenser was placed in the trap the day it was hung. Mixture option number (from I to IV) and the trap number (from I to IV) were applied to the body of the trap with a permanent marker.

The experiment was carried out by Chinese specialists in accordance with an agreement on scientific cooperation (Memorandum of Mutual Understanding and Cooperation between the All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNIIKR”) and the scientific public-private company Heilongjiang Agricultural Technology Gulido Co., Ltd”; agreement on cooperation as of 28.06.2019) on the territory of the People’s Republic of China (Guangzhou) from 8 to 16 June 2020.

Traps with all the options of the pheromone mixture were hung out simultaneously (on the same day) at the beginning of the pest flight on corn crops on stakes or on related vegetation at a height of 1.0–1.5 m and at a distance of 15 m from each other. The number of insects involved in the traps was counted every day from the moment the traps were placed.

Statistical data processing was carried out in the software PAST (Paleontological Statistics) using one-factor nonparametric analysis (ANOVA, Kruskal-Wallis test). Pairwise differences between the variants of the experiment were assessed by Mann-Whitney test and were considered statistically significant at $p < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

The traps were hung on corn crops in the flowering phase along the perimeter of a 5-hectare field. Insects

в период начала лёта вредителя на посевах культуры кукурузы на кольях или на сопутствующей растительности на высоте 1,0–1,5 м и на расстоянии друг от друга в 15 м. Учет количества привлеченных в ловушки насекомых проводили каждый день с момента размещения ловушек.

Статистическую обработку данных проводили в программе PAST (Paleontological Statistics) с использованием однофакторного непараметрического анализа (ANOVA, критерий Краскела – Уоллиса). Парные различия между вариантами опыта оценивали по критерию Манна – Уитни и считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ловушки были вывешены на посевах культуры кукурузы в фазе цветения по периметру поля площадью 5 га. Учет насекомых проводили ежедневно. Идентификация бабочек, пойманных за 9-дневный период, проводилась китайскими специалистами.

При обработке данных между вариантами нет существенной разницы (Краскела – Уоллиса, $p = 0,1223$).

Как видно из графика на рисунке 6, среднее количество отловленных в ловушку самцов кукурузной лиственной совки было заметно больше в варианте IV с 3-компонентной смесью, состоящей из 3 мг ацетата Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac), 0,03 мг ацетата Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac) и 0,6 мг ацетата Z11-гексадецен-1-ола (Z11-16Ac), со средним отловом 7,67 экзemplяра на ловушку. Статистически значимая разница не



Рис. 4. Диспенсеры из бромбутильного каучука в процессе импрегнации (фото Н.И. Кулаковой)

Fig. 4. Bromobutyl rubber dispensers in the impregnation process (photo by N.I. Kulakova)

were counted daily. The moth identification caught over a 9-day period was carried out by the Chinese specialists.

When processing data, there is no significant difference between the options (Kruskal-Wallis, $p = 0,1223$).

According to the graph in Figure 6, the average number of fall armyworm males trapped was much more in the option IV with the 3-component mixture, made up of 3 mg (Z)9-tetradecene-1-ol acetate (Z9-14Ac), 0.03 mg (Z)7-dodecene-1-ol acetate (Z7-12Ac) and 0.6 mg (Z)11-hexadecene-1-ol acetate (Z11-16Ac), with an average catch of 7.67 specimens per trap. No statistically significant difference was found between the option IV (produced by FGBU “VNIIKR”) and the options V, VI (submitted by the Chinese side) (Mann-Whitney, $p = 0,8248$).

The 4-component mixture III made up of 3 mg (Z)9-tetradecene-1-ol acetate (Z9-14Ac), 0.03 mg (Z)7-dodecene-1-ol acetate (Z7-12Ac), 0.03 mg (E)7-dodecene-1-ol acetate (E7-12Ac), 0.6 mg (Z)11-hexadecene-1-ol acetate (Z11-16Ac), by the level of catching insects, where the average catch in the trap was 2.0 specimens, did not differ statistically from the option II with the 3-component mixture of 3 mg (Z)9-tetradecene-1-ol acetate (Z9-14Ac), 0.03 mg (Z)7-dodecene-1-ol acetate (Z7-12Ac) and 0.03 mg (E)7-dodecene-1-ol acetate (E7-12Ac) (Mann-Whitney, $p = 0,1$) and the option I with a 2-component mixture of 3 mg (Z)9-tetradecene-1-ol acetate (Z9-14Ac), 0.03 mg (Z)7-dodecene-1-ol acetate (Z7-12Ac) (Mann-Whitney, $p = 0,8137$).



Рис. 5. Пластиковая накопительная ловушка в рабочем состоянии (фото компании ООО «Пекинская компания биотехнологий «Феробио»)

Fig. 5. Plastic storage trap in the field (photo by Beijing Pherobio Technology Co., Ltd)

была выявлена между IV вариантом (производство ФГБУ «ВНИИКР») и V, VI вариантами (представлены китайской стороной) (Манна – Уитни, $p = 0,8248$).

Четырехкомпонентная смесь III, состоящая из 3 мг ацетата Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac), 0,03 мг ацетата Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac), 0,03 мг ацетата E7-додецен-1-ола (E7-12Ac), 0,6 мг ацетата Z11-гексадецен-1-ола (Z11-16Ac), по уровню отлова насекомых, где средний отлов в ловушку был равен 2,0 экзemplяра, статистически не отличались от варианта II с 3-компонентной смесью с 3 мг ацетата Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac), 0,03 мг ацетата Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac) и 0,03 мг ацетата E7-додецен-1-ола (E7-12Ac) (Манна – Уитни, $p = 0,1$) и от варианта I с 2-компонентной смесью с 3 мг ацетата Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac), 0,03 мг ацетата Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac) (Манна – Уитни, $p = 0,8137$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные полевые испытания 4 вариантов синтетической смеси компонентов полового феромона производства ФГБУ «ВНИИКР» для отлова кукурузной лиственной совки *Spodoptera frugiperda* показали, что смесь ацетата Z9-тетрадецен-1-ола (Z9-14Ac), ацетата Z7-додецен-1-ола (Z7-12Ac) и ацетата Z11-гексадецен-1-ола (Z11-16Ac) по аттрактивности не уступает эталонным образцам, представленным китайской стороной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sparks A.N. A review of the biology of the fall armyworm // Florida Entomologist. – 1979. – No. 1. – P. 7–82.
2. CABI, 2020. – URL: <https://www.cabi.org/about-cabi> (дата обращения: 08.11.2020).
3. Ellis S.E. New Pest Response Guidelines: *Spodoptera*. USDA/APHIS/PPQ/PDMP. – 2005. – URL: https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/emergency/downloads/nprg_spodoptera.pdf.
4. FAO Forecasting threats to the food chain affecting food security in countries and regions // Food Chain Crisis Early Warning Bulletin. – 2020. – No. 34.
5. Исмаилов В.Я., Олещенко И.Н., Орлов В.Н., Алексеенко А.В. Новый подход к регулированию численности половых феромонов // Химическая коммуникация насекомых. – М.: Наука, 1986. – С. 109–112.
6. Колесова Д.А., Рябчинская Т.А., Тильба В.А., Чмырь П.Г., Золотов Л.А. Практическое применение синтетических половых феромонов в защите растений сельскохозяйственных культур от вредителей // Инф.бюл. ВПС МОББ. – 1987. – № 20. – С. 46–53.
7. Mitchell E.R., Tumlinson J.H., McNeil J.N. Field evaluation of commercial pheromone formulations and traps using a more effective sex pheromone blend for the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) // J. Econ. Entomol. – 1985. – Vol. 78 – P. 1364–1369.
8. Guerrero A., Edi A. Malo, J. Coll, C. Quero. Semiochemical and natural product-based approaches to control *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) // J Pest Sci. – 2014. – Vol. 87. – P. 231–247.

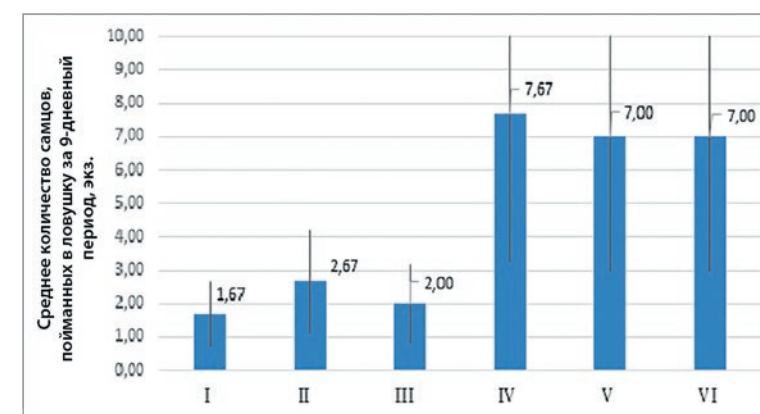


Рис. 6. Среднее количество насекомых, отловленных в ловушку за весь период учета, на посевах кукурузы, КНР, 2020 г.

Fig. 6. Average number of insects caught in a trap for the entire counting period, in corn crops, China, 2020

CONCLUSION

The conducted field trials of the 4 options of the synthetic mixture of sex pheromone components produced by FGBU “VNIIKR” for catching fall armyworm *Spodoptera frugiperda* showed that the mixture of (Z)9-tetradecene-1-ol acetate (Z9-14Ac), (Z)7-dodecene-1-ol acetate (Z7-12Ac) and (Z)11-hexadecene-1-ol acetate (Z11-16Ac) in terms of attractiveness it is not inferior to the reference samples provided by the Chinese side.

REFERENCES

1. Sparks A.N. A review of the biology of the fall armyworm. *Florida Entomologist*. 1979; 1: 7–82.
2. CABI, 2020. URL: <https://www.cabi.org/about-cabi> (last accessed: 08.11.2020).
3. Ellis S.E. New Pest Response Guidelines: *Spodoptera*. USDA/APHIS/PPQ/PDMP. 2005; URL: https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/emergency/downloads/nprg_spodoptera.pdf.
4. FAO Forecasting threats to the food chain affecting food security in countries and regions. *Food Chain Crisis Early Warning Bulletin*. 2020; 34.
5. Ismailov V.Ya., Oleshchenko I.N., Orlov V.N., Alekseenko A.V. A new approach to regulating the number of sex pheromones [Novy podkhod k regulirovaniyu chislennosti polovykh feromonov]. Insect chemical communication. M.: Nauka. 1986; 109–112 (in Russian).
6. Kolesova D.A., Ryabchinskaya T.A., Tilba V.A., Chmyr P.G., Zolotov L.A. Practical application of synthetic sex pheromones in protecting crops from pests [Prakticheskoye primeneniye sinteticheskikh polovykh feromonov v zashchite rasteniy selskokhozyaystvennykh kultur ot vreditel'ey]. *Information bulletin EPRS IOBC*. 1987; 20: 46–53 (in Russian).
7. Mitchell E.R., Tumlinson J.H., McNeil J.N. Field evaluation of commercial pheromone formulations and traps using a more effective sex pheromone blend for the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*. 1985; 78: 1364–1369.
8. Guerrero A., Edi A. Malo, J. Coll, C. Quero. Semiochemical and natural product-based approaches to

9. Jones R.L., Sparks A.N. (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate a Secondary Pheromone of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith) // J Chem Ecol. – 1979. – Vol. 5, No. 5. – P. 721–725.

10. Batista-Pereira L.G., Stein K., de Paula A.F., Moreira J.A., Cruz I., Figueiredo M.L.C., Perri J.Jr., Correˆa A.G. Isolation, identification, synthesis, and field evaluation of the sex pheromone of the Brazilian population of *Spodoptera frugiperda* // J Chem Ecol. – 2006. – Vol. 32. – P. 1085–1099.

11. Andrade R., Rodriguez C., Oehlschlager A. Optimization of a pheromone lure for *Spodoptera frugiperda* (Smith) in Central America // J Braz Chem Soc. 2000. – Vol. 11. – P. 609–613.

12. Способ получения Z9-тетрадецен-1-ил ацетата, компонента половых феромонов многих насекомых. Авторы. Н.Г. Тодоров, М. М. Аба-сов, К. А. Кузнецов, В.М. Растегаева, Н. З. Федосеев, Н. И. Кулакова. Евразийское патентное ведомство (ЕАПВ). 2020 г. Заявка № 202000279/25.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кулакова Наталья Ивановна, агроном отдела синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия.

Тодоров Николай Георгиевич, начальник – старший научный сотрудник отдела синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия.

Растегаева Валентина Михайловна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия.

Федосеев Назар Зиновьевич, старший научный сотрудник лаборатории синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия.

Кузнецов Константин Алексеевич, младший научный сотрудник лаборатории синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия.

control *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Pest Science*. 2014; 87: 231–247.

9. Jones R.L., Sparks A.N. (Z)-9-Tetradecen-1-ol acetate a Secondary Pheromone of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith). *Journal of Chemical Ecology*. 1979; 5–5: 721–725.

10. Batista-Pereira L.G., Stein K., de Paula A.F., Moreira J.A., Cruz I., Figueiredo M.L.C., Perri J.Jr., Correˆa A.G. Isolation, identification, synthesis, and field evaluation of the sex pheromone of the Brazilian population of *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Chemical Ecology*. 2006; 32: 1085–1099.

11. Andrade R., Rodriguez C., Oehlschlager A. Optimization of a pheromone lure for *Spodoptera frugiperda* (Smith) in Central America. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 2000; 11: 609–613.

12. Method of obtaining Z9-tetradecene-1-yl acetate, a component of sex pheromones of many insects. Todorov N.G., Abasov M.M., Kuznetsov K.A., Rastegaeva V.M., Fedoseev N.Z., Kulakova N.I. Eurasian Patent Office. 2020. Registration № 202000279/25 (in Russian).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalya Kulakova, agronomist of the Pheromone Synthesis and Application Department, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia.

Nikolay Todorov, head and senior researcher of Pheromone Synthesis and Application Department, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia.

Valentina Rastegaeva, PhD in Chemistry, senior researcher, head of Pheromone Synthesis and Application Laboratory, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia.

Nazar Fedoseev, senior researcher, Pheromone Synthesis and Application Laboratory, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia.

Konstantin Kuznetsov, junior researcher, Pheromone Synthesis and Application Laboratory, FGBU “VNIIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia.

УДК 565.731

Исследование основных морфологических признаков личинок второго возраста индокитайского цветочного трипса *Scirtothrips dorsalis* Hood, 1919 (Thysanoptera, Thripidae)

В.И. РОЖИНА¹, Е.В. ГОГОЛЬ²

¹ ФГБУ «Калининградская межобластная ветеринарная лаборатория» (ФГБУ «Калининградская МВЛ»), г. Калининград, Россия

² ФГБУ «Краснодарская межобластная ветеринарная лаборатория» (ФГБУ «Краснодарская МВЛ»), г. Краснодар, Россия

¹ e-mail: rozhinav@yandex.ru

² e-mail: katena.gogol@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Представлено исследование внешней морфологии личинок II возраста индокитайского цветочного трипса *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera, Thripidae). В результате проведенного исследования личинок, собранных с посадочного материала фоти-нии из Италии, а также изучения литературных дан-ных подтверждена возможность идентификации вида на стадии личинки. Выделены основные мор-фологические характеристики вида и представлены фотографии основных диагностических признаков.

Помимо признаков, указанных в диагностиче-ском ключе Фирбергена с соавторами, были выяв-лены и другие морфологические особенности вида, такие как колоколовидные сенсиллы на X тергите брюшка и воронковидные щетинки на II членике усиков. Однако, эти данные требуют дополнения и уточнения, поскольку без наличия достаточного количества сравнительного материала невозможно оценить, насколько эти признаки изменяются вну-три вида и рода.

Ключевые слова. Индокитайский цветочный трипс, *Scirtothrips dorsalis*, идентификация, личин-ки II возраста.

Благодарность. Авторы выражают благодар-ность Г. Фирбергену (G. Vierbergen, Wageningen, the Netherlands) и М. Улитцке (M. Ulitzka, Offenburg, Germany) за консультационную помощь при подго-товке публикации.

Для корреспонденции. Рожина Виктория Ива-новна, ведущий биолог отдела исследований под-карантинных материалов ФГБУ «Калининградская МВЛ», 236010, Россия, г. Калининград, пр. Победы, 55, e-mail: rozhinav@yandex.ru.

UDC 565.731

Study of main morphological characteristics of the second-instar larvae of chilli thrips *Scirtothrips dorsalis* Hood, 1919 (Thysanoptera, Thripidae)

V.I. ROZHINA¹, E.V. GOGOL²

¹ FGBU “Kaliningrad Interregional Veterinary Laboratory” (FGBU “Kaliningrad IVL”), Kaliningrad, Russia

² FGBU “Krasnodar Interregional Veterinary Laboratory” (FGBU “Krasnodar IVL”), Krasnodar, Russia

¹ e-mail: rozhinav@yandex.ru

² e-mail: katena.gogol@mail.ru

ABSTRACT

The study of external morphology of the second-instar larvae of chilli thrips *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysa- noptera, Thripidae) is presented. As a result of the study of the larvae collected from photinia plants for planting from Italy, as well as the study of research papers, the possibility of identification at the larval stage has been confirmed. The main morphological characteristics of the species have been identified and photographs of the main diagnostic characteristics are presented.

In addition to the characteristics indicated in the diagnostic key of Vierbergen et al., other morphological peculiarities of the species have been identified, such as campaniform sensilla on the X abdomen tergite and sense cones on the II segment of antennae. However, these data require completion and clarification, be- cause without sufficient amount of comparative mate- rial, it is impossible to assess how much these charac- teristics change within a species and a genus.

Key words. Chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis*, iden- tification, second instar larvae.

Acknowledgement. The authors are grateful to G. Vierbergen, Wageningen, the Netherlands, and M. Ulitzka, Offenburg, Germany, for consulting assis- tance in preparing the publication.

For correspondence. Victoria Rozhina, leading bi- ologist of Regulated Products Research Department, FGBU “Kaliningrad IVL”, 236010, pr. Podedy, 55, Ka- liningrad, Russia, e-mail: rozhinav@yandex.ru.