

Полевые испытания различных доз синтетического аттрактанта в комбинации с цветными клеевыми ловушками «Пластина» для раннего выявления и мониторинга азиатской ягодной дрозофилы *Drosophila suzukii*.

*РАСТЕГАЕВА В.М.¹, КУЗИНА Н.П.²,
ШИРОКОВА О.А.³

^{1,2,3} ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р.п. Быково, г.о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150
¹ ORCID 0009-0000-7695-5450, e-mail: vrast@mail.ru

² e-mail: pheromones@vniikr.ru

³ e-mail: : oksanash84@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Азиатская ягодная дрозофила *Drosophila suzukii* Matsumura, 1931 (Diptera: Drosophilidae) – опасный карантинный вредитель, повреждающий как плодовые, так и ягодные культуры. Данное насекомое включено в список карантинных вредителей ЕОКЗР и в перечень карантинных вредных организмов, отсутствующих на территории Евразийского экономического союза (ЕПКО ЕАЭС). Вредитель имеет высокий потенциал размножения и может быть легко занесен в новые регионы с подкарантинной растительной продукцией в процессе международной торговли. В настоящее время *D. suzukii* формирует обширный вторичный ареал, поэтому разработка средств и приемов обнаружения данного вредителя является актуальной задачей. К числу таких средств относятся ловушки с привлекающими биологически активными веществами, которые технологичны при производстве (не требуются дорогостоящие материалы и сложные технологические линии), просты в применении, достаточно надежны и эффективны.

Наиболее эффективным и наименее трудоемким средством обнаружения имаго на подконтрольной территории, а также основным средством мониторинга и наблюдения за масштабами распространения *Drosophila suzukii* и оценки ее численности являются клеевые ловушки «Пластина», обладающие комбинированной привлекающей способностью – цвет и синтетический пищевой аттрактант. Такая ловушка привлекает как самцов, так и самок азиатской ягодной дрозофилы *Drosophila suzukii*. Ловушки с отловленными насекомыми сохраняются в холодильнике в течение длительного времени (до года и больше), при этом с насекомыми, которые приклеились к ловушке, ничего

Field testing of different doses of synthetic attractant in combination with colored “Plastina” sticky traps for early detection and monitoring of *Drosophila suzukii*.

*VALENTINA M. RASTEGAEVA¹, NINA P. KUZINA²,
OKSANA A. SHIROKOVA³

^{1,2,3} FGBU “All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIKCR”), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150

¹ ORCID 0009-0000-7695-5450, e-mail: vrast@mail.ru

² e-mail: pheromones@vniikr.ru

³ e-mail: : oksanash84@mail.ru

ABSTRACT

Drosophila suzukii Matsumura, 1931 (Diptera: Drosophilidae) is a quarantine pest damaging both fruit and berry crops. This insect is included in the EPPO List of quarantine pests and in the Common list of quarantine pests which are absent from the EAEU territory. The pest has a high reproduction potential and can easily be introduced to new regions with regulated plant products in the process of international trade. Currently, *D. suzukii* forms a vast secondary area, so the development of means and methods for detecting this pest is vital. These means include traps with attractive biologically active substances that are technologically easy to manufacture (they do not require expensive materials and complex technological lines), are easy to use, and are sufficiently reliable and effective.

The most effective and least labor-intensive means of detecting imago in the controlled territory, as well as the main means of monitoring and observing the scale of *Drosophila suzukii* distribution and assessing its numbers, are the “Plastina” sticky traps, which have a combined attractive ability – color and a synthetic food attractant. This trap attracts

не происходит, и в любой момент их можно идентифицировать.

В данной статье представлены результаты испытания высокоэффективного и технологичного инструмента для выявления и мониторинга карантинного вредителя *Drosophila suzukii* в виде клеевых ловушек «Пластина» с аттрактивной смесью компонентов. Результаты исследований свидетельствуют, что наибольшее количество отловленных насекомых зафиксировано в клеевые ловушки «Пластина» белого цвета в варианте аттрактивной смеси следующего состава: 200 мг ацетона, 200 мг метианола, 200 мг этиллактата, 200 мг уксусной кислоты, 200 мг метилэвгенола, 400 мг ацетата аммония. По количеству экземпляров целевого объекта, отловленных за период опыта, ловушка «Пластина» белого цвета в 1,5 раз превосходила ловушку «Пластина» красного цвета и в 6,4 раза – ловушку «Пластина» оранжевого цвета. В ловушки «Пластина» желтого цвета не было поймано ни одного экземпляра азиатской ягодной дрозофилы *Drosophila suzukii*.

Ключевые слова. Карантинный вредитель, обнаружение, наблюдение, отлов насекомых, препаративная форма, эффективность, компоненты.

ВВЕДЕНИЕ

Азиатская ягодная дрозофила *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) включена в список карантинных вредителей ЕОКЗР (EPPO, 2021) и в Единый перечень отсутствующих карантинных вредных организмов на территории Евразийского экономического союза (ЕПКО, 2023). Однако в последние годы азиатская ягодная дрозофила активно распространяется на Юге европейской части России, в частности, в Краснодарском крае и в Крыму (Bieńkowski et al., 2020). Этот вид повреждает как плодовые, так и ягодные культуры (вишню, персик, сливу, малину, ежевику, клубнику, чернику, виноград, инжир, яблоки и др) (Kenis et al., 2016; De Ros et al., 2013) (см. рис. 1–5). Взрослых мух привлекают незрелые плоды, где они откладывают свои яйца. На зараженных плодах вначале заметны небольшие рубцы, оставленные зазубренным яйцекладом самки, а затем появляются мягкие вдавленные пятна, что в дальнейшем приводит к резкому снижению качества продукции и непригодности для продажи. Пораженные дрозофилой плоды опасны и для здоровья человека: употребление в пищу фруктов, зараженных личинками дрозофилы, может приводить к миазу кишечника и тяжелым отравлениям (Hall et al., 1993; Baser et al., 2018).

both males and females of *Drosophila suzukii*. Traps with collected insects are stored in the refrigerator for a long time (up to a year or more), while insects that are stuck to the trap remain unchanged and can be identified at any time.

This article presents the results of testing a highly effective and technologically advanced tool for detecting and monitoring the quarantine pest *Drosophila suzukii* in the form of “Plastina” sticky traps with an attractive mixture of components. The results of the research show that the greatest number of collected insects was recorded in white “Plastina” sticky traps in the variant of the attractive mixture of the following composition: 200 mg of acetoin, 200 mg of methionol, 200 mg of ethyl lactate, 200 mg of acetic acid, 200 mg of methyl eugenol, 400 mg of ammonium acetate. In terms of the number of specimens of the target object captured during the experimental period, the white “Plastina” trap was 1.5 times greater than the red “Plastina” trap and 6.4 times greater than the orange “Plastina” trap. Not a single *Drosophila suzukii* specimen was collected in the yellow “Plastina” traps.

Key words. Quarantine pest, detection, monitoring, insect trapping, formulation, efficiency, components.

INTRODUCTION

D*rosophila suzukii* (Matsumura, 1931) is included in the EPPO List of quarantine pests (EPPO, 2021) and Common list of quarantine pests which are absent from the EAEU territory (CLQP, 2023). However, in recent years, *D. suzukii* it has been actively spreading in the south of the European part of Russia, in particular, in Krasnodar Krai and in Crimea (Bieńkowski et al., 2020). This species damages both fruit and berry crops (cherries, peaches, plums, raspberries, blackberries, strawberries, blueberries, grapes, figs, apples, etc.) (Kenis et al., 2016; De Ros et al., 2013) (see Fig. 1–5). Adult flies are



Рис. 1. Повреждение винограда азиатской ягодной дрозофилой: а – внешний вид поврежденной грозди; б – самец на ягоде винограда (фото Н. И. Кулаковой)

Fig. 1. Grape damaged by *D. suzukii*: а – damaged grape bunch; б – male on a grape (photo by N. I. Kulakova)



Рис. 2. Личинки *Drosophila suzukii* внутри ягод винограда (фото Н.И. Кулаковой)

Fig. 2. *Drosophila suzukii* larvae inside the grapes (photo by N. I. Kulakova)



Рис. 3. Повреждение азиатской ягодной дрозофилы инжира: а – внутренность поврежденного плода; б – имаго *Drosophila suzukii* на поврежденном плоде инжира (фото Н. И. Кулаковой)

Fig. 3. Fig damaged by *D. suzukii*: а – damaged fruit inside; б – *Drosophila suzukii* imago on a damaged fig (photo by N. I. Kulakova)

Для выявления личинок в плодах используют сахарный или солевой раствор ($\frac{1}{4}$ стакана сахара или соли на 4 стакана теплой воды). При этом слегка раздавленные плоды помещают в контейнер, заливают приготовленным раствором и закрывают. Через 10–15 минут личинки выходят из зараженных плодов и всплывают на поверхность (Нестеренкова, 2012) (см.рис. 6).

Очевидно, что данный способ выявления вредителя весьма кропотлив и требует достаточно высокой квалификации исполнителя. В связи с этим разработка средств и приемов для раннего обнаружения потенциально опасных видов, таких как азиатская ягодная дрозофила, является актуальной проблемой.

Наиболее перспективными для выявления азиатской ягодной дрозофилы и наблюдения за распространением данного вредителя, а также оценки его численности являются клеевые ловушки «Пластина», обладающие комбинированной привлекающей способностью: цвет и синтетический пищевой аттрактант. Клей не высыхает, не имеет запаха и не содержит вредных для окружающей среды веществ. Такая ловушка привлекает как самцов, так и самок азиатской ягодной дрозофилы *Drosophila suzukii*.

attracted to unripe fruits, where they lay their eggs. Small scars left by the female serrated ovipositor are initially visible on infected fruits, and then soft, depressed spots appear, which subsequently leads to a sharp decrease in the product quality and its unsuitability for sale. Fruits infected with *D. suzukii* are also dangerous to human health: eating fruits infected with *D. suzukii* larvae can lead to intestinal myiasis and severe poisoning (Hall et al., 1993; Baser et al., 2018).

To detect larvae in fruits, sugar or salt solution is used ($\frac{1}{4}$ cup of sugar or salt per 4 cups of warm water). In this case, slightly crushed fruits are placed in a container, filled with the prepared solution and closed. After 10–15 minutes, the larvae emerge from the infected fruits and float to the surface (Nesterenkova, 2012) (see Fig. 6).

Obviously, this method of identifying the pest is very painstaking and requires a fairly high qualification level of the specialist. In this regard, the development of means and techniques for the early detection of potentially dangerous species, such as *D. suzukii*, is a vital task.

The most promising for detecting *D. suzukii* and monitoring its spread, as well as assessing its numbers, are the “Plastina” sticky traps, which have a combined attractive ability: color and a synthetic food attractant.



Рис. 4. Повреждение азиатской ягодной дрозофилы плодов ежевики (фото Н. И. Кулаковой)

Fig. 4. Blackberry damaged by *D. suzukii* (photo by N. I. Kulakova)



Рис. 5. Рубец от яйеклада самки *Drosophila suzukii* на плоде инжира (фото Н. И. Кулаковой)

Fig. 5. *D. suzukii* female ovipositor scar on a fig fruit (photo by N. I. Kulakova)

Цель наших исследований – разработка эффективного синтетического пищевого аттрактантного препарата для мониторинга азиатской ягодной дрозофилы в полевых условиях, а также изучение эффективности произведённого аттрактанта в комплексе с цветными ловушками «Пластина».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения полевых испытаний использовали синтетический пищевой аттрактант азиатской ягодной дрозофилы производства ФГБУ «ВНИИКР». Для приготовления аттрактанта были синтезированы следующие компоненты: метил эвгенол (4-аллил-1,2-диметоксибензол), ацетонин (3-гидрокси-2-бутанон) и этиллактат (этил-2-гидроксипропаноат). Также в состав аттрактанта входили готовые коммерчески доступные компоненты – метионин (3-метилтио-1-пропанол), уксусная кислота и ацетат аммония (Cha et al., 2014; Kido et al., 1996; Landolt et al., 2012). В качестве диспенсеров использовались пластины 2×4 см, из коммерчески доступных губчатых инертных салфеток (York 17.5×15.5 см), упакованные в одинарные ЗИП пакеты (Zip-Lock пакеты 40 × 60 мм) из полиэтилена высокого давления толщиной 40 мкм. Аттрактантная смесь наносилась на диспенсеры в виде 50% раствора в этаноле.

В опыте использовали различные цветные клеевые ловушки «Пластина» из ламинированного картона белого, красного, желтого и оранжевого цветов, с двухсторонним клеевым покрытием и защитой клеевой поверхности силиконизированной бумагой, размером 13×19 см, с отверстием для подвески, при четырех вариантах аттрактивной смеси (I, II, III, IV) в трехкратной повторности (см. рис. 7). В качестве эталонного варианта были использованы три пластиковые накопительные прозрачные ловушки объёмом 1 л, с пищевой приманкой – бродящей жидкостью (10% сахара + дрожжи + фруктовая пастила) (см. рис. 8).

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы PAST (Paleontological Statistics) версия 4.03. Для сравнения результатов

The glue does not dry out, has no smell and does not contain substances harmful to the environment. Such a trap attracts both males and females of *D. suzukii*.

The aim of this research is to develop an effective synthetic food attractant for monitoring *D. suzukii* in field conditions, as well as to study the effectiveness of the produced attractant in combination with the “Plastina” sticky traps.

MATERIALS AND METHODS

A synthetic food attractant of *D. suzukii* produced by FGBU “VNIICR” was used for field tests. The following components were synthesized to prepare the attractant: methyl eugenol (4-allyl-1,2-dimethoxybenzene), acetoin (3-hydroxy-2-butanone) and ethyl lactate (ethyl-2-hydroxypropanoate). The attractant also included ready-made commercially available components – methionin (3-methylthio-1-propanol), acetic acid and ammonium acetate (Cha et al., 2014; Kido et al., 1996; Landolt et al., 2012). The dispensers were 2×4 cm plates made of commercially available inert sponge wipes (York 17.5×15.5 cm), packed in single ZIP bags (Zip-Lock bags 40 × 60 mm) made of high-density polyethylene with a thickness of 40 µm. The attractant mixture was applied to the dispensers as a 50% solution in ethanol.

Various colored “Plastina” sticky traps made of laminated white, red, yellow and orange cardboard, with a double-sided adhesive coating and protection of the adhesive surface with siliconized paper, 13×19 cm in size, with a hole for hanging, with four variants of the attractive mixture (I, II, III, IV) in triplicate (see Fig. 7) were used in the experiment. As a reference variant, three plastic storage transparent traps with a volume of 1 l were used, with food bait – fermenting liquid (10% sugar + yeast + fruit marshmallow) (see Fig. 8).

Statistical data processing was performed using the PAST (Paleontological Statistics) software version 4.03. To compare the results of catching with different variants of food synthetic attractive mixtures in combination with colored “Plastina” traps (red, yellow, orange, white), two-factor parametric data analysis Two-way Anova was used. Tukey test at $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Field tests of the catchability of various compositions of the attractant mixture for *D. suzukii* in combination with color plates were carried out on a wild fig crop during the fruit ripening period on the edge of a deciduous forest (Sochi, Adler District, Moldovka village) (see Fig. 9). The area of the experimental plot is 500 m². There are private gardens with crops damaged by *D. suzukii* (pears, grapes, apples, wild blackberries, kiwi, mulberry) along the perimeter of the plot. The traps were checked and the insects were counted every other day. To minimize errors during the experiment, the traps were swapped with each count. In addition, with each count, the “Plate” traps were replaced with a new one with the marking corresponding to the one used. The attractant in a zip bag was transferred to the new trap. During the experimental period (ten days), 4 counts were carried out, the results of the



Рис. 6. Выделение личинок *Drosophila suzukii* из плодов инжира (фото Н. И. Кулаковой)

Fig. 6. *D. suzukii* larvae extraction from fig fruits (photo by N. I. Kulakova)



Рис. 7. Композиции аттрактивных ловушек, использованных в опыте (фото В.М.Растегаевой)

Fig. 7. Compositions of the attractive traps used in the experiment (photo by V.M. Rastegaeva)



Рис. 8. Пластиковая накопительная ловушка с бродящей жидкостью в рабочем состоянии (фото Н. М. Атанова)

Fig. 8. Plastic storage trap with fermenting liquid in working condition (photo by N. M. Atanov)

отлова различных вариантов пищевых синтетических аттрактивных смесей в комбинации с цветными ловушками «Пластина» (красные, желтые, оранжевые, белые) использовали двухфакторный параметрический анализ данных Two-way Anova. Tukey test при $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

Полевые испытания уловистости различных составов аттрактантной смеси для азиатской ягодной дрозофилы в сочетании с цветными пластинами проводили на культуре дикого инжира в период созревания плодов на опушке лиственного леса (Сочи, Адлерский район, с.Молдовка) (см.рис.9). Площадь опытного участка 500 м². По периметру участка расположены частные сады с повреждаемыми *D. suzukii* культурами (груши, виноград, яблоки, ежевика дикая, киви, шелковица). Проверку ловушек и подсчет насекомых проводили через день. Для минимизации ошибок при проведении опыта при каждом учете ловушки меняли местами. Кроме того, при каждом учете ловушки «Пластина» меняли на новую с маркировкой, соответствующей использованной. Аттрактант в зип-пакете переносили на новую ловушку. За период опыта (десять дней) было проведено 4 учета, результаты учетов отражены в табл.1 и на рис. 10–12. Также с участка проведения опытов были собраны образцы насекомых, которые были представлены в испытательный лабораторный центр ФГБУ «ВНИИКР» Во всех образцах была выявлена азиатская ягодная дрозофила *D. suzukii*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из результатов полевых испытаний (отражены в таблице) по привлечению азиатской ягодной дрозофилы *Drosophila suzukii* следует, что по количеству отловленных насекомых за период опыта наиболее аттрактивной композицией являлось сочетание синтетических аттрактантов с ловушками «Пластина» белого цвета.

Ловушки пластиковые накопительные отловили в среднем на одну ловушку $53,3 \pm 3,5$ экз. вредителей.

Сравнение трех вариантов состава аттрактивной смеси показало, что добавление в состав смеси уксусной кислоты, метилэвгенола и ацетата аммония (вариант III) усиливает биологическую активность смеси. Добавление только уксусной кислоты (вариант II) снижало аттрактивность смеси.

Ловушка «Пластина» желтая при биологических испытаниях не проявила аттрактивности ни в одном из вариантов.

counts are reflected in Table 1 and in Fig. 10–12. Also, insect samples were collected from the experimental site and submitted to the Testing Laboratory Center of FGBU «VNIICR». *D. suzukii* was detected in all samples.

RESULTS AND DISCUSSION

According to the results of field tests (shown in the table) on attracting *D. suzukii*, in terms of the insect number collected during the experimental period, the most attractive composition was a combination of synthetic attractants with white “Plastina” traps.

An average of 53.3 ± 3.5 specimens per trap were collected in the plastic accumulation traps.

Comparison of the three attractive mixture composition variants showed that the addition of acetic acid, methyl eugenol and ammonium acetate to the mixture (variant III) increased the mixture biological activity. The addition of only acetic acid (variant II) reduced the mixture attractiveness.

The yellow “Plastina” trap did not show any attractiveness in any of the variants during biological tests.

Double-factor data analysis revealed a significant statistical difference in the capture of *D. suzukii* imagoes on different colored “Plastina” sticky traps ($F=136,1$; $df=3$; $p=2,702E-18$). The applied synthetic attractive mixture composition variants also differed from each other ($F=64,75$; $df=3$; $p=1,102E-13$).

Comparative pairwise analysis of the data revealed a reliable statistically significant difference



Рис. 9. Место проведения опыта – опушка лиственного леса (фото В.М.Растегаевой)

Fig. 9. Experiment location – the edge of a deciduous forest (photo by V.M. Rastegaeva)

Двухфакторный анализ данных выявил достоверную статистическую разницу в отлове имаго азиатской ягодной дрозифилы на различные цветные клеевые ловушки «Пластина» ($F=136,1$; $df=3$; $p=2,702E-18$). Примененные варианты состава синтетической аттрактивной смеси также различались между собой ($F=64,75$; $df=3$; $p=1,102E-13$).

Сравнительный попарный анализ данных выявил достоверную статистическую значимую разницу между отловом имаго азиатской ягодной дрозифилы на цветные клеевые ловушки «Пластина» белая и ловушками «Пластина» красная ($Tukey's\ posts-hos, p=3,675E-08$), желтая ($Tukey's\ posts-hos, p=9,603E-14$) и оранжевая ($Tukey's\ posts-hos, p=9,848E-14$). Ловушки «Пластина» оранжевая достоверно отличались между ловушками «Пластина» красная ($Tukey's\ posts-hos, p=1,276E-07$) и желтая ($Tukey's\ posts-hos, p=0,011$). Ловушки «Пластина» желтая статистически достоверно отличались от ловушек «Пластина» красная ($Tukey's\ posts-hos, p=2,441E-11$).

Попарный сравнительный анализ данных позволил оценить влияние различных вариантов состава синтетической аттрактивной смеси на отлов имаго данного вредителя. Статистически значимая разница была выявлена в отлове имаго азиатской ягодной дрозифилы между вариантом I и вариантом II ($Tukey's\ posts-hos, p=0,0001671$), вариантом III ($Tukey's\ posts-hos, p=0,001212$) и контрольным вариантом IV ($Tukey's\ posts-hos, p=2,138E-09$). Вариант II имел разницу между вариантом I ($Tukey's\ posts-hos, p=0,0001671$), вариантом III ($Tukey's\ posts-hos, p=1,555E-09$) и контрольным вариантом ($Tukey's\ posts-hos, p=0,001707$). Вариант III имел разницу между вариантом I ($Tukey's\ posts-hos, p=0,001212$), вариантом II и контрольным вариантом ($Tukey's\ posts-hos, p=2,357E-13$).

Таблица 1. Результаты полевых испытаний *Drosophila suzukii*.

Table 1. Field test results for *Drosophila suzukii*.

Вариант состава аттрактивной смеси	Attractive mixture composition variant	Красная Red	Желтая Yellow	Оранжевая Orange	Белая White
I Ацетоин – 200 мг; Метионол – 200 мг; Этиллактат – 200 мг	I Acetoin – 200 mg; Methionol – 200 mg; Ethyl lactate – 200 mg	27 ± 3,2	0,0 ± 0,0	8,3 ± 1,5	50,0 ± 2,1
II Ацетоин – 200 мг; Метионол – 200 мг; Этиллактат – 200 мг; Уксусная кислота – 200 мг	II Acetoin – 200 mg; Methionol – 200 mg; Ethyl lactate – 200 mg; Acetic acid – 200 mg	14,0 ± 0,6	0,0 ± 0,0	7,3 ± 1,5	24,7 ± 2,0
III Ацетоин – 200 мг; Метионол – 200 мг; Этиллактат – 200 мг; Уксусная кислота – 200 мг; Метилэвгенол – 200 мг; Ацетат аммония – 400 мг	III Acetoin – 200 mg; Methionol – 200 mg; Ethyl lactate – 200 mg; Acetic acid – 200 mg; Methyl eugenol – 200 mg; Ammonium acetate – 400 mg	44,3 ± 4,7	0,0 ± 0,0	10,7 ± 1,8	64,0 ± 8,9
IV Контроль 0 мг	IV Control 0 mg	1,3 ± 0,3	0,0 ± 0,0	0,7 ± 0,3	11,3 ± 1,9

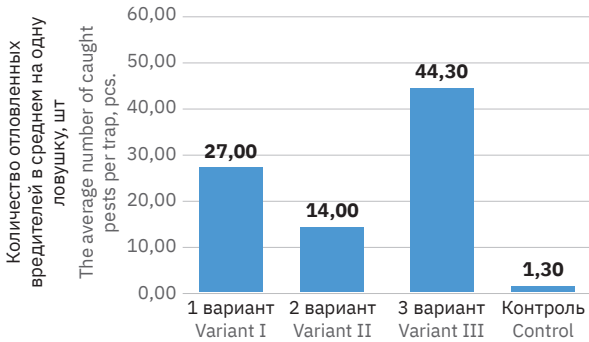


Рис. 10. Количество отловленных насекомых в среднем на одну клеевую ловушку «Пластина» красная по вариантам аттрактивной смеси и сравнение с контрольной ловушкой без аттрактанта

Fig. 10. The average number of insects caught per one red “Plastina” sticky trap by variants of the attractant mixture and comparison with the control trap without attractant

between the capture of *D. suzukii* imagoes using the white “Plastina” sticky traps and the red “Plastina” traps ($Tukey's\ posts-hos, p=3,675E-08$), yellow ($Tukey's\ posts-hos, p=9,603E-14$) and orange ($Tukey's\ posts-hos, p=9,848E-14$). The orange “Plastina” traps were significantly different from the red “Plastina” traps ($Tukey's\ posts-hos, p=1,276E-07$) and yellow “Plastina” traps ($Tukey's\ posts-hos, p=0,011$). The yellow “Plastina” traps were statistically significantly different from the red “Plastina” traps ($Tukey's\ posts-hos, p=2,441E-11$).

Pairwise comparative analysis of the data allowed us to evaluate the effect of different synthetic attractant mixture composition variants on the capture of *D. suzukii* imagoes. A statistically significant difference was observed in the capture of *D. suzukii* imagoes between the variant I and the variant II ($Tukey's\ posts-hos, p=0,0001671$), the variant III ($Tukey's\ posts-hos, p=0,001212$) and the control variant IV ($Tukey's\ posts-hos, p=$

Среднее количество отловленных вредителей на одну ловушку «Пластина» и ошибка среднего
Average number of collected pets per one «Plastina» trap and the error of the mean

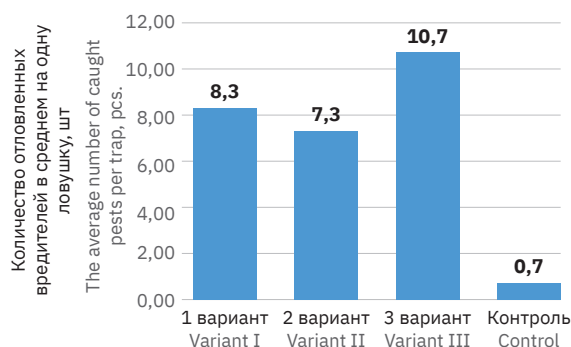


Рис. 11. Количество отловленных насекомых в среднем на одну клеевую ловушку «Пластина» оранжевая по вариантам аттрактивной смеси и сравнение с контрольной ловушкой без аттрактанта

Fig. 11. The average number of insects caught per one orange "Plastina" sticky trap by variants of the attractant mixture and comparison with the control trap without attractant

На рис. 10 показано, что все три варианта аттрактивной смеси на клеевых ловушках «Пластина» красная проявили высокую биологическую активность в привлечении азиатской ягодной дрозофилы по сравнению с контрольной ловушкой (без аттрактанта).

Аналогично, на рис.11 показано, что все три варианта аттрактивной смеси на клеевых ловушках «Пластина» оранжевая также проявили более высокую биологическую активность по сравнению с контрольной ловушкой (без аттрактанта).

На рис. 12 полученные данные свидетельствуют, что все три варианта аттрактивной смеси в сочетании с клеевой ловушкой «Пластина» белого цвета показали высокую биологическую активность в привлечении азиатской ягодной дрозофилы по сравнению с контрольной ловушкой (без аттрактанта). Третий вариант аттрактивной смеси превосходил по эффективности привлечения азиатской ягодной дрозофилы остальные варианты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты показали, что наиболее аттрактивным сочетанием для азиатской ягодной дрозофилы *Drosophila suzukii* является белая клеевая ловушка «Пластина» с аттрактивной смесью варианта III при следующих дозировках: 200 мг ацетонина, 200 мг метианола, 200 мг этиллактата, 200 мг уксусной кислоты, 200 мг метилэвгенола, 400 мг ацетата аммония. По результатам проведенных исследований данная комбинированная ловушка может быть рекомендована для выявления и мониторинга опасного карантинного вредителя – азиатской ягодной дрозофилы *Drosophila suzukii*.

Благодарность. Авторы выражают признательность коллегам Атанову Н.М. и Кулаковой Н.И. за консультации по азиатской ягодной дрозофиле и за предоставленные фотографии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нестеренкова А.Э. Методические рекомендации по выявлению и идентификации азиатской плодовой мушки *Drosophila suzukii* Mats. М.: ФГБУ «ВНИИР». 2012.

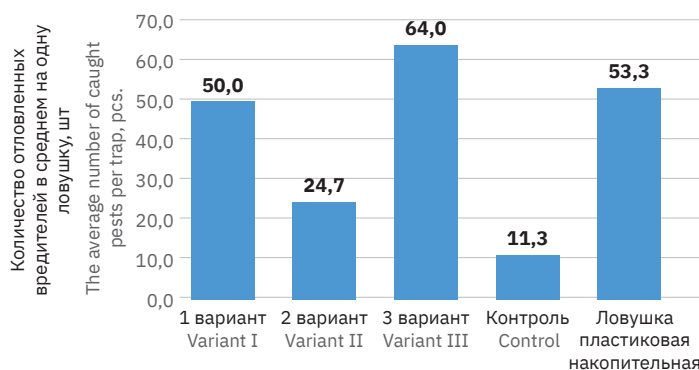


Рис. 12. Количество отловленных насекомых в среднем на одну клеевую ловушку «Пластина» белая по вариантам аттрактивной смеси и сравнение с контрольной ловушкой и ловушкой пластиковой накопительной

Fig. 12. The average number of insects caught per one white "Plastina" sticky trap by variants of the attractive mixture and comparison with the control trap and the plastic storage trap

2,138E-09). The variant II was different from the variant I (Tukey's posts-hos, $p = 0,0001671$), the variant III (Tukey's posts-hos, $p = 1,555E-09$) and the control variant (Tukey's posts-hos, $p = 0,001707$). The variant III was different from the variant I (Tukey's posts-hos, $p = 0,001212$), the variant II and the control variant (Tukey's posts-hos, $p = 2,357E-13$).

Fig. 10 shows that all three variants of the attractant mixture on the red "Plastina" sticky traps showed high biological activity in attracting *D. suzukii* compared to the control trap (without attractant).

Similarly, Fig. 11 shows that all three variants of the attractant mixture on the orange "Plastina" sticky traps also showed higher biological activity compared to the control trap (without attractant).

In Fig. 12, the data obtained indicate that all three variants of the attractive mixture in combination with the white "Plastina" sticky trap showed high biological activity in attracting *D. suzukii* compared to the control trap (without attractant). The third variant of the attractive mixture was superior in its effectiveness in attracting *D. suzukii* to the other variants.

CONCLUSION

The results showed that the most attractive combination for *Drosophila suzukii* is the white "Plastina" sticky trap with the attractive mixture of variant III at the following dosages: 200 mg acetoinin, 200 mg methionol, 200 mg ethyl lactate, 200 mg acetic acid, 200 mg methyl eugenol, 400 mg ammonium acetate. Based on the results of the studies, this combination trap can be recommended for the detection and monitoring of the quarantine pest – *Drosophila suzukii*.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to their colleagues N.M. Atanov and N.I. Kulakova for consultations on *Drosophila suzukii* and the provided photographs.

REFERENCES

1. Nesterenkova A.E. Methodical recommendations for detection and identification of the Asian

2. Baser N, Broutou O, Verrastro V, Porcelli F, Ioriatti C, Anfora G, Mazzoni V, Rossi Stacconi MV. Susceptibility of table grape varieties grown in south-eastern Italy to *Drosophila suzukii* // Journal of Applied Entomology. 2018. T.142. P. 465–472.

3. Bienkowski A.O., Orlova-Bienkowskaja M.J. INVASIVE AGRICULTURAL PEST *DROSOPHILA SUZUKII* (DIPTERA, DROSOPHILIDAE) APPEARED IN THE RUSSIAN CAUCASUS // Insects. 2020. T. 11. № 11. P. 1–7. URL: <http://doi.org/10.3390/insects11110826>.

4. Cha D.H., Adams T., Werle C.T., Sampson B.J., Adamczyk J.J.Jr., Rogg H., and Landolt P.J. A four-component synthetic attractant for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) isolated from fermented bait headspace // Pest Manag. Sci. 2014. T. 70. P. 324–331.

5. De Ros G., Anfora G., Grassi A., Ioriatti C. The potential economic impact of *Drosophila suzukii* on small fruits production in Trentino (Italy) // J. IOBC-WPRS Bull. 2013. 91. P. 317–321.

6. Hall M.J.R., Smith K.G.V. Diptera causing myiasis in man // Medical Insects and Arachnids. Lane R.P., Crosskey R.W., Eds., Springer: Dordrecht, The Netherlands. 1993. P. 429–469. URL: http://doi.org/10.1007/978-94-011-1554-4_12.

7. Kenis M., Tonina L., Eschen, R., van der Sluis, B., Sancassani M., Mori N., Haye T., Helsen H. Non-crop plants used as hosts by *Drosophila suzukii* in Europe // J. Pest Sci. 2016. 89. P. 735–748.

8. Kido M.H., Asquith A., and Vargas R.I. Nontarget insect attraction to methyl eugenol traps used in male annihilation of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Riparian Hawaiian stream habitat// Environ. Entomol. 1996. 25. P. 1279–1289.

9. Landolt P.J., Adams T., and Rogg H. 2012b. Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol// Journal of Applied Entomology. 2012. T. 136. P. 148–154.

10. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU> (последнее обновление 23.03.2021).

11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://vniikr.ru/dokumenty/epko-eaes> (последнее обновление 25.01.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Растегаева Валентина Михайловна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник – заведующий лабораторией синтеза феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г.о. Раменский, ул. Пограничная, 32, Московская обл., Россия; ORCID 0009-0000-7695-5450, e-mail: vrast@mail.ru

Кузина Нина Павловна, старший научный сотрудник лаборатории испытания и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г.о. Раменский, ул. Пограничная, 32, Московская обл., Россия; e-mail: pheromones@vniikr.ru

Широкова Оксана Александровна, агроном лаборатории испытания и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г.о. Раменский, ул. Пограничная, 32, Московская обл., Россия; e-mail: oksanash84@mail.ru

fruit fly *Drosophila suzukii* Mats [Metodicheskiye rekomendatsii po vyyavleniyu i identifikatsii aziatskoy plodovoy mushki *Drosophila suzukii* Mats]. Moscow: FGBU “VNIKIR”. 2012. (In Russ.)

2. Baser N, Broutou O, Verrastro V, Porcelli F, Ioriatti C, Anfora G, Mazzoni V, Rossi Stacconi MV. Susceptibility of table grape varieties grown in south-eastern Italy to *Drosophila suzukii* // Journal of Applied Entomology. 2018. T.142. P. 465–472.

3. Bienkowski A.O., Orlova-Bienkowskaja M.J. INVASIVE AGRICULTURAL PEST *DROSOPHILA SUZUKII* (DIPTERA, DROSOPHILIDAE) APPEARED IN THE RUSSIAN CAUCASUS // Insects. 2020. T. 11. № 11. P. 1–7. URL: <http://doi.org/10.3390/insects11110826>.

4. Cha D.H., Adams T., Werle C.T., Sampson B.J., Adamczyk J.J.Jr., Rogg H., and Landolt P.J. A four-component synthetic attractant for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) isolated from fermented bait headspace // Pest Manag. Sci. 2014. T. 70. P. 324–331.

5. De Ros G., Anfora G., Grassi A., Ioriatti C. The potential economic impact of *Drosophila suzukii* on small fruits production in Trentino (Italy) // J. IOBC-WPRS Bull. 2013. 91. P. 317–321.

6. Hall M.J.R., Smith K.G.V. Diptera causing myiasis in man // Medical Insects and Arachnids. Lane R.P., Crosskey R.W., Eds., Springer: Dordrecht, The Netherlands. 1993. P. 429–469. URL: http://doi.org/10.1007/978-94-011-1554-4_12.

7. Kenis M., Tonina L., Eschen, R., van der Sluis, B., Sancassani M., Mori N., Haye T., Helsen H. Non-crop plants used as hosts by *Drosophila suzukii* in Europe // J. Pest Sci. 2016. 89. P. 735–748.

8. Kido M.H., Asquith A., and Vargas R.I. Nontarget insect attraction to methyl eugenol traps used in male annihilation of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Riparian Hawaiian stream habitat// Environ. Entomol. 1996. 25. P. 1279–1289.

9. Landolt P.J., Adams T., and Rogg H. 2012b. Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol// Journal of Applied Entomology. 2012. T. 136. P. 148–154.

10. [Electronic resource]. – Link <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU> (last accessed 23.03.2021).

11. [Electronic resource]. – Link <https://vniikr.ru/dokumenty/epko-eaes> (last accessed 25.01.2023).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Valentina Rastegaeva, PhD in Chemistry, Senior Researcher – Head of the Pheromone Synthesis Laboratory, FGBU “VNIKIR”, Bykovo, Ramenskoye, 32 Pogranichnaya St, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0009-0000-7695-5450, e-mail: vrast@mail.ru

Nina Kuzina, Senior Researcher, Pheromone Testing and Use Laboratory, FGBU “VNIKIR”, Bykovo, Ramenskoye, 32 Pogranichnaya St, Moscow Oblast, Russia; e-mail: pheromones@vniikr.ru

Oksana Shirokova, Agronomist, Pheromone Testing and Use Laboratory, FGBU “VNIKIR”, Bykovo, Ramenskoye, 32 Pogranichnaya St, Moscow Oblast, Russia; e-mail: oksanash84@mail.ru