

Идентификация некоторых видов личинок мух- пестрокрылок (Insecta: Diptera: Tephritidae), встречающихся в плодах тыквенных растений

М.Ю. АРАПОВА¹, И.О. КАМАЕВ²

^{1,2} ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия

¹ e-mail: maria.yurevna@bk.ru

² ORCID 0000-0003-4251-4862, e-mail: ilyakamayev@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Данная работа является практическим руководством по идентификации личинок мух-пестрокрылок видов *Myiopardalis pardalina*, *Bactrocera cucurbitae*, *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera latifrons* и *Dacus* spp., встречающихся в плодах тыквенных растений (Cucurbitaceae). В публикации приведен определительный ключ с иллюстрациями, позволяющий дифференцировать 5 видов личинок III возраста, 3 из которых являются карантинными объектами для стран Евразийского экономического союза.

Ключевые слова. Личинки, пестрокрылки, карантинные объекты, *Bactrocera*, *Dacus*, *Myiopardalis*, Cucurbitaceae.



Мухи-пестрокрылки (Insecta: Diptera: Tephritidae) являются экономически значимыми видами, так как их личинки поражают плоды большого спектра растений-хозяев, включая тыквенные культуры. С последними связаны такие виды, как *Myiopardalis pardalina* (Bigot, 1891), *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899) и *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912), включенные в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза (ЕПКО ЕАЭС, 2016). Ниже приведена краткая информация об имеющих фитосанитарное значение пестрокрылках – вредителях тыквенных.

Identification of some fruit fly larvae species (Insecta: Diptera: Tephritidae) on Cucurbitaceae fruits

M.YU. ARAPOVA¹, I.O. KAMAYEV²

^{1,2} FGBU "All-Russian Plant Quarantine Center" (FGBU "VNIICR"), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia

¹ M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

¹ e-mail: maria.yurevna@bk.ru

² ORCID 0000-0003-4251-4862, e-mail: ilyakamayev@yandex.ru

ABSTRACT

This work is a practical guidance for the identification of fruit fly larvae *Myiopardalis pardalina*, *Bactrocera cucurbitae*, *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera latifrons* and *Dacus* spp., occurring on Cucurbitaceae fruits. It contains an identification key with illustrations allowing to differentiate third instar larvae of 5 species, 3 of which are quarantine objects (pests) for the Eurasian Economic Union.

Key words. Larvae, fruit fly, quarantine objects, *Bactrocera*, *Dacus*, *Myiopardalis*, Cucurbitaceae.

Fruit flies (Insecta: Diptera: Tephritidae) are economically important species, as their larvae cause damage to a wide range of host plants, including Cucurbitaceae. The latter are related with such species as *Myiopardalis pardalina* (Bigot, 1891), *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899) and *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912), included in the Common List of Quarantine Objects of the Eurasian Economic Union (CLQO EAEU, 2016). Brief information concerning fruit flies of phytosanitary importance affecting Cucurbitaceae is given below.

Дынная муха *Myiopardalis pardalina* (Bigot, 1891)

Во многих публикациях (Кандыбина, 1977; Korneyev et al., 2017; Carroll et al., 2019) *Myiopardalis* принимается в ранге подрода рода *Carpomyia*.

Дынная муха является олигофагом, спектр растений-хозяев ограничен представителями семейства Тыквенные, главным образом дыней (*Cucumis melo*), также повреждает арбузы (*Citrullus lanatus*) и огурцы (*Cucumis sativus*) (CABI, 2021; EPPO, 2021).

Этот вредитель был первоначально описан в Белуджистане, регионе, простирающемся от юго-восточного Ирана до западного Пакистана. На данный момент *M. pardalina* распространен в некоторых странах Азии (Кандыбина, 1977; EPPO, 2021) и Европы (Korneyev et al., 2017).

Африканская дынная муха *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899)

– *Bactrocera* (*Zeugodacus*) *cucurbitae*: Drew et Romig, 2013; Drew et Romig, 2016; Drew et Hancock, 2016.

– *Zeugodacus cucurbitae*: De Meyer et al., 2015; Virgilio et al., 2015.

Личинки *B. cucurbitae* повреждают более 125 видов растений, преимущественно из семейства Cucurbitaceae, например дыню (*Cucumis melo*), тыкву (*Cucurbita pepo*), арбуз (*Citrullus lanatus*), огурец (*Cucumis sativus*) и др. (EPPO, 2021; CABI, 2021).

Африканская дынная муха распространена в странах Азии и в тропических и субтропических областях Африки, в Австралии (Квинсленд) и на Гавайях (EPPO, 2021; CABI, 2021).

Восточная фруктовая муха *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912)

B. dorsalis является частью комплекса морфологически сходных видов, включающего в себя около 85 видов (Vargas et al., 2015).

Восточная фруктовая муха – один из наиболее многоядных видов плодовых мух, в качестве растений-хозяев *B. dorsalis* зарегистрировано около 450 видов растений, принадлежащих к 80 семействам, в том числе тыквенные культуры, например дыни (*Cucumis melo*), арбузы (*Citrullus lanatus*), огурцы (*Cucumis sativus*), тыквы (*Cucurbita pepo*) и др. (EPPO, 2021).

B. dorsalis обладает высокой инвазионной активностью и в настоящее время распространен по меньшей мере в 65 странах Азии и Африки (Воробьева, Камаев, 2017; EPPO, 2021). В Африке вид впервые был обнаружен в 2003 г. в Кении, впоследствии он распространился по всему континенту южнее Сахары (De Villiers et al., 2016), а также по нескольким островам в западной части Индийского океана (EPPO, 2021).

Следующие виды Tephritidae, повреждающие плоды Cucurbitaceae, по результатам анализов фитосанитарного риска (АФР), проведенных специалистами ФГБУ «ВНИИКР», определены в качестве потенциальных карантинных объектов.

Пасленовая плодовая муха *Bactrocera latifrons* (Hendel, 1915)

Является в основном вредителем пасленовых культур (томатов, стручкового перца, баклажанов и др.), но также может поражать некоторые виды семейства Cucurbitaceae (огурцы, арбузы и др.) (EPPO, 2021).

B. latifrons – азиатский вид, был завезен в США (на Гавайи) и в некоторые страны Африки (EPPO, 2021).

Baluchistan melon fly *Myiopardalis pardalina* (Bigot, 1891)

In many works (Kandybina, 1977; Korneyev et al., 2017; Carroll et al., 2019) *Myiopardalis* is accepted as a subgenus of the genus *Carpomyia*.

Melon fruit fly is an oligophage, the range of host plants is limited to representatives of the Cucurbitaceae family, mainly melons (*Cucumis melo*), they also damage watermelons (*Citrullus lanatus*) and cucumbers (*Cucumis sativus*) (CABI, 2021; EPPO, 2021).

This pest was originally described in Balochistan, a region from southeastern Iran to western Pakistan. At present, *M. pardalina* is spread in some Asian countries (Kandybina, 1977; EPPO, 2021) and Europe (Korneyev et al., 2017).

Melon fruit fly *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899)

– *Bactrocera* (*Zeugodacus*) *cucurbitae*: Drew et Romig, 2013; Drew et Romig, 2016; Drew et Hancock, 2016.

– *Zeugodacus cucurbitae*: De Meyer et al., 2015; Virgilio et al., 2015.

B. cucurbitae larvae damage over 125 plant species, mainly Cucurbitaceae, e. g., melons (*Cucumis melo*), pumpkins (*Cucurbita pepo*), watermelons (*Citrullus lanatus*), cucumbers (*Cucumis sativus*), etc. (EPPO, 2021; CABI, 2021).

Melon fruit fly is spread in Asia and in tropical and subtropical regions of Africa, in Australia (Queensland) and Hawaii (EPPO, 2021; CABI, 2021).

Oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912)

B. dorsalis is part of a complex of morphologically similar species, which includes about 85 species (Vargas et al., 2015).

Oriental fruit fly is one of the most polyphagous fruit fly species, the host plants of *B. dorsalis* have a record of 450 species belonging to 80 families, including Cucurbitaceae, such as melons (*Cucumis melo*), watermelons (*Citrullus lanatus*), cucumbers (*Cucumis sativus*), pumpkins (*Cucurbita pepo*), etc. (EPPO, 2021).

B. dorsalis has a high invasive activity and is currently spread in at least 65 countries of Asia and Africa (Vorobiova, Kamayev, 2017; EPPO, 2021). In Africa, the species was first reported in 2003 in Kenya, subsequently it spread throughout the continent south of the Sahara (De Villiers et al., 2016), as well as several islands in the western Indian Ocean (EPPO, 2021).

The following Tephritidae species damaging Cucurbitaceae fruits have been identified as potential quarantine objects based on the results of pest risk analysis (PRA) conducted by specialists of All-Russian Plant Quarantine Center.

Solanum fruit fly *Bactrocera latifrons* (Hendel, 1915)

It is mainly a pest of Solanum crops (tomatoes, capsicums, eggplants, etc.), but can also infect some species of the Cucurbitaceae family (cucumbers, watermelons, etc.) (EPPO, 2021).

B. latifrons is an Asian species, was introduced to the USA (to Hawaii) and to some African countries (EPPO, 2021).

Малая тыквенная муха *Dacus ciliatus* Loew, 1862

Это очень изменчивый вид, который легко спутать с *Dacus frontalis* Becker, 1922 и *Dacus vertebratus* Bezzi, 1908 (White, 2006; Carroll et al., 2019).

Личинки *D. ciliatus* развиваются в плодах большого спектра тыквенных культур (арбузы, дыни, тыквы, момордика и др.). Есть указания о растениях-хозяевах из других семейств, но они не являются типичными для малой тыквенной мухи (CABI, 2021; EPPO, 2021).

D. ciliatus широко распространен во многих странах Африки и некоторых странах Азии (EPPO, 2021).

В данной работе приведен иллюстрированный определительный ключ, позволяющий дифференцировать вышеперечисленные виды личинок мух-тефритид (кроме *D. ciliatus*), встречающиеся в плодах тыквенных растений.

Общие сведения о морфологии личинок

Личинки плодовых мух относятся к мускоидному типу и характеризуются удлинённым телом конической формы (часто вторая его половина цилиндрическая), каудально с расширенным основанием. Окраска взрослых личинок беловато-желтая, покровы тела несклеротизированные, полупрозрачные. Головная капсула редуцирована, первый сегмент тела называется *псевдоцефалон*, или *ложноголова*. На вентральной стороне ложноголова расположено ротовое отверстие, из которого могут выступать темно-коричневые *ротовые крючки* (апикальные зубы, или терминальная часть мандибулярных склеритов). С обеих сторон ротового отверстия, у основания *ротовых сенсилл* (прозрачных несклеротизированных бугорков, с воронковидным углублением, расположенных у вершины ротового отверстия) иногда развиты часто темноокрашенные пальцеобразные выросты, или *предротовые зубы* (рис. 1). Их наличие и количество являются важными диагностическими признаками. По бокам ротового отверстия находятся ротовые лопасти с расходящимися *ротовыми бороздками*, их форма имеет диагностическое значение (Кандыбина, 1977).

Ротоглоточный аппарат – система внутренних склеритов, располагается в полости ложноголова и первых двух грудных сегментов. Важное диагностическое значение имеет строение *мандибулярных склеритов*, или *ротовых крючков*, – вертикально поставленных склеритов неправильной треугольной формы, с серповидно изогнутым апикальным зубцом и расширенным основанием с оттянутым дорсо-каудальным участком (рис. 2). У некоторых видов на внутренней поверхности мандибулярного склерита может присутствовать *предвершинный (преапикальный) зубец*. У вентрального выступа (аподемы) ротовых крючков у некоторых видов располагаются небольшие склериты, называемые *зубными* (Кандыбина, 1977).

На первом грудном сегменте, почти на границе со вторым, располагаются передние дыхальца. Количество и расположение их лопастей используются в качестве диагностического признака (рис. 3).

Более подробное описание морфологического строения личинок мух-пестрокрылок приведено в монографии М.Н. Кандыбиной (1977).

Lesser pumpkin fly *Dacus ciliatus* Loew, 1862

This is a highly variable species that is easily confused with *Dacus frontalis* Becker, 1922 and *Dacus vertebratus* Bezzi, 1908 (White, 2006; Carroll et al., 2019).

D. ciliatus larvae develop in a wide range of Cucurbitaceae fruits (watermelons, melons, pumpkins, momordica, etc.). There are indications of host plants from other families, but they are not typical for the lesser pumpkin fly (CABI, 2021; EPPO, 2021).

D. ciliatus is widely spread in many African countries and some Asian countries (EPPO, 2021).

The present work provides an illustrated identification key allowing to differentiate the above-stated Tephritidae fly larvae species (except for *D. ciliatus*) occurring in Cucurbitaceae fruits.

General information about the morphology of larvae

Fruit fly larvae are of the muscoid type and are characterized by an elongated conical body (often its second half is cylindrical), caudally with an expanded base. The color of adult larvae is whitish-yellow, the integument of the body is not sclerotized, translucent. The head capsule is reduced, the first segment of the body is called *pseudocephalon*. On the ventral side of the pseudocephalon there is a mouth opening from which dark brown *oral hooks* (apical teeth, or terminal part of mandibular sclerites). On both sides of the mouth opening, at the base of *oral sensilla* (transparent non-sclerotized tubercles, with a funnel-shaped depression, located at the top of the mouth opening), often dark-colored finger-shaped outgrowths are sometimes developed, or *preoral teeth* (Fig. 1). Their presence and quantity are important diagnostic features. On the sides of the oral

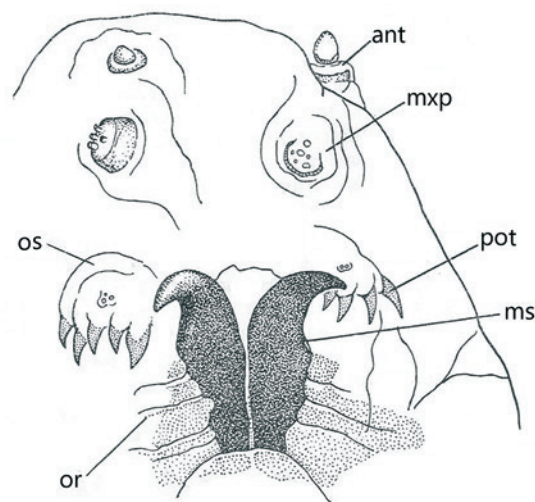


Рис. 1. Головной сегмент (лицевая маска) личинки (из: Кандыбина, 1977, с изм.).

Обозначения: ant – усик, mxp – щупик, os – ротовая сенсилла, or – ротовые бороздки, pot – предротовые зубы, ms – мандибулярный склерит.

Fig. 1. The head segment (facial mask) of the fruit fly larva (from: Kandybina, 1977, modified).

Symbols: ant – antenna, mxp – maxillary palpus, os – oral sensilla, or – oral ridges, pot – preoral teeth, ms – mandibular sclerite.

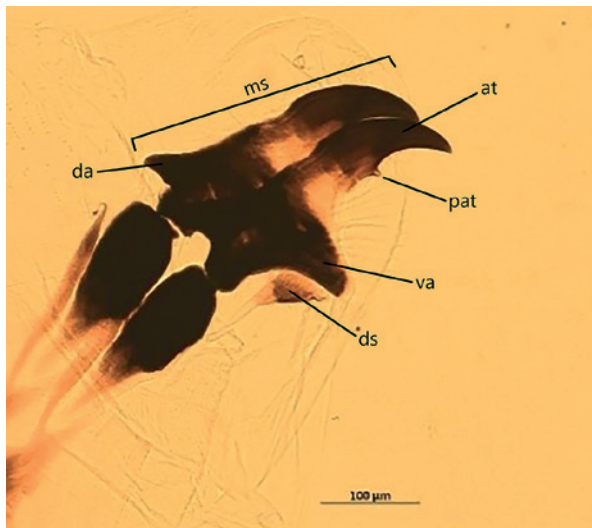


Рис. 2. Фрагмент ротоглоточного аппарата *Bactrocera cucurbitae* (фото И.О. Камаева).
Обозначения:
ms – мандибулярный склерит,
ds – зубной склерит,
at – апикальный зубец,
pat – предвершинный, или преапикальный, зубец,
va – вентральная аподема,
da – дорсальная аподема.

Fig. 2. Fragment of the cephalopharyngeal skeleton of *Bactrocera cucurbitae* (photo by I.O. Kamayev).
Symbols:
ms – mandibular sclerite,
ds – dental sclerite,
at – apical tooth,
pat – preapical tooth,
va – ventral apodeme,
da – dorsal apodeme.

Ключевые диагностические признаки личинок рассмотренных выше видов мух семейства Tephritidae, повреждающих плоды тыквенных растений, представлены в таблице. Данные признаки использованы при составлении определительного ключа.

Идентификация проводится только по личинкам III возраста, характеризующимся наличием передних дыхалец и трех щелей на задних дыхальцах (Кандыбина, 1977).

Таблица

Диагностические признаки личинок III возраста некоторых мух-пестрокрылок, встречающихся в плодах Cucurbitaceae

Вид	Признаки			
	Наличие зубного склерита	Ротовые борозды (форма)	Предвершинный зубец на мандибулярном склерите	Количество лопастей на передних дыхальцах
<i>Bactrocera latifrons</i>	есть	простые	отсутствует	13–18
<i>Bactrocera dorsalis</i>	есть	простые	отсутствует	8–12
<i>Bactrocera cucurbitae</i>	есть	глубокие, с заворачивающимися краями	есть, небольшой	16–20
<i>Dacus ciliatus</i>	есть	глубокие, с заворачивающимися краями	есть, довольно крупный	14–16
<i>Myiopardalis pardalina</i>	нет	простые	отсутствует	25–28

Примечание. Таблица составлена по (Кандыбина, 1977; Камаев, 2017; Balmès et Mouttet, 2017; Carroll et al., 2019; White et Elson-Harris, 1992).



Рис. 3. Переднее дыхальце *Myiopardalis pardalina*, темнопольная микроскопия (фото И.О. Камаева)

Fig. 3. Anterior spiracle of *Myiopardalis pardalina*, dark-field microscopy (photo by I.O. Kamayev)

opening are *oral ridges* with diverging oral grooves, their shape is of diagnostic value (Kandybina, 1977).

Cephalopharyngeal skeleton is a system of internal sclerites, located in the cavity of the pseudocephalon and the first two thoracic segments. A great diagnostic value has the structure of *mandibular sclerite*, or *oral hooks*, – vertically placed sclerites of irregularly triangular shape, with a crescent-shaped apical tooth and an expanded base with a retracted dorso-caudal area (Fig. 2). In some species, a *preapical tooth* may be present on the inner surface of the mandibular sclerite. At the ventral apodeme of the oral hooks in some species there are small sclerites called *dental* (Kandybina, 1977).

On the first thoracic segment, almost on the border with the second, there are anterior spiracles. The number and location of their tubules are used as a diagnostic feature (Fig. 3).

Table
Diagnostic characters of third instar larvae of some fruit flies
recorded on Cucurbitaceae fruits

Species	Characters			
	Presence of dental sclerite	Oral ridges (form)	Preapical tooth on mandibular sclerite	Number of tubulestubbles on anterior spiracles
<i>Bactrocera latifrons</i>	present	simple	absent	13–18
<i>Bactrocera dorsalis</i>	present	simple	absent	8–12
<i>Bactrocera cucurbitae</i>	present	deep, with curling edges	present, small	16–20
<i>Dacus ciliatus</i>	present	deep, with curling edges	present, quite large	14–16
<i>Myiopardalis pardalina</i>	absent	simple	absent	25–28

Note. The table was compiled according to (Kandybina, 1977; Kamayev, 2017; Balmès et Mouttet, 2017; Carroll et al., 2019; White et Elson-Harris, 1992).



Рис. 4. Форма задних дыхалец личинок некоторых семейств Diptera: Tephritidae (a), Muscidae (b), Calliphoridae (c) (фото И.О. Камаева)

Fig. 4. Shape of posterior spiracles in larvae of some Diptera families: Tephritidae (a), Muscidae (b), Calliphoridae (c) (photo by I.O. Kamayev)

Для идентификации личинок необходимо изготовление микропрепарата. Методика его приготовления подробно описана в следующих источниках: ISPM 27: DP09 (2015), Камаев (2017), а также видеоролик проекта ФГБУ «ВНИИКР» («Онлайн-практика карантина растений»).

Для данной работы был использован материал из коллекций энтомологического фонда ФГБУ «ВНИИКР» и Зоологического института РАН, г. Санкт-Петербург, Россия (ЗИН РАН).

Определительный ключ
для идентификации личинок III возраста
до семейства Tephritidae (по Кандыбиной, 1977; Камаеву, 2017)

1 Головная капсула сильно редуцирована. Если имеются склеротизированные ротовые части, то они представлены в виде крючков. Ног нет 2

– Признаки иные другие группы

2 Передние дыхальца не сближены, располагаются по бокам тела. Задние дыхальца находятся не на выступах (стигмофорах) и не имеют перитремы, содержат 3 вытянутые щели, которые обычно почти параллельны, между ними заметны интерспиракулярные отростки (рис. 4a) **Tephritidae**

– Признаки иные (рис. 4b, 4c) другие семейства

A more detailed description of the morphological structure of the fruit fly larvae is given in the monograph by M.N. Kandybina (1977).

The key diagnostic characters of the above-stated Tephritidae larvae damaging Cucurbitaceae fruits are presented in the table. These characters were used in the compilation of the identification key.

Identification is carried out only by third instar larvae characterized by the presence of anterior spiracles and three slits on the posterior spiracles (Kandybina, 1977).

To identify the larvae, it is necessary to make a slide. The method of its preparation is described in detail in the following sources: ISPM 27: DP09 (2015), Kamayev (2017), as well as a video of the FGBU “VNIICR” project (“Online Practice of Plant Quarantine”).

This work includes the material from the collections of the entomological fund of the Federal State Budgetary Institution “VNIICR” and the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia (ZIN RAS).

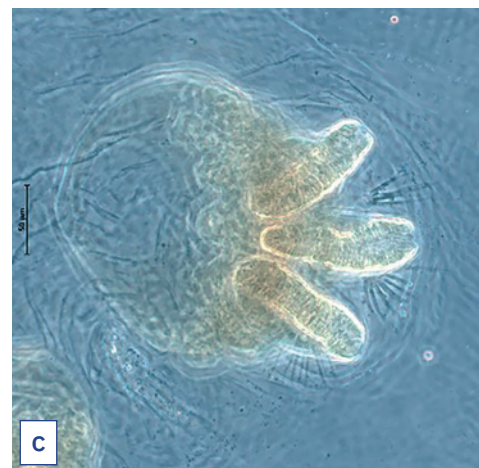
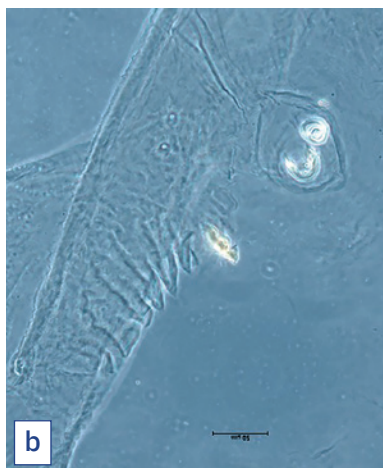
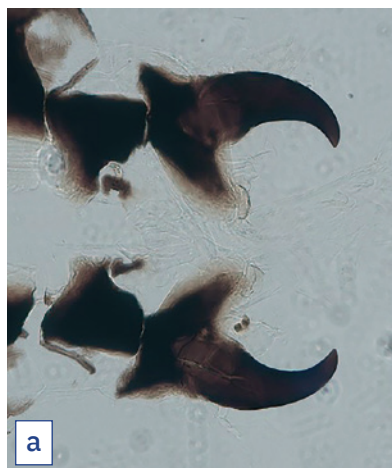


Рис. 5. Часть ротоглоточного аппарата (a), фрагмент лицевой маски (b) и заднее дыхальце (c) *Myiopardalis pardalina*, (a) – светлопольная микроскопия, (b, c) – фазовый контраст (фото И.О. Камаева)

Fig. 5. Part of the cephalopharyngeal skeleton (a), a fragment of the facial mask (b) and the posterior spiracle (c) *Myiopardalis pardalina*, (a) – bright-field microscopy, (b, c) – phase contrast (photo by I.O. Kamayev)

Определительный ключ

для идентификации до вида личинок
некоторых мух-пестрокрылок,
встречающихся в плодах тыквенных
растений (по Кандыбиной, 1977; Камаеву,

2017; Carroll et al., 2019; White et Elson-Harris,
1992; Balmès et Mouttet, 2017; с дополнениями
и изменениями)

1 Зубной склерит имеется (рис. 2) 4
– Зубной склерит отсутствует (рис. 5a) 2

2 Предротовые зубцы развиты (рис. 1, 5b). Ло-
пастей переднего дыхальца больше семи. Ротовые
бороздки с рядом мелких зубцов вдоль наружного
края 3
– Такого сочетания признаков нет другие
роды и виды

3 Передние дыхальца с 25–28 лопастями
(рис. 3) *Myiopardalis pardalina*

Примечание. Часть ротоглоточного аппарата, фраг-
мент лицевой маски и заднее дыхальце данного вида пред-
ставлены на рис. 5.

– Количество лопастей передних дыхалец ме-
нее 24 другие виды *Carpomyia*

4 Ротовые бороздки с закручивающимися кра-
ями, образующими почти каналы (рис. 6), предвер-
шинный зубец на мандибулярном склерите имеет-
ся (рис. 2) 5

– Ротовые бороздки с простыми (незакручива-
ющимися) краями. Предвершинный зубец на манди-
булярном склерите имеется или отсутствует ... 6

5 Предвершинный зубец на мандибулярном
склерите не крупный (рис. 7a, 7b). Передние ды-
хальца с 18–20 лопастями (рис. 7c). На последнем
сегменте тела под дыхальцами между бугорками
расположена тонкая, темная полоса (рис. 7d)
..... *Bactrocera cucurbitae*

Примечание. Некоторые авторы (Hardy, 1949; Канды-
бина, 1977) упоминают о наличии темной горизонтальной
склеротизированной полосы на последнем сегменте тела
личинки III возраста *Bactrocera cucurbitae*. Вслед за White et
Elson-Harris (1992) мы придерживаемся мнения, что данная
полоска является темноокрашенной, но не склеротизиро-
ванной, так как на практике наличие этой полосы отмеча-
ется у недавно зафиксированных личинок. На более старом
материале данный признак не обнаружен.

К этому виду достаточно близок австралийский вид
Bactrocera cucumis (French, 1907), встречающийся в плодах

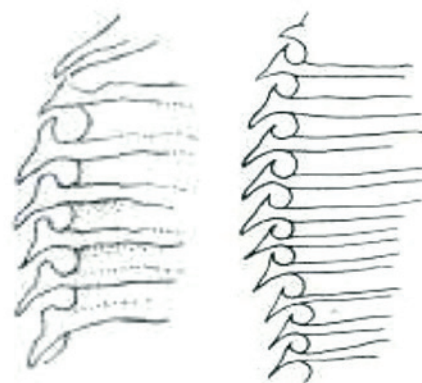


Рис. 6. Ротовые бороздки
с закручивающимися краями
(из: Кандыбина, 1977)

Fig. 6. Oral ridges
with curling edges
(from: Kandybina, 1977)

Identification key to third instar larvae up to

the family Tephritidae (according to Kandybina,
1977; Kamayev, 2017)

1 The head capsule is strongly reduced. If there
are sclerotized mouthparts, they are presented in the
form of hooks. No legs 2

– Other characters other groups

2 The anterior spiracles are not close together, lo-
cated on the sides of the body. The posterior spiracles
are not on projections (stigmophores) and do not have
a peritreme, contain 3 elongated slits, which are usual-
ly almost parallel, interspiracular processes are visible
between them (Fig. 4a) **Tephritidae**

– Other characters (Fig. 4b, 4c) other families

Identification key to the species of some fruit fly larvae occurring on Cucurbitaceae fruits (based

on Kandybina, 1977; Kamayev, 2017; Carroll
et al., 2019; White et Elson-Harris, 1992; Balmès
et Mouttet, 2017; with additions and changes)

1 Dental sclerite present (Fig. 2) 4

– Dental sclerite absent (Fig. 5a) 2

тыквенных, у которого, как правило, не развита темноокрашенная полоска на последнем сегменте тела под дыхальцами (White et Elson-Harris, 1992).

Диагностический признак (темноокрашенная полоска), используемый для дифференциации *B. cucurbitae* и *B. cicutis*, приводится только в работе White et Elson-Harris (1992), в других известных нам работах по личинкам плодовых мух одновременно оба этих вида в определительных таблицах не представлены. Как отмечают сами авторы (White et Elson-Harris, 1992), указанный признак не является стабильным у *B. cicutis*; по нашим данным, этот признак, возможно, также не является стабильным у *B. cucurbitae* (рис. 7d, 7e).

– Предвершинный зубец на мандибулярном склерите очень крупный, равен не менее чем половине длины вершинного зубца (рис. 8a) ... ***Dacus spp.***

Примечание. Известные виды данного рода на личиночной стадии развиваются преимущественно в плодах тыквенных, однако их диагностика недостаточно разработана. Наиболее часто встречается *Dacus ciliatus*, у личинок которого на передних дыхальцах 14–16 лопастей (рис. 8b), а предвершинный зубец равен половине длины вершинного (Кандыбина, 1977; White et Elson-Harris, 1992); но следует иметь в виду, что данные признаки не являются видоспецифичными (Carroll et al., 2019).

6 Предвершинный зубец на мандибулярном склерите отсутствует (рис. 9–10) 7
– Предвершинный зубец на мандибулярном склерите имеется другие виды
7 Количество лопастей передних дыхалец – 13 и более 8
– Количество лопастей передних дыхалец – менее 13 9

2 Preoral teeth developed (Fig. 1, 5b). Tubules of anterior spiracle more than seven. Oral ridges with a number of small teeth along the outer edge 3
– No such characters combination other genera and species

3 Anterior spiracles with 25–28 tubules (Fig. 3)
..... ***Myiopardalis pardalina***

Note. A part of the cephalopharyngeal skeleton, a fragment of the facial mask, and the posterior spiracle of this species are shown in Fig. 5.

– Number of tubules of anterior spiracles less than 24 other ***Carpomyia*** species

4 Oral ridges with curling edges forming almost canals (Fig. 6); preapical tooth present on mandibular sclerite (Fig. 2) 5
– Oral ridges with simple (non-curling) edges. Preapical tooth on mandibular sclerite present or absent 6

5 Preapical tooth on mandibular sclerite not large (Figs. 7a, 7b). Anterior spiracles with 18–20 tubules (Fig. 7c). On the last segment of the body, under the spiracles between the tubercles, there is a thin, dark stripe (Fig. 7d) ***Bactrocera cucurbitae***

Note. Some authors (Hardy, 1949; Kandybina, 1977) mention the presence of a dark horizontal sclerotized stripe on the last segment of the body of a third instar *Bactrocera cucurbitae* larva. Following White et Elson-Harris (1992), we share the opinion that this band is dark-colored but not sclerotized, since in practice the presence of this band is observed in recently recorded larvae. This character was not found on older material.

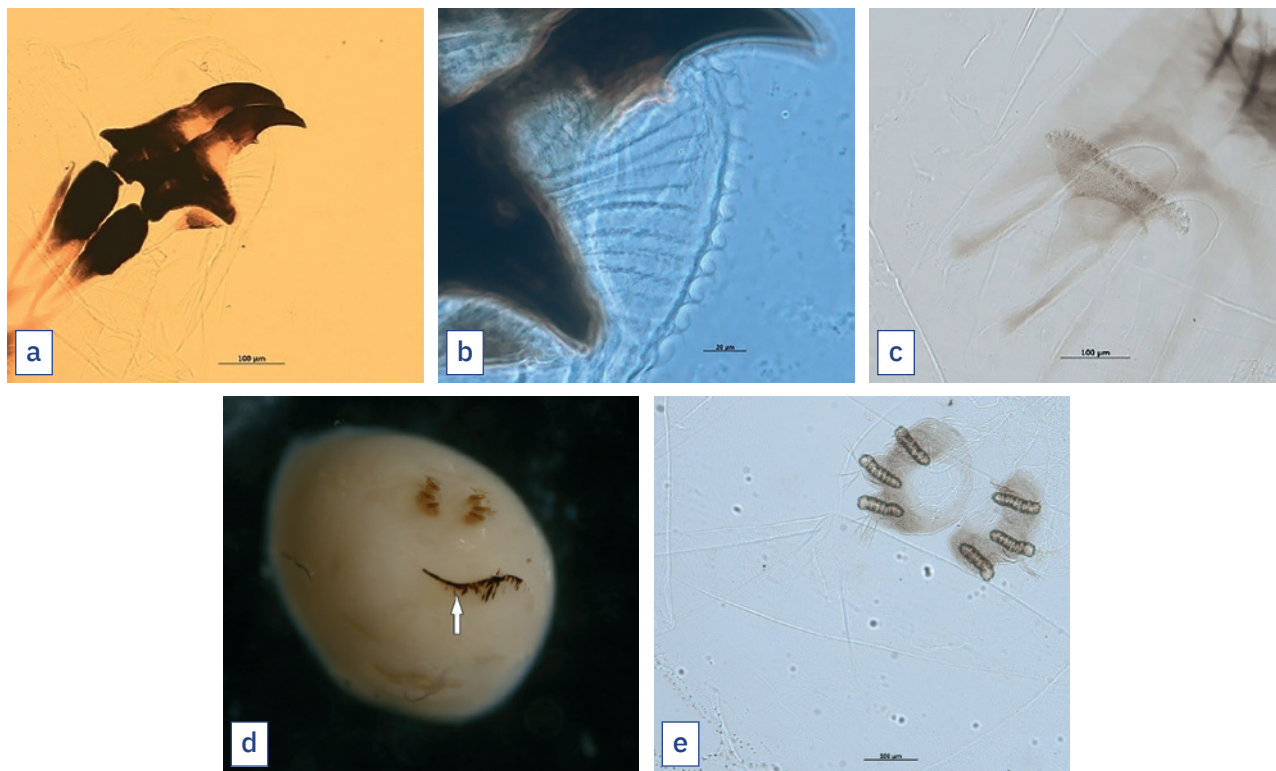


Рис. 7. Часть ротоглоточного аппарата (а), закручивающиеся бороздки (б), переднее дыхальце (с) и последний сегмент тела личинки с темноокрашенной полоской (на нее указывает стрелка) (д) и без темноокрашенной полоски (е) *Bactrocera cucurbitae* (фото И.О. Камаева)

Fig. 7. Part of the cephalopharyngeal skeleton (a), curling ridges (b), anterior spiracle (c) and the last segment of the body of the larva with a dark-colored stripe (indicated by an arrow) (d) and without a dark-colored stripe (e) *Bactrocera cucurbitae* (photo by I.O. Kamayev)

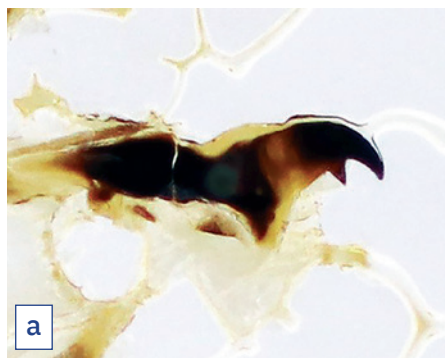


Рис. 8. Часть ротоглоточного аппарата (а) и переднее дыхальце (b) *Dacus ciliatus* (фото М.Ю. Араповой)

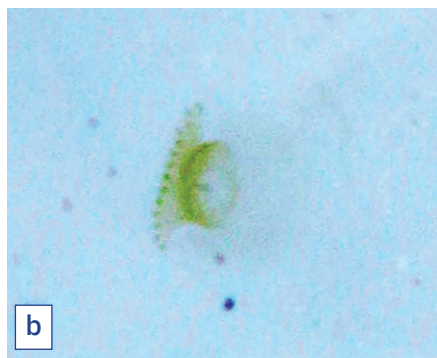


Fig. 8. Part of the cephalopharyngeal skeleton (a) and anterior spiracle (b) *Dacus ciliatus* (photo by M.Yu. Arapova)

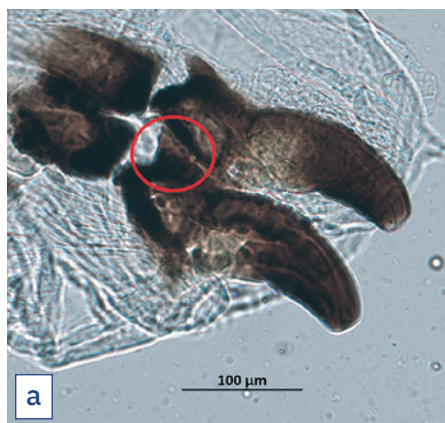


Рис. 9. Часть ротоглоточного аппарата (а) и переднее дыхальце (b) *Bactrocera latifrons* (фото И.О. Камаева)

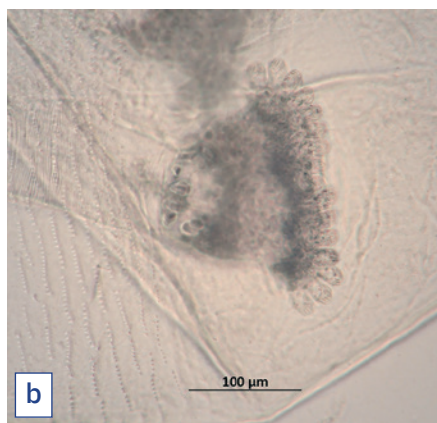


Fig. 9. Part of the cephalopharyngeal skeleton (a) and anterior spiracle (b) *Bactrocera latifrons* (photo by I.O. Kamayev)

8 Шейка мандибулярного склерита не выражена; дорсальная аподема широкая, в виде массивного зубца, расположена под явным углом к основанию склерита; вентральная аподема направлена к внутреннему (вентральному) вогнутому краю склерита; вершинный зубец относительно массивный, не явно вогнутый, в результате этого вентральный (внутренний) край склерита кажется неглубоким (рис. 9а). Количество лопастей передних дыхалец – 13–18 (рис. 9б) *Bactrocera latifrons*

– Хорошо выражена шейка мандибулярного склерита (рис. 10); дорсальная аподема мандибулярного склерита узкая, прилегающая к основанию склерита, апикально заострена; вентральная аподема направлена от внутреннего вогнутого края склерита; вершинный зубец узкий, не массивный, явно вогнутый, в результате этого вентральный (внутренний) край склерита кажется глубоким *Bactrocera zonata*

Примечание. По результатам анализа фитосанитарного риска, проведенного специалистами ФГБУ «ВНИИКР» в отношении *Bactrocera zonata* (Saunders, 1842), показано, что данный вид не соответствует критериям карантинного объекта для территории Российской Федерации. Здесь этот вид приведен для дифференциации от сходного по ряду признаков *B. latifrons*, так как *B. zonata* может повреждать некоторые тыквенные (например, момордику, лагенарию). В работе Кандыбиной (1977) *B. latifrons* отсутствует. В определительном ключе Balmès et Mouttet (2017) оба вида представлены, но основной акцент сделан на растения-хозяева и количество лопастей на передних дыхальцах, что может привести к недостоверной идентификации.

The Australian species *Bactrocera cucumis* (French, 1907) is quite close to this species, occurring on Cucurbitaceae fruits, in which, as a rule, a dark-colored stripe is not developed on the last segment of the body under the spiracles (White et Elson-Harris, 1992).

Diagnostic character (dark colored line) used for differentiation of *B. cucurbitae* and *B. cucumis*, is given only in the work of White et Elson-Harris (1992), in other works known to us on fruit fly larvae, both of these species are not simultaneously presented in the key tables. As noted by the authors themselves (White et Elson-Harris, 1992), this character is not stable in *B. cucumis*; according to our data, this character may also not be stable in *B. cucurbitae* (Fig. 7d, 7e).

– Preapical tooth on mandibular sclerite very large, at least half as long as apical tooth (Fig. 8a) *Dacus spp.*

Note. Known species of this genus at the larval stage develop mainly in pumpkin fruits, but their diagnosis is not well developed. Most common is *Dacus ciliatus*, the larvae of which have 14–16 tubules on the anterior spiracles (Fig. 8b), and the preapical tooth is half the length of the apical one (Kandybina, 1977; White et Elson-Harris, 1992); but it should be borne in mind that these characters are not species-specific (Carroll et al., 2019).

6 The preapical tooth on the mandibular sclerite is absent (Fig. 9–10) 7

– Preapical tooth on man-

dibular sclerite present

..... other species

7 The number of tubules of the anterior spiracles is 13 or more..... 8



Рис. 10. Часть ротоглоточного аппарата *Bactrocera zonata*; стрелки указывают на шейку мандибулярного склерита (из: Balmès et Mouttet, 2017, с изм.)

Fig. 10. Part of the cephalopharyngeal skeleton of *Bactrocera zonata*; arrows point to the neck of the mandibular sclerite (from: Balmès et Mouttet, 2017, modified)

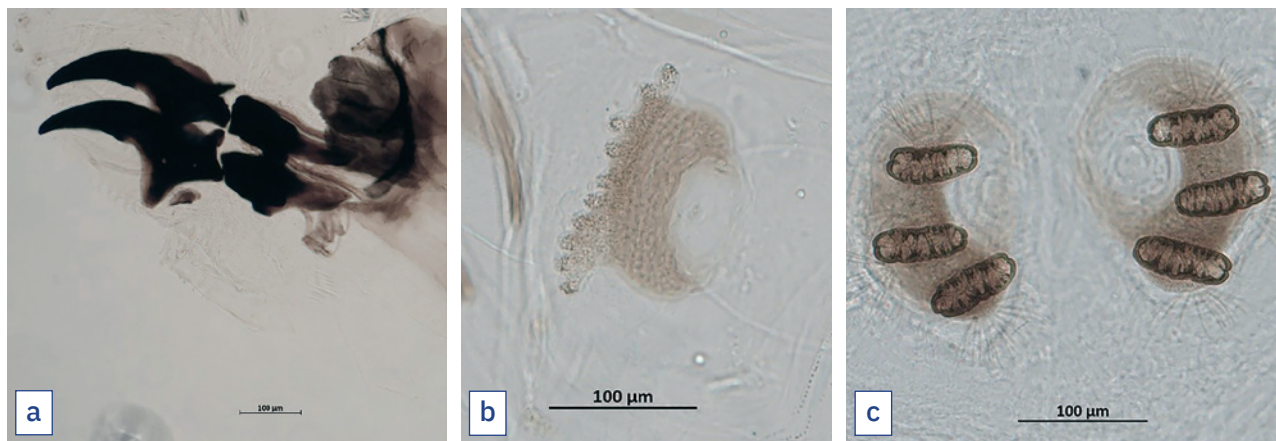


Рис. 11. Фрагмент ротоглоточного аппарата (а), переднее (б) и задние (с) дыхальца *Bactrocera dorsalis* (фото И.О. Камаева)

Fig. 11. Fragment of the cephalopharyngeal skeleton (a), anterior (b) and posterior (c) spiracles *Bactrocera dorsalis* (photo by I.O. Kamayev)

9 Длина интерспиракулярных отростков явно более $\frac{1}{2}$ длины нижней щели заднего дыхальца или приблизительно равна ей (рис. 11с, 12а). Шейка мандибулярного склерита явно выражена (рис. 11а)

..... *Bactrocera dorsalis*

– Длина интерспиракулярных отростков приблизительно равна половине длины нижней щели заднего дыхальца или менее ее (рис. 12б). Шейка мандибулярного склерита выражена или отсутствует другие виды

Благодарность. Авторы выражают благодарность специалистам ФГБУ «ВНИИКР»: Н.И. Ершовой, С.Ю. Муханову и Д.Г. Касаткину, а также специалистам Зоологического института РАН О.Г. Овчинниковой и Г.М. Сулеймановой за материал, любезно предоставленный для исследования и фотографирования.

Работа частично выполнена в рамках НИР по государственному заданию (НИОКТР № 5121042600339-5).

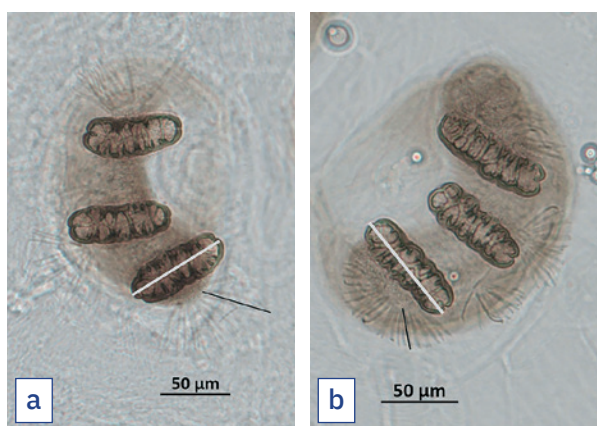


Рис. 12. Задние дыхальца *Bactrocera dorsalis* (а) и *Ceratitidis capitata* (б), белая линия показывает длину щели заднего дыхальца, черная линия – длину интерспиракулярных отростков (фото И.О. Камаева)

Fig. 12. Posterior spiracles of *Bactrocera dorsalis* (а) and *Ceratitidis capitata* (б). The white line shows the length of the posterior spiracle slit, the black line shows the length of the interspiracular processes (photo by I.O. Kamayev)

– The number of tubules of the anterior spiracles is less than 13.....9

8 The neck of the mandibular scleritis is not pronounced; dorsal apodeme wide, in the form of a massive tooth, located at a clear angle to the base of the sclerite; ventral apodeme directed towards inner (ventral) concave margin of sclerite; apical tooth relatively massive, not distinctly concave; as a result, ventral (inner) margin of sclerite appears shallow (Fig. 9a). The number of tubules of the anterior spiracles is 13–18 (Fig. 9b) *Bactrocera latifrons*

– The neck of the mandibular sclerite is well expressed (Fig. 10); dorsal apodeme of mandibular sclerite narrow, adjacent to base of sclerite, apically pointed; ventral apodeme directed from inner concave margin of sclerite; apical tooth narrow, not massive, distinctly concave, as a result of which the ventral (inner) margin of the sclerite appears deep *Bactrocera zonata*

Note. According to the results of the pest risk analysis of *Bactrocera zonata* (Saunders, 1842) conducted by the specialists of the All-Russian Plant Quarantine Center, it is shown that this species does not conform the criteria of a quarantine object (pest) for the territory of the Russian Federation. Here, this species is given to differentiate from the similar in a number of characters *B. latifrons*, as *B. zonata* can damage some Cucurbitaceae (e. g., momordica, lagenaria). In the work of Kandybina (1977), *B. latifrons* is absent. In diagnostic key of Balmès et Mouttet (2017) both species are given, but the main focus is on host plants and the number of tubules on the anterior spiracles, which can lead to misidentification.

9 The length of the interspiracular processes is clearly more than $\frac{1}{2}$ the length of the inferior slit of the posterior spiracle or approximately equal to it (Figs. 11c, 12a). The neck of the mandibular sclerite is clearly expressed (Fig. 11a) *Bactrocera dorsalis*

– The length of the interspiracular processes is approximately equal to or less than half the length of the inferior slit of the posterior spiracle (Fig. 12b). The neck of the mandibular scleritis is pronounced or absent other species

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the specialists of the All-Russian Plant Quarantine Center: N.I. Ershova, S.Yu. Mukhanov and D.G. Kasatkin, as well as specialists of the Zoological Institute

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьева Л., Камаев И., 2017. Таксономический статус и инвазионная активность восточной фруктовой мухи *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). – Карантин растений. Наука и практика, 2 (20): 42–49. [Vorobiova L., Kamayev I., 2017. Taxonomic status and invasive activity of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). – Plant Health. Research and Practice, 2 (20): 50–56].
2. Камаев И., 2017. Идентификация личинок карантинных для Российской Федерации видов мух-пестрокрылок (Diptera: Tephritidae). – Карантин растений. Наука и практика, 4 (22): 52–58. [Kamayev I., 2017. Identification of larval stage of Russian quarantine fruit fly species (Diptera: Tephritidae). – Plant Health. Research and Practice, 4 (22): 59–64].
3. Кандыбина М. Личинки плодовых мух-пестрокрылок (Diptera, Tephritidae). – Л.: Наука, 1977, 211 с.
4. Balmès V., Mouttet R., 2017. Development and validation of a simplified morphological identification key for larvae of tephritid species most commonly intercepted at import in Europe. – EPPO Bulletin, 47 (1): 91–99. URL: <https://doi.org/10.1111/epp.12369>.
5. De Meyer M., Delatte H., Mwatawala M., Quilici S., Vayssières J.-F., Virgilio M., 2015. A review of the current knowledge on *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera, Tephritidae) in Africa, with a list of species included in *Zeugodacus*. – ZooKeys, 540: 539–557. URL: <https://doi.org/10.3897/zookeys.540.9672>.
6. De Villiers M., Hattingh V., Kriticos D., Brunel S., Vayssières J.-F., Sinzogan A., Billah M., Mohamed S., Mwatawala M., Abdelgader H., Salah F., De Meyer M., 2016. The potential distribution of *Bactrocera dorsalis*: considering phenology and irrigation patterns. – Bulletin of Entomological Research, 106 (1): 19–33. URL: <https://doi.org/10.1017/S0007485315000693>.
7. Drew R., Hancock D., 2016. A review of the subgenus *Bulladacus* Drew & Hancock of *Bactrocera* Macquart (Diptera: Tephritidae: Dacinae), with description of two new species from Papua New Guinea. – Australian Entomologist, 43 (4): 189–210. URL: <https://www.researchgate.net/publication/313412069>.
8. Drew R., Romig M. Tropical fruit flies (Tephritidae: Dacinae) of South-East Asia. – Wallingford, UK: CABI, 2013, 653 p.
9. Drew R., Romig M. Keys to the Tropical Fruit Flies of South-East Asia. – Wallingford, UK: CABI, 2016, 487 p.
10. Hardy D., 1949. Studies in Hawaiian fruit flies (Diptera, Tephritidae). – Proceedings of the Entomology Society of Washington, 51: 181–205.
11. Korneyev V., Mishustin R., Korneyev S., 2017. The Carpomyini Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) of Europe, Caucasus, and Middle East: New Records of Pest Species, with Improved Keys. – Vestnik Zoologii, 51 (6): 453–470. URL: <https://doi.org/10.2478/vzoo-2017-0056>.
12. Vargas R., Piñero J., Leblanc L., 2015. An overview of pest species of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) and the integration of biopesticides with other biological approaches for their management with a focus on the Pacific region. – Insects, 6 (2): 297–318. URL: <https://doi.org/10.3390/insects6020297>.
13. Virgilio M., Jordaens K., Verwimp C., White I., De Meyer M., 2015. Higher phylogeny of frugivorous

of the Russian Academy of Sciences O.G. Ovchinnikova and G.M. Suleimanova for the material kindly provided for research and photography.

The work was partially carried out within the framework of research work on the state assignment (R&D № 5121042600339-5).

REFERENCES

1. Vorobiova L., Kamayev I. Taxonomic status and invasive activity of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). *Plant Health. Research and Practice*, 2017; 2 (20): 50–56.
2. Kamayev I. Identification of larval stage of Russian quarantine fruit fly species (Diptera: Tephritidae). *Plant Health. Research and Practice*, 2017; 4 (22): 59–64.
3. Kandybina M. Fruit flies larvae (Diptera, Tephritidae) [Lichinki plodovykh mukh-pestroкрылок]. L., Nauka, 1977, 211 p. (in Russian).
4. Balmès V., Mouttet R. Development and validation of a simplified morphological identification key for larvae of tephritid species most commonly intercepted at import in Europe. *EPPO Bulletin*, 2017; 47 (1): 91–99. URL: <https://doi.org/10.1111/epp.12369>.
5. De Meyer M., Delatte H., Mwatawala M., Quilici S., Vayssières J.-F., Virgilio M. A review of the current knowledge on *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera, Tephritidae) in Africa, with a list of species included in *Zeugodacus*. *ZooKeys*, 2015; 540: 539–557. URL: <https://doi.org/10.3897/zookeys.540.9672>.
6. De Villiers M., Hattingh V., Kriticos D., Brunel S., Vayssières J.-F., Sinzogan A., Billah M., Mohamed S., Mwatawala M., Abdelgader H., Salah F., De Meyer M. The potential distribution of *Bactrocera dorsalis*: considering phenology and irrigation patterns. *Bulletin of Entomological Research*, 2016; 106 (1): 19–33. URL: <https://doi.org/10.1017/S0007485315000693>.
7. Drew R., Hancock D. A review of the subgenus *Bulladacus* Drew & Hancock of *Bactrocera* Macquart (Diptera: Tephritidae: Dacinae), with description of two new species from Papua New Guinea. *Australian Entomologist*, 2016; 43 (4): 189–210. URL: <https://www.researchgate.net/publication/313412069>.
8. Drew R., Romig M. Tropical fruit flies (Tephritidae: Dacinae) of South-East Asia. Wallingford, UK: CABI, 2013, 653 p.
9. Drew R., Romig M. Keys to the Tropical Fruit Flies of South-East Asia. Wallingford, UK: CABI, 2016, 487 p.
10. Hardy D. Studies in Hawaiian fruit flies (Diptera, Tephritidae). *Proceedings of the Entomology Society of Washington*, 1949; 51: 181–205.
11. Korneyev V., Mishustin R., Korneyev S. The Carpomyini Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) of Europe, Caucasus, and Middle East: New Records of Pest Species, with Improved Keys. *Vestnik Zoologii*, 2017; 51 (6): 453–470. URL: <https://doi.org/10.2478/vzoo-2017-0056>.
12. Vargas R., Piñero J., Leblanc L. An overview of pest species of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) and the integration of biopesticides with other biological approaches for their management with a focus on the Pacific region. *Insects*, 2015; 6 (2): 297–318. URL: <https://doi.org/10.3390/insects6020297>.

flies (Diptera, Tephritidae, Dacini): Localised partition conflicts and a novel generic classification. – *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 85: 171–179. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.01.007>.

14. White I., 2006. Taxonomy of the Dacina (Diptera: Tephritidae) of Africa and the Middle East. – *African Entomology Memoir*, No. 2: 1–156.

15. White I., Elson-Harris M. Fruit Flies of Economic Significance. Their Identification and Bionomics. – Wallingford, UK: CAB International, 1992, 600 p.

16. Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза (ЕПКО ЕАЭС), утвержденный Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01413200/cncd_06032017_158 (дата обращения: 15.09.2021).

17. Онлайн-практика карантина растений. Видеопроект ФГБУ «ВНИИКР». Препарирование личинки плодовой мухи [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cuOCW5xWdf0> (дата обращения: 20.09.2021).

18. CABI. Invasive Species Compendium, 2021 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cabi.org/isc> (дата обращения: 20.09.2021).

19. Carroll L., Norrbom A., Dallwitz M., Thompson F., 2004 onwards. Pest fruit flies of the world – larvae. Version: 9th April 2019 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.delta-intkey.com/ffl/index.htm> (дата обращения: 15.09.2021).

20. EPPO Global Database, 2021 [Электронный ресурс]. – URL: <https://gd.eppo.int> (дата обращения: 22.09.2021).

21. ISPM 27 [Интернет-документ]. DP 09: Genus *Anastrepha* Schiner, 2015, 33 p. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ippc.int/ru/publications/81502/> (дата обращения: 02.09.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Арапова Мария Юрьевна, младший научный сотрудник научно-методического отдела энтомологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; аспирант кафедры энтомологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия; *e-mail: maria.yurevna@bk.ru*.

Камаев Илья Олегович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией экологии и генетики насекомых и клещей, старший научный сотрудник ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; *ORCID 0000-0003-4251-4862, e-mail: ilyakamayev@yandex.ru*.

13. Virgilio M., Jordaens K., Verwimp C., White I., De Meyer M. Higher phylogeny of frugivorous flies (Diptera, Tephritidae, Dacini): Localised partition conflicts and a novel generic classification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2015; 85: 171–179. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.01.007>.

14. White I. Taxonomy of the Dacina (Diptera: Tephritidae) of Africa and the Middle East. *African Entomology Memoir*, 2006; No. 2: 1–156.

15. White I., Elson-Harris M. Fruit Flies of Economic Significance. Their Identification and Bionomics. Wallingford, UK: CAB International, 1992, 600 p.

16. Common list of quarantine objects of the Eurasian Economic Union, approved by the Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated November 30, 2016 [Electronic resource]. URL: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01413200/cncd_06032017_158 (last accessed: 15.09.2021).

17. Online Practice of Plant Quarantine. Video project of FGBU “VNIICR”. Dissection of fruit fly larvae [Electronic resource]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cuOCW5xWdf0> (last accessed: 20.09.2021).

18. CABI. Invasive Species Compendium, 2021 [Electronic resource]. URL: <https://www.cabi.org/isc> (last accessed: 20.09.2021).

19. Carroll L., Norrbom A., Dallwitz M., Thompson F., 2004 onwards. Pest fruit flies of the world – larvae. Version: 9th April 2019 [Electronic resource]. URL: <https://www.delta-intkey.com/ffl/index.htm> (last accessed: 15.09.2021).

20. EPPO Global Database, 2021 [Electronic resource]. URL: <https://gd.eppo.int> (last accessed: 22.09.2021).

21. ISPM 27 [Online document]. DP 09: Genus *Anastrepha* Schiner, 2015, 33 p. [Electronic resource]. URL: <https://www.ippc.int/ru/publications/81502/> (last accessed: 02.09.2021).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maria Arapova, Junior Researcher, Research and Methodology Department of Entomology, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; Postgraduate Student, Entomology Department, Faculty of Biology, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; *e-mail: maria.yurevna@bk.ru*.

Ilya Kamayev, PhD in Biology, Head of the Ecology and Genetics of Insects and Mites Laboratory, Senior Researcher, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *ORCID 0000-0003-4251-4862, e-mail: ilyakamayev@yandex.ru*.