

УДК 595.773.4

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ КАРАНТИННЫХ ВИДОВ МУХ-ПЕСТРОКРЫЛОК (DIPTERA, TEPHRITIDAE) РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

М.Ю. Арапова¹, И.О. Камаев², Т.В. Галинская³

Обобщена информация о современном состоянии морфологических и молекулярно-генетических методов диагностики представителей родов *Ceratitis*, *Bactrocera*, *Rhagoletis* и *Myiopardalis*, представляющих фитосанитарный риск для Российской Федерации.

Ключевые слова: Diptera, Tephritidae, мухи-пестрокрылки, филогения, фитосанитария, карантин растений, идентификация.

Муhy-пестрокрылки семейства Tephritidae относятся к экономически значимым видам, поскольку их личинки поражают косточковые, семечковые, цитрусовые, тропические и другие плодовые культуры. Семь видов этого семейства имеют карантинное значение для Российской Федерации и стран-участниц Евразийского экономического союза (ЕАЭС), а растительная продукция, с которой могут проникать эти вредители, регулируется соответствующими фитосанитарными службами. Однако методы видовой идентификации мух-пестрокрылок разработаны недостаточно полно. В настоящее время определение может быть проведено только с помощью морфологических методов, а это не всегда дает достоверный результат. Существуют также неразрешенные проблемы филогении многих родов мух-пестрокрылок. Существующие филогенетические схемы неполны или в некоторых случаях недостоверны. Важную проблему также представляет недостаточно полная изученность морфологии личинок, а следовательно, сложности в их идентификации. Из-за невозможности достоверного определения морфологическими методами видовой принадлежности личинок 1- и 2-го возрастов существует необходимость в проведении молекулярно-генетического анализа. Стоит отметить, что для определения не всегда бывает достаточно рассмотреть последовательность лишь одного гена.

В данной статье анализируется современное состояние морфологических и молекулярно-генетических методов диагностики мух-пестрокрылок, включенных в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза: *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912), *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899), *Rhagoletis mendax* Curran, 1932, *Rhagoletis pomonella* (Walsh, 1867), *Rhagoletis cingulata* (Loew, 1862) и *Myiopardalis pardalina* (Bigot, 1891).

Род *Ceratitis* McLeay включает около 100 видов. К этому роду относится опасный вредитель плодовых культур – средиземноморская плодовая муха *Ceratitis capitata*, входящая в Единый перечень карантинных объектов стран-участниц Евразийского экономического союза.

Средиземноморская плодовая муха – *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (syn.: *Ceratitis citripeda* Eflatoun, 1924; *Ceratitis citriperda* Macleay, 1829; *Ceratitis hispanica* Breme, 1842; *Pardalaspis asparagi* Bezzi, 1924).

Средиземноморская плодовая муха поражает большой спектр растений. Основные растения-хозяева – представители рода *Citrus*, розоцветные рода *Prunus* и манго (*Mangifera indica* L.).

В настоящее время вид выявлен более чем в 70 странах, где его можно считать обосновавшимся. В некоторых странах средиземноморская

¹ Арапова Мария Юрьевна – аспирант кафедры энтомологии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, мл. науч. сотр. научно-методического отдела энтомологии ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (maria.yurjevna@bk.ru); ² Камаев Илья Олегович – ст. науч. сотр. научно-методического отдела энтомологии ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», канд. биол. наук (ilyakamayev@yandex.ru); ³ Галинская Татьяна Владимировна – ст. науч. сотр. кафедры энтомологии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, науч. сотр. научно-методического отдела энтомологии ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», канд. биол. наук (nuha1313@gmail.com).

плодовая муха регулярно выявляется при очаговых вспышках сезонного или многолетнего характера. Вид распространен в Неотропической иNearктической областях (в Латинской Америке, кроме Кубы, и на юге США), Эфиопской (в Африке) и частично в Палеарктике (в Передней Азии, многих странах Средиземноморского бассейна) (EPPO, 2018).

Имаго и личинок идентифицируют по анатомо-морфологическим признакам (White, Elson-Harris, 1992; Кандыбина, 1977; Steck, Ekesi, 2015; Virgilio, White, De Meyer, 2014 и др.). Существующие публикации по определению личинок не всегда могут считаться содержащими надежные методы идентификации из-за ограниченного набора диагностических признаков, так как для личинок мух характерен высокий уровень полиморфизма. Например, у личинок особей из некоторых популяций *Ceratitis capitata* проявляется нехарактерный признак – добавочный зубец на мандибулярном склерите (Steck, Ekesi, 2015; Kamayev, Galinskaya, 2018), что ограничивает применение большинства диагностических руководств по данному виду (например, Кандыбина, 1977; White, Elson-Harris, 1992).

В работе по исследованию филогении рода *Ceratitis* с использованием трех молекулярных маркеров (митохондриальных COI и NADH-6, ядерного region) были рассмотрены 48 видов из подсемейства Dacinae, из них 32 вида из рода *Ceratitis* (Barr, McPheron, 2006). Статья прояснила некоторые вопросы филогении (монофилия подродов *Pardalaspis* и *Ceratitis* (sensu stricto) и полифилия подрода *Ceratalaspis*), но монофилитичность исследованных представителей рода *Ceratitis* остается под вопросом.

В данное время разрабатываются методы ПЦР-диагностики вида *Ceratitis capitata* (Barr et al., 2006) с помощью PCR-RFLP и ПЦР с последующим секвенированием различных молекулярных маркеров (12S, 16S, NADH-6, ITS-1, ND5-ND4), но они не являются точными из-за большого генетического разнообразия вида *C. capitata* (Barr, 2009). Предпринимаются отдельные попытки создания тест-систем, которые, однако, нуждаются в проверке из-за большого числа видов рода (<https://agrodiagnostica.ru/pcr/>).

Род *Bactrocera* Macquart насчитывает около 500 видов из 28 подродов (Smith et al., 2003), включая опасных вредителей *B. dorsalis* и *B. cucurbitae*, входящих в Единый перечень карантинных объектов стран-участниц Евразийского

экономического союза. Степень разработанности методов диагностики этих двух близких видов мы объединили в один общий раздел.

Африканская дынная муха – *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett, 1899) (syn.: *Dacus cucurbitae* Coquillett, 1899; *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett, 1899); *Dacus aureus* Tseng et Chu, 1982; *Dacus yuiliensis* Tseng et Chu, 1992).

Личинки мух данного вида повреждают около 125 видов растений, в первую очередь из семейства тыквенных (Cucurbitaceae Juss.), таких как дыня (*Cucumis melo* Blanco), тыква обыкновенная (*Cucurbita pepo* L.), арбуз (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsumura et Nakai), огурец (*Cucumis sativus* L.), а также цитрусовые рода *Citrus*, папайю (*Carica papaya* L.), манго (*Mangifera indica* L.) и другие. Африканская дынная муха распространена в Эфиопской и Индо-Малайской областях (EPPO, 2018). В списке EPPO вид указан как *Zeugodacus cucurbitae* (EPPO, 2018). Этот вид первоначально был описан как *Dacus cucurbitae* Coquillett, 1899. Подрод *Bactrocera* был включен в род *Dacus* до тех пор, пока не была предложена классификация (Drew, 1989), признающая оба таксона в качестве родов. Вид *Z. cucurbitae* был помещен в подрод *Zeugodacus*, который изначально входил в род *Dacus* (Drew, 1973), а затем уже в род *Bactrocera* (Drew, 1989). Недавно систематическое положение *Zeugodacus* было пересмотрено (Virgilio et al., 2015), для африканской дынной мухи была использована новая родовая комбинация *Zeugodacus* (*Zeugodacus*) *cucurbitae*, хотя большинство существующих литературных источников ссылаются на нее по-прежнему как на *Bactrocera* (*Zeugodacus*) *cucurbitae*.

Восточная фруктовая муха – *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (syn.: *Chaetodacus okinawanus* Shiraki, 1933; *Musca ferruginea* Fabricius, 1794; *Bactrocera papayae* Drew et Hancock, 1994; *Bactrocera philippinensis* Drew et Hancock, 1994; *Bactrocera invadens* Drew, Tsuruta et White, 2005).

Данный вид повреждает более 200 видов растений: плоды и саженцы сахарного яблока (*Annona squamosa* L.), яблони (*Malus pumila* Mill.), банана (*Musa paradisiaca* L.), перца рода *Capsicum*, гуавы (*Psidium guajava* L.), манго (*Mangifera indica* L.), апельсина (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) и других видов рода *Citrus*, а также плоды и саженцы папайи (*Carica papaya* L.), персика (*Prunus persica* (L.) Osbeck), сливы (*Prunus domestica* L.), груши *Pyrus* spp. и др. *B. dorsalis* – инвазионно-активный вид, имеющий широкий спектр

растений-хозяев (Clarke et al., 2005). Вид распространен в Эфиопской и Индо-Малайской областях (страны Африки и тропической Азии) (EPPO, 2019).

Комплекс видов *Bactrocera dorsalis* включает около 85 видов (Boykin, 2013), которые имеют большое сходство по морфологическим признакам. Среди них шесть считаются экономически важными вредителями культур (*B. carambolae* Drew et Hancock, 1994; *B. caryeae* (Кароор, 1971); *B. dorsalis*, *B. kandiensis* Drew et Hancock, 1994; *B. occipitalis* (Bezzi, 1919) и *B. trivialis* (Drew, 1971)) (Leblanc et al., 2013; Vargas et al., 2015). В 2015 году три вида комплекса (*B. papayae*, *B. philippinensis*, *B. invadens*) были объединены с видом *B. dorsalis* (Schutze et al., 2015).

Имаго и личинок идентифицируют по анатомо-морфологическим признакам (White, Elson-Harris, 1992; Кандыбина, 1977; Carroll, 2004). Но эти работы имеют недостатки. Например, в монографии по личинкам мух-пестрокрылок М.Н. Кандыбиной (1977), идентификация рода *Bactrocera* (в работе указан как *Dacus*) осложнена тем, что в этой работе не решена проблема дифференциации родов *Bactrocera* и *Ceratitis*, личинки которых встречаются в сходной продукции, имеют сходные виды растений-хозяев, а в ряде случаев и сходные формальные морфологические признаки (например, *Ceratitis capitata* и *Bactrocera dorsalis*).

На данный момент имеются данные по филогении комплекса *B. dorsalis* на основании генов COI, nad4-3, CAD, ITS1, ITS2 (Boykin, 2013). *B. papayae* и *B. philippinensis* объединены с *B. dorsalis* s.s. на общем филогенетическом древе, так как имеют большое сходство генетических последовательностей, а представители вида *B. carambolae* образовали хорошо отличимую монофилетическую кладу. Для комплекса *B. dorsalis* характерен внутривидовой полиморфизм и высокая изменчивость молекулярных маркеров митохондриального гена COI и двух ядерных – EF-1 α и *period*, что осложняет дифференциацию и идентификацию видов (Leblanc, 2015).

Для рода *Bactrocera* в целом были проведены работы по молекулярной филогении на основании гена COI (Jamnongluk, 2003), генов 16S и rDNA (Zhang, 2010) и генов COI, 16S rRNA, COII, tRNA (Lys), tRNA (Asp) (Smith, 2002). Данные достоверны не во всех случаях, так как поддержки в узлах зачастую составляли менее 50%. У авторов имеются разногласия в определении монофилетичности или парафилетично-

сти рода *Bactrocera* и некоторых подродов, но на всех деревьях отображены четкие межвидовые различия, представители каждого подрода собраны в единую группу, аутгруппы самостоятельны и образуют отдельные клады.

Вид *Bactrocera dorsalis* представлен во всех трех работах (Smith, 2002; Jamnongluk, 2003; Zhang, 2010); виды одного комплекса *Bactrocera dorsalis* образуют одну кладу и входят в состав клады подрода *Bactrocera*.

Вид *Bactrocera cucurbitae* рассмотрен только в двух перечисленных работах (Jamnongluk, 2003; Zhang, 2010). По данным филогенетического анализа результатов исследований вид относится к подроду *Zeugodacus*.

Род *Rhagoletis* Loew включает около 65 известных видов, в том числе *Rhagoletis mendax*, *Rhagoletis pomonella* и *Rhagoletis cingulata*, которые входят в Единый перечень карантинных объектов стран-участниц Евразийского экономического союза.

Североамериканские виды рода *Rhagoletis* повреждают плоды яблони и вишни. Некоторые виды, например *Rhagoletis mendax*, встречаются на ягодниках *Vaccinium* spp. Эти виды в качестве потенциальных карантинных объектов (инвайдеров) создают высокий фитосанитарный риск для России.

Вид *Rhagoletis cingulata* родом из восточной части Северной Америки (Bush, 1966). Об инвазии этого вида в Европу впервые стало известно в 1983 г. (Lampe et al., 2005).

После проведения ревизии рода североамериканские виды *Rhagoletis* были разделены на пять групп видов (*pomonella*, *tabellaria*, *cingulata*, *suavis*, *ribicola*) (Bush, 1966).

Восточно-американская вишневая муха – *Rhagoletis cingulata* (Loew, 1862) (syn.: *Trypeta cingulata* Loew). Входит в комплекс видов *Rhagoletis cingulata*.

Поражает плоды вишни (*Prunus cerasus* L.) и черешни (*Prunus avium* (L.) L.). Вид распространен в Северной Америке и Европе (EPPO, 2018; White, Elson-Harris, 1992).

Черничная пестрокрылка – *Rhagoletis mendax* Curran, 1932. Входит в комплекс видов *Rhagoletis pomonella*.

Повреждает растения семейства вересковых (Ericaceae Juss.), в частности голубику узколистную (*Vaccinium angustifolium* Ait.) и голубику высокорослую (*Vaccinium corymbosum* L.).

Вид распространен в Северной Америке (юго-восток Канады, северо-восток США) (EPPO, 2001; White, Elson-Harris, 1992).

Яблонная муха – *Rhagoletis pomonella* (Walsh, 1867) (syn.: *Trypeta albiscutellata* Harris, 1835). Входит в комплекс видов *Rhagoletis pomonella*).

Повреждает плодовые культуры семейства Rosaceae Juss., в первую очередь яблоню (*Malus domestica* Borkh.), а также абрикос (*Prunus armeniaca* L.), черешню (*Prunus avium* (L.) L.), вишню (*Prunus cerasus* L.) и др.

Вид распространен в Канаде, Мексике, США (EPPO, 2018; White, Elson-Harris, 1992).

Идентификацию имаго и личинок осуществляют по определительным ключам (White, Elson-Harris, 1992; Korneev, 2017; Кандыбина, 1977; Carroll et al., 2006 и др.).

В работе М.Н. Кандыбиной (1977) описаны диагностические признаки рода, групп видов, но на видовом уровне из интересующих нас объектов дано описание личинок только вида *R. pomonella*, а для *R. cingulata* и *R. mendax* данные отсутствуют. Кроме того, следует отметить, что определение личинок зачастую не может быть проведено достоверно из-за нехватки материала (Кандыбина, 1977), так как для составления описания идентификационных признаков личинок вида *R. pomonella* были использованы несколько экземпляров, полученных из плодов боярышника.

Исследования по филогении видов *Rhagoletis* основаны на сравнении последовательностей COII и tRNA^{Leu} / COII 28 видов *Rhagoletis* и 6 видов других родов из семейства Tephritidae (Smith, Bush, 1997). Анализ данных показал, что род *Rhagoletis* не монофилетический. Североамериканские видовые группы образуют две клады, одна из которых состоит из групп видов *R. pomonella* и *R. tabellaria*, а другая – из групп видов *R. ribicola*, *R. cingulata* и *R. suavis*. Поддержки в узлах составляют зачастую менее 50%. Тем не менее виды *R. mendax* и *R. pomonella* входят в один комплекс видов *Rhagoletis pomonella*, а *R. cingulata* – в комплекс видов *Rhagoletis cingulata*. Аутгруппы образуют отдельные клады.

В другой работе (Hulbert, Smith, 2013) в обновленную филогению мтДНК североамериканского *Rhagoletis* включены дополнительные данные митохондриальной ДНК (COI и COII). Расширенный филогенетический анализ включает последовательности ядерного локуса (CAD), который ранее успешно использовался для изучения родственных связей у других представителей семейства Tephritidae. Результаты исследования, основанные на мтДНК, в значительной

степени совпадают с предыдущими работами, но обеспечивают дополнительное разрешение отношений некоторых видов. Например, полученные данные обеспечивают поддержку для группы видов *tabellaria* и группы видов *pomonella* в качестве сестринских.

Род *Myiopardalis* Bezzi включает один вид. Некоторые авторы считают *Myiopardalis* подродом рода *Carpomya* Costa (White, Elson-Harris, 1992; Кандыбина, 1977).

Дынная муха – *Myiopardalis pardalina* (Bigot, 1891) (syn.: *Carpomya pardalina* Bigot, 1891; *Carpomyia pardalina* Bigot, 1891; *Myiopardalis carpalina* Fletcher, 1920).

Личинки мух этого вида повреждают плоды семейства тыквенных (Cucurbitaceae), преимущественно дыню (*Cucumis melo* Blanco), в ряде случаев отмечались повреждения плодов арбуза (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsumura et Nakai) и огурца (*Cucumis sativus* L.). Вид распространен в Палеарктике (EPPO, 2018; Korneev, 2017).

Данный вид входит в Перечень карантинных объектов для стран Евразийского экономического союза.

Идентификацию вида *Myiopardalis pardalina* морфологическими методами на стадии имаго и личинок 3-го возраста проводят по существующим определителям (Korneev, 2017; White, Elson-Harris, 1992; Кандыбина, 1977; Carroll et al., 2006 и др.). Следует отметить, что в работах по личинкам мух-пестрокрылок М.Н. Кандыбиной (1977) и В.А. Корнеева (Korneev, 2017) данный вид указан как *Carpomyia pardalina* Bigot, входящий в подрод *Myiopardalis* Bezzi рода *Carpomyia* Costa.

В настоящее время для *Myiopardalis pardalina* известна только последовательность митохондриального гена COI (GenBank, 2018). В GenBank есть 8 нуклеотидных последовательностей гена COI для данного вида.

Заключение

На основании анализа литературных данных мы можем сделать вывод, что основные проблемы при идентификации карантинных видов мух-пестрокрылок на данный момент состоят в следующем:

- 1) недостаточно полное исследование морфологии личинок – основной стадии развития мух-пестрокрылок, встречающейся в импортируемой растительной продукции;
- 2) неполнота существующих филогенетических схем;
- 3) небольшая достоверность (зачастую под-

держки составляют менее 50%) молекулярных филогенетических исследований, посвященных идентификации изучаемых объектов по некоторым митохондриальным и ядерным генам.

Таким образом, представляется необходимым проведение большего числа молекулярных исследований различных генов для каждого вида, причем желательно не только митохондриальных, но и ядерных.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 18-74-00035).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[REFERENCES]

- Камаев И.О. Идентификация личинок карантинных для Российской Федерации видов мух-пестрокрылок (Diptera, Tephritidae). // Карантин растений: наука и практика. 2017. № 4. С. 52–64 [Kamaev I.O. Identifikatsiya lichinok karantinnykh dlya Rossijskoj Federatsii vidov mukh-pestroкрылок (Diptera, Tephritidae). // Karantin rastenij: nauka i praktika. 2017. № 4. S. 52–64].
- Кандыбина М.Н. Личинки плодовых мух пестрокрылок. Л., 1977. 212 с. [Kandybina M.N. Lichinki plodovykh mukh pestroкрылок. L., 1977. 212 s.].
- Barr N.B., Copeland R.S., De Meyer M. Molecular diagnostics of economically important *Ceratitidis* fruit fly species (Diptera: Tephritidae) in Africa using PCR and RFLP analyses // Bull. Entomol. Res. 2006. Vol. 96. N 5. P. 505–521.
- Barr N.B., McPherson B.A. Molecular phylogenetics of the genus *Ceratitidis* (Diptera: Tephritidae) // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2006. Vol. 38. P. 216–230.
- Barr N.B. Pathway analysis of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) using mitochondrial DNA. // Journal of Economic Entomology. 2009. Vol. 102. N 1. P. 401–411.
- Boykin L.M. Multi-gene phylogenetic analysis of southeast Asian pest members of the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae) does not support current taxonomy // Journal of Applied Entomology. 2013. Vol. 138. P. 235–253.
- Bush G.L. The taxonomy, cytology, and evolution of the genus *Rhagoletis* in North America (Diptera, Tephritidae). // Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. 1966. Vol. 134. P. 431–562.
- Carroll L.E., Norrbom A.L., Dallwitz M.J., Thompson F.C. Pest fruit flies of the world – larvae. 2004. Version: 13th September 2018. delta-intkey.com.
- Clark A.R., Armstrong K.F., Carmichael A.E., Milne J.R., Roderick G.K., Yeates D.K. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical evolutionary radiation: the *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies // Annual Review of Entomology. 2005. Vol. 50. P. 293–319.
- De Meyer M., Delatte H., Mwatawala M., Quilici S., Vaysières 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*. Resolution of Cryptic Species Complexes of Tephritid Pests to Enhance SIT Application and Facilitate International Trade // ZooKeys. 2015. Vol. 540. P. 539–557.
- Drew R., Hancock D. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae in Asia) // Bull. Entomol. Res. 1994. Suppl. 2. P. 68.
- Hulbert D., Smith J. Updating the phylogeny of *Rhagoletis*: Relationships of the North American species groups // Conference paper of Entomological Society of America. Annual Meeting. Ostin, 2013. [Poster presented at Conference...].
- Jamnongluk W., Baimai V., Kittayapong P. Molecular evolution of tephritid fruit flies in the genus *Bactrocera* based on the cytochrome oxidase I gene. // Genetica. 2003. Vol. 119(1). P. 19–25.
- Kamayev I.O., Galinskaya T.V. Apical tooth of the third-instar Medfly *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) larvae (Tephritidae) // 9th International Congress of Dipterology, Windhoek 2018, Abstract Volume. P. 128.
- Korneev V.A. The Carpomyini Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) of Europe, Caucasus, and Middle East: New Records of Pest Species, with Improved Keys. // Vestnik Zoologii. 2017. Vol. 12. P. 453–470.
- Leblanc L. A phylogenetic assessment of the polyphyletic nature and intraspecific color polymorphism in the *Bactrocera dorsalis* complex (Diptera, Tephritidae) // ZooKeys. Vol. 540. 2015. P. 339–367.
- Leblanc L. A Preliminary Survey of the Fruit Flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) of Bangladesh. // Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. 2013. Vol. 45. P. 51–58.
- Schutze M.K. Synonymization of key pest species within the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae): taxonomic changes based on a review of 20 years of integrative morphological, molecular, cytogenetic, behavioural and chemoeological data // Systematic Entomology. 2015. Vol. 40. N 2. P. 456–471.
- Smith J.J., Bush G.L. Phylogeny of the genus *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) inferred from DNA sequences of mitochondrial cytochrome oxidase II // Molecular Phylogenetics and Evolution. 1997. Vol. 7. N 1. P. 33–43.
- Smith P.T., Kambhampati S., Armstrong K.A. Phylogenetic relationships among *Bactrocera species* (Diptera: Tephritidae) inferred from mitochondrial DNA sequences // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2003. Vol. 26. P. 8–17.

- Smith P.T., McPheron B.A., Kambhampati S. 2002. Phylogenetic analysis of mitochondrial DNA supports the monophyly of Dacini fruit flies (Diptera: Tephritidae) // *Ann. Ent. Soc. Am.* Vol. 95. N 6. P. 658–664.
- Steck G.J., Ekesi S. Description of third instar larvae of *Ceratitits fasciventris*, *C. anonae*, *C. rosa* (FAR complex) and *C. capitata* (Diptera, Tephritidae). Resolution of Cryptic Species Complexes of Tephritid Pests to Enhance SIT Application and Facilitate International Trade // *ZooKeys*. 2015. Vol. 540. P. 443–466.
- Vargas R., Pinero 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. Vol. 6. N 2. P. 297–318.
- Virgilio M., White I., De Meyer M. A set of multi-entry identification keys to African frugivorous flies (Diptera, Tephritidae) // *ZooKeys*. 2014. Vol. 428. P. 97–108.
- White I.M., Elson-Harris M.M. Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. CAB International. Oxon (UK). 1992. 601 p.
- Zhang B. Molecular phylogeny of *Bactrocera* species (Diptera, Tephritidae, Dacini) inferred from mitochondrial sequences of 16S rDNA and COI sequences. // *Florida Entomologist*. 2010. Vol. 93. N 3. P. 369–377.

Поступила в редакцию / Received 10.02.2019
Принята к публикации / Accepted 10.05.2019

THE CURRENT STATE OF DIAGNOSTIC METHODS FOR QUARANTINE SPECIES OF FRUIT FLIES (DIPTERA, TEPHRITIDAE) OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THE EURASIAN ECONOMIC UNION

M. Yu. Arapova¹, I. O. Kamayev², T. V. Galinskaya³

This article summarizes the current state of the morphological and molecular methods for diagnosing representatives of the genera *Ceratitits*, *Bactrocera*, *Rhagoletis* and *Myiopardalis*, representing phytosanitary risk for the Russian Federation.

Key words: Diptera, Tephritidae, fruit flies, phylogeny, phytosanitary, plant quarantine, identification.

¹ Arapova Maria Yurievna, Department of Entomology, Biological Faculty, Moscow State University, Scientific and Methodological Department of Entomology, All-Russian Plant Quarantine Center (maria.yurevna@bk.ru); ² Kamayev Ilya Olegovich, Scientific and Methodological Department of Entomology, All-Russian Plant Quarantine Center (ilyakamayev@yandex.ru); ³ Galinskaya Tatyana Vladimirovna, Department of Entomology, Biological Faculty, Moscow State University, Scientific and Methodological Department of Entomology, All-Russian Plant Quarantine Center (nuha1313@gmail.com).