

торговлю и доступ к рынкам, обеспечивая доверие между торговыми партнерами. Открытые и прозрачные рынки воплощаются в экономические возможности и являются частью долгосрочных стратегий по искоренению бедности и повышению продовольственной безопасности.

Обеспечение безопасных условий для международной торговли продовольственными товарами и продуктами растительного происхождения имеет важнейшее значение для сохранения мировых ресурсов, в том числе в интересах будущих поколений. Программные обзоры могут содержать актуальные научные и фактологические данные для повышения устойчивости международных продовольственных систем и принимаемых мер.

НАПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗДОРОВЬЯ РАСТЕНИЙ

- Сотрудничество с организациями потребителей и научными кругами может помочь правительствам усилить поддержку некоторых преобразований и инвестиций.
- Поощрение стратегий и мер, направленных на приведение их в соответствие с Целями устойчивого развития, связанными со здоровьем растений. Продовольственная безопасность лежит в основе межсекторальных стратегий и скоординированных действий различных субъектов на всех уровнях.
- Продвижение кампаний по информированию общественности о том, как защита здоровья растений может помочь искоренить голод и обеспечить продовольственную безопасность.
- Более активное инвестирование в исследования, связанные со здоровьем растений, в инновационные методы и технологии, а также создание для этого стимулов для частного сектора и фермеров.
- Обеспечение соблюдения МСФМ и укрепление потенциала в области защиты растений, в том числе путем проведения оценки фитосанитарного потенциала (ОФП) в сотрудничестве с Секретариатом МККЗР. Это должен быть всеобъемлющий процесс, объединяющий все соответствующие национальные заинтересованные стороны – импортеров, экспортеров, производителей, секторы окружающей среды и торговли и научное сообщество – для оказания помощи странам в выявлении сильных и слабых сторон их фитосанитарных систем.

substances and acceptable within a given culture; or the means of its procurement.

INTERNATIONAL FOOD SYSTEMS

International food systems contribute to improving food availability, accessibility, affordability and adequacy, and therefore are conducive to food security. To ensure plant health it is necessary to carry out constant and scientifically accurate surveillance programmes to determine the pest status of a country. This will allow knowing if the pests are present or absent in a country, governments are enabled to rapidly respond to new detections. This in turn will facilitates trade and market access as it provides trust between trading partners. Open and transparent markets translate into economic opportunities and are part of long-term strategies to eradicate poverty and improve food security.

Ensuring safe environments for the international trade of food and plant products is essential to safeguard the world’s resource, also in favour of future generations. Programmed reviews can provide relevant science and evidence-based updates to improve the sustainability of international food systems and adopted measures.

AREAS OF INTERNATIONAL COOPERATION IN RELATION TO FOOD SECURITY AND PLANT HEALTH

- Working with consumer organizations and academia may help governments to increase the support for some policy changes and investments;
- Promoting policies and actions aligning it with Sustainable Development Goals related to plant health. The food security underpins cross-sectoral policies and coordinated action among different actors at all levels;
- Promoting public awareness campaigns on how protecting plant health can help end hunger and realize the food security;
- Investing more in research related to plant health and in innovative practices and technologies, as well as providing incentives for the private sector and farmers to do so;
- Enforcing ISPMs and strengthen plant protection capacity, including by conducting a phytosanitary capacity evaluation (PCE) in collaboration with the IPPC Secretariat. It should be an inclusive process, which brings together all relevant national stakeholders – importers, exporters, producers, the environment and trade sectors and academia – to help countries identify strengths and weaknesses in their phytosanitary systems.

УДК 632.3.01/.08; 632.92

Вирус коричневой морщинистости плодов томата – потенциальная угроза для производства томатов и перца

Е.В. КАРИМОВА, к. б. н., старший научный сотрудник НМОВБ ФГБУ «ВНИИКР»,
e-mail: elenavkar@mail.ru

Ю.А. ШНЕЙДЕР, к. б. н., и. о. заместителя директора, начальник научно-методического и экспериментального центра ФГБУ «ВНИИКР»,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru

Аннотация. Вирус коричневой морщинистости плодов томата *Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)* впервые был описан в 2016 г. на Ближнем Востоке. Вирус имеет высокие патогенность и скорость распространения, за последние несколько лет вирус был выявлен в целом ряде стран практически на всех континентах, где нанес очень серьезный ущерб производству томатов и перца. *ToBRFV* сохраняет жизнеспособность в течение долгого времени в семенах, растениях и их частях, на инертных поверхностях: картоне, поддонах для овощей, упаковочном материале, инструментах, одежде и прочем. Быстрое распространение *ToBRFV* обусловило необходимость включения его в Сигнальный перечень вредных организмов Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР) и создания международных исследовательских групп по разработке методов его выявления и идентификации. В конце 2019 г. комиссия Европейского союза установила экстренные меры для предотвращения проникновения и распространения на территории внутри стран ЕС вируса коричневой морщинистости плодов томата.

Ключевые слова. Карантин растений, томат, перец, закрытый грунт, вредный организм.

В настоящее время в Российской Федерации овощеводство закрытого грунта – одно из ведущих направлений сельского хозяйства. По информации организации «Плодоовощной союз», объемы производства овощей в защищенном грунте в 2019 г. составили 1332 тыс. тонн, из них 543 тыс. тонн – томаты.

Томат является важнейшей овощной культурой в мире (16%), с ежегодным увеличением объемов его производства. По данным ФАО, мировое

UDC 632.3.01/.08; 632.92

Tomato brown rugose fruit virus is a potential threat for the tomato and pepper industry

E.V. KARIMOVA, PhD in Biology, Senior Researcher of the Scientific and Methodological Department of Virology and Biology of the FGBU “VNIIKR”,
e-mail: elenavkar@mail.ru

Y.A. SHNEYDER, PhD in Biology, Deputy Director, Chief of the Scientific-Methodological and Testing Department of the FGBU “VNIIKR”,
e-mail: yury.shneyder@mail.ru

Abstract. *Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)* was first observed in 2016 in the Middle East. It is a highly pathogenic and transmittable virus. *ToBRFV* has been found in a number of countries for the last several years on almost all the continents causing major concerns for growers of tomato and pepper. *ToBRFV* can remain viable for long periods in seeds, plants and their parts, on a range of surfaces: cardboard, plant trays, packaging, tools, clothing etc. Rapid spread of *ToBRFV* resulted in adding it to the Alert List of the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) and establishing various international research groups in order to develop detection and identification methods. Since the end of 2019, EU Commission has established emergency measures to prevent the introduction into, and the spread within the EU territory of *Tomato brown rugose fruit virus*.

Keywords. *Plant quarantine, tomato, pepper, protected production, pest.*

Nowadays, protected cultivation of horticultural crops is one of the leading agricultural trends in the Russian Federation. According to the organization The National Union of Fruit and Vegetable Producers (Fruit and Vegetable Union), in 2019, 1332 thousand tonnes

производство томата составляет 130 млн тонн, из которых 68% предназначено для свежего потребления, 32% идут на переработку [1, 10].

Производство томата в Российской Федерации растет с каждым годом. Согласно информации организации «Плодоовощной союз», для обеспечения импортозамещения Правительством Российской Федерации в подотрасль было вложено более 250 млрд рублей.

Проникновение вируса коричневой морщинистости плодов томата (Tomato brown rugose fruit virus) на территорию Российской Федерации приведет к значительным экономическим потерям в отрасли овощеводства.

Вирус коричневой морщинистости плодов томата (ToBRFV) относится к роду *Tobamovirus*, ряд представителей которого широко распространен на территории Российской Федерации и не контролируется карантинными перечнями РФ и ЕАЭС.

На настоящий момент естественными подтвержденными экономически значимыми растениями – хозяевами данного вируса являются томат (*Solanum lycopersicum*) и перец (*Capsicum annuum*). Исследователи полагают, что все виды *Capsicum* spp. (включая *C. annuum*, *C. chinense* и *C. frutescens*) – потенциальные хозяева вируса, поскольку данные 3 вида растений тесно связаны, обычно их гибриды совместно разводят, культивируют и распространяют по всему миру; кроме того, семена *Capsicum* spp. схожи по внешнему виду и трудноразличимы [12, 16].

ToBRFV был также обнаружен у некоторых видов сорных растений (*Chenopodium murale* и *Solanum nigrum*) в Израиле. Исследования показали, что ряд растений может быть искусственно заражен вирусом.

В некоторых литературных источниках в качестве растения – хозяина ToBRFV указывают баклажан *Solanum melongena*. Вирус дважды был выявлен в Мексике на его импортируемых семенах с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР). Эксперты полагают, что данный положительный результат мог быть связан с загрязнением при контакте, а не с системной инфекцией, передаваемой семенами. В качестве растения – хозяина вируса коричневой морщинистости плодов томата в Мексике упоминается цветная капуста *Brassica oleracea* var. *botrytis*. В процессе вегетации на растениях цветной капусты, культивируемых в открытом грунте, были отмечены необычные симптомы, после чего данные растения были протестированы на ToBRFV с помощью ПЦР, и результат оказался положительным. Однако специалисты-вирусологи считают, что положительный результат, полученный при анализе, может быть связан с загрязнением через сотрудников агропредприятия или контаминацией в лаборатории в ходе тестирования. В настоящий момент нет достаточных доказательств для того, чтобы рассматривать баклажан и цветную капусту в качестве растений – хозяев



Рис. 1. Узколистность и пузырчатость листьев томата (Израиль, 2019) (фото: Camille Picard). Источник: EPPO global database / Narrowing and blistering of tomato leaf (Israel, 2019)

of vegetables were grown in protected productions, where 543 thousand tonnes accounted for tomatoes.

Tomato is the most important vegetable crop grown worldwide (16%) with a global production increasing annually. According to FAO, tomato accounts for 130 million tonnes of world production, 68% is used for table consumption in fresh form, 32% is used for processing [1, 10].

Tomato production in the Russian Federation increases every year. According to the organization The National Union of Fruit and Vegetable Producers (Fruit and Vegetable Union), while facilitating import substitution, the Government of the Russian Federation invested more than 250 billion rubles in tomato production in Russia.

The introduction of Tomato brown rugose fruit virus into the Russian Federation will result in significant economic losses in vegetable production.

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) is a member of the genus *Tobamovirus*. A number of tobamoviruses is widespread in the Russian Federation and is not included in the quarantine lists of RF and the EAEU.

Currently, tomato (*Solanum lycopersicum*) and pepper (*Capsicum annuum*) are the only confirmed natural cultivated hosts of ToBRFV. Researches assume that all species of *Capsicum* spp. (including *C. annuum*, *C. chinense* and *C. frutescens*) are potential hosts, because these 3 plants are closely related – usually their hybrids are jointly bred, cultivated and distributed around the world; in addition, seeds of *Capsicum* spp. are similar-looking seeds and hard to differentiate [12, 16].

ToBRFV was also identified in Israel on a few weed species (*Chenopodium murale* and *Solanum nigrum*). Research showed that a number of plants can be artificially inoculated with the virus.

In some literature, aubergine *Solanum melongena* is reported as a host plant of ToBRFV. The virus was detected twice on imported seeds in Mexico using the

ToBRFV. В исследованиях по передаче вируса коричневой морщинистости плодов томата растениям картофеля, проводимых группой специалистов под руководством Luria N. в 2017 г., были получены отрицательные результаты [12]. Ученые продолжают проводить исследования по уточнению круга растений – хозяев данного вируса.

Проявление симптомов на зараженных растениях зависит от вида и сорта растения, инфекционности вируса и условий окружающей среды. Растения, зараженные ToBRFV, сразу не проявляют визуальных симптомов, в семенах инфекция сохраняется латентно.

Симптомы, вызываемые ToBRFV, на растениях достаточно разнообразны и не являются специфическими: они могут быть легко спутаны с признаками поражения вирусом мозаики пегино (PerMV), вирусом хлоротической пятнистости фисташки (PhCMoV), вирусом томатной мозаики (ToMV) и вирусом табачной мозаики (TMV).

На томатах, инфицированных ToBRFV, чаще всего можно наблюдать: хлороз, мозаику, деформацию, игольчатость (рис. 1), пузырчатость (рис. 2), постепенное увядание листьев с последующим пожелтением и гибелью растений (рис. 3); появление коричневых некротических поражений на стеблях, чашелистиках и черешках; хлоротическую пятнистость, мраморность, морщинистость, деформацию и неравномерное созревание плодов (рис. 4–5).

У томата идентифицировано 3 гена длительной устойчивости, которые обеспечивают полную устойчивость к нескольким тобамовирусам. Однако ToBRFV преодолел все эти гены устойчивости. В настоящее время доказано, что ни один коммерческий сорт томата не обладает полной устойчивостью к вирусу коричневой морщинистости плодов томата [12].

Сорта перца, инфицированные ToBRFV (рис. 6), у которых отсутствуют L-гены устойчивости, часто поражаются смешанной инфекцией. У растений перца, содержащих гены устойчивости, при заражении наблюдается реакция сверхчувствительности, которая включает в себя некротические повреждения на корнях и стеблях (рис. 7), что приводит к замедлению роста и дальнейшей гибели растений.

В настоящее время достоверной информации о распространении ToBRFV очень мало.

Весьма вероятно, что Tomato brown rugose fruit virus может присутствовать в странах, где на данный момент он официально не зарегистрирован. Связано это прежде всего с тем, что первое упоминание о вирусе в научной литературе датируется 2016 г. [15], до этого времени вирус не регулировался странами. В литературных источниках неоднократно сообщалось о перехватах вируса в зараженных семенах и плодах растений-хозяев при импорте из стран, где нет официальной информации о распространении ToBRFV [6, 13].

Впервые вирус коричневой морщинистости плодов томата был выделен из растений томата, выращенных в теплицах Иордании в 2015 г. [15]. До этого, в 2014 г., на юге Израиля была отмечена вспышка нового заболевания, поражающего устойчивые сорта томатов, возделываемые в условиях закрытого грунта. Впоследствии было установлено, что заболевание вызвано ToBRFV [12].

method of polymerase chain reaction (PCR). Experts concluded that this positive result could have been obtained due to contact contamination and not due to systemic infection transmitted by seeds. In Mexico, cauliflower *Brassica oleracea* var. *botrytis* is reported as a host plant of Tomato brown rugose fruit virus. After unusual symptoms were observed on cauliflower plants during the growing cycle in the open field production, the plants were tested for ToBRFV using PCR method, and the result came back positive. However, virologists believe that a positive result of the PCR test may be due to contamination by contact or contamination occurred in the laboratory during testing. At present, there is not enough evidence available to consider aubergine and cauliflower as host plants of ToBRFV. Negative results were obtained through tests carried out in 2017 by a group of specialists under Luria N. supervision in order to determine that Tomato brown rugose fruit virus might be transmitted to potato plants [12]. Research is underway to confirm the host range of the virus.

On infected plants, symptoms vary depending on the species and variety of plant, infectivity and environment. Plants infected with ToBRFV may show no obvious symptoms; seeds can be infected asymptotically.

Symptoms on plants infected with ToBRFV vary significantly and are non-specific. They may be easily



Рис. 2. Сильная мозаика и пузырчатость на листьях томата (Сицилия, Италия, 2018) (фото: Prof. Salvatore Davino). Источник: EPPO global database / Severe mosaic and blistering on tomato leaves (Sicily, Italy, October 2018)

Вirus очень быстро распространяется на обширные территории и за последние 2 года значительно расширил свой ареал. Сообщения о его первом обнаружении были опубликованы в некоторых странах Европы, Азии и Америки. Так, в период 2018–2020 гг. ToBRFV был выявлен в следующих странах: Германии (2018) – очаг ликвидирован, США (2018) – очаг ликвидирован, Италии (2018), Мексике (2019), Китае (2019), Греции (2019), Испании (2019), Нидерландах (2019), Турции (2019), Великобритании (2019), Франции (2020), Египте (2020), Польше (2020) [6].

По информации Американской ассоциации торговли семенами (ASTA), ToBRFV также был обнаружен в Саудовской Аравии, Чили, Эфиопии и Судане. Были отмечены неоднократные перехваты вируса на семенах и плодах томата из Египта, Перу, Доминиканской Республики, Индии. Однако информация о распространении вируса в вышеуказанных странах не подтверждена официально национальными организациями по карантину и защите растений (НОКЗР) данных стран [2, 6].

Ущерб от вируса коричневой морщинистости плодов томата выражается в значительном уменьшении количества и качества томатов и перца при их производстве. Tomato brown rugose fruit virus приводит к снижению общего урожая плодов (в кг/растение) на 25–50% за 4 месяца, а также к уменьшению размера плодов от 19% до 54% [3]. Плоды с симптомами имеют нетоварный вид и теряют рыночную стоимость. Заражение вирусом значительно снижает жизнеспособность растений. Поражение ToBRFV чувствительных сортов томатов



Рис. 3. Симптомы увядания на растениях томата в условиях теплицы (Германия, 2018) (фото: Heike Scholz-Döbelin (LWK NRW)).
Источник: EPPO global database / Wilting symptoms under glasshouse conditions (Germany, 2018)

confused with pepino mosaic virus (PepMV), physostegia chlorotic mottle virus (PhCMoV), tomato mosaic virus (ToMV) and tobacco mosaic virus (TMV).

The following virus symptoms may be often observed on tomato infected with ToBRFV: chlorosis, mosaic patterns, deformation, narrowing (Fig. 1), blistering of leaf surface (Fig. 2), wilting of leaves, followed by yellowing and plant death (Fig. 3); brown necrotic lesions may appear on pedicles, calyces, and petioles; chlorotic spots, marbling, brown rugose (wrinkled) patches, deformation and uneven ripening of fruits (Fig. 4–5).

Three L resistance genes were identified in tomato which give resistance against several tobamoviruses. However, ToBRFV overcame all these resistance genes. No commercial varieties of tomato are known to be resistant to Tomato brown rugose fruit virus [12].

In pepper varieties infected with ToBRFV (Fig. 6) that do not harbour the L resistance genes, ToBRFV often occur in mixed infections. Infected pepper plants, harbouring the resistance genes react with a hypersensitive response developing necrotic lesions on roots and stems (Fig. 7), followed by growth reduction and plant death.

At present, limited data is available about the distribution of ToBRFV.

Most likely, Tomato brown rugose fruit virus may be present in those countries where it is not officially recorded. Since the virus was first described in the scientific literature in 2016 [15], it had not been regulated by countries. According to literature, there were numerous interceptions of the virus on infected seeds and fruits of host plants, originated from countries where ToBRFV was not officially recorded [6, 13].

Tomato brown rugose fruit virus was first identified on tomatoes in greenhouses in Jordan in 2015 [15]. Before that, in 2014, an outbreak of an unfamiliar virus, affecting resistant tomato varieties in the protected productions, occurred in the south of Israel. Later on it was confirmed that the symptoms were caused by ToBRFV [12].

The virus is rapidly spreading to new territories and has considerably expanded its range for the last 2 years. It was reported that it was first observed in several countries in Europe, Asia and America. Therefore, since 2018 until 2020 ToBRFV was observed in the following countries: Germany (2018) – eradicated, USA (2018) – eradicated, Italy (2018), Mexico (2019), China (2019), Greece (2019), Spain (2019), the Netherlands (2019), Turkey (2019), United Kingdom (2019), France (2020), Egypt (2020), Poland (2020) [6].

According to the American Seed Trade Association (ASTA), ToBRFV occurrences have been reported in Saudi Arabia, Chile, Ethiopia and Sudan. There were numerous reports of interceptions of the virus on tomato seed and fruit originated from Egypt, Peru, the Dominican Republic, India. However, the distribution of the virus in the above countries was not officially confirmed by the National Plant Protection Organizations (NPPO) of those countries [2, 6].

Tomato brown rugose fruit virus can cause a considerable reduction of quantity and quality of tomato



Рис. 4. Симптомы ToBRFV на плоде томата: коричневая морщинистость (фото: Diana Godínez).
Источник: EPPO global database / Symptoms on tomato fruit

приводит к полной гибели растений (в Мексике вирус инфицировал до 100% растений в одной культуре и вызывал 30–70%-ю потерю урожая на одном из предприятий, занятом производством томатов) [4]. Помимо прямых потерь урожая, экономический ущерб выражается затратами на применение санитарно-гигиенических мероприятий. В некоторых случаях при обнаружении ToBRFV в хозяйствах производители томатов переориентировали производство на растения, не повреждаемые вирусом, но менее прибыльные в экономическом плане.

В странах, где фитосанитарные меры были применены после первого обнаружения вируса, основные потери понесли конкретные предприятия, где был выявлен вирус. Например, в Турции ToBRFV было заражено 0,7 га теплиц томатов [9]. Зараженные растения были удалены из теплицы и уничтожены, после чего были проведены масштабные мониторинги по всей стране.

Главным путем, с которым вирус коричневой морщинистости плодов томата может проникнуть и распространиться на территории Российской Федерации и стран ЕАЭС, является международная торговля семенным материалом известных растений-хозяев: томата и разных видов перцев. Вирусные частицы ToBRFV чрезвычайно стабильны, и инфекция сохраняется в семенах в течение нескольких лет. Даже низкий процент передачи заболевания может привести к небольшому очагу инфекции, и эта инфекция может затем очень быстро распространиться посредством механических контактов в пределах места производства [5].

Ввиду того что зараженные семена не проявляют никаких симптомов заболевания, при отсутствии тестирования семенного материала



Рис. 5. Симптомы ToBRFV на плоде томата: мраморность и обесцвечивания (фото: Prof. Salvatore Davino).
Источник: EPPO global database / Tomato fruits showing marbling and decolorations

and pepper produced by growers. Tomato brown rugose fruit virus causes reduction of fruit yield (kg per plant) up to 25–50% within 4 months, as well as reduction in fruit size from 19% to 54% [3]. Due to symptoms, fruits lose market value and can be unmarketable. Infection results in reduction of plant viability. ToBRFV causes death of the whole plant when infecting sensitive tomato varieties (in Mexico, the virus infected up to 100% of plants of one species and caused 30–70% loss of tomato yield in one of the tomato productions) [4]. Besides the direct yield losses, the virus can result in economic impact on the growers in the event they have to cover costs for taking sanitary and hygiene measures. For instance, some tomato growers had to switch to production of plants that could not be damaged by the virus, but turned out to be less profitable for business.

In countries, where the phytosanitary measures were taken upon the first detection of the virus, only those growers who detected the virus had suffered yield losses. For example, in Turkey 0,7 ha of tomato greenhouses was found to be infected with ToBRFV [9]. Infected plants were removed from the greenhouse and destroyed, then extensive monitoring of the situation in the entire country followed.

The main pathway for the introduction and long distance spread of Tomato brown rugose fruit virus into the Russia Federation and EAEU countries is international trade of seed material of known host plants: tomato and different pepper varieties. ToBRFV virus



Рис. 6. Симптомы ToBRFV на плодах перца (фото: Dr Raed Alkowni).
Источник: EPPO global database / Symptoms on pepper fruits

инфекция может проявиться только на следующий год во время вегетации растений, при этом вирус может распространиться на все растения-хозяева в пределах участка производства.

ToBRFV имеет множество путей проникновения и очень быстро распространяется контактным способом в случае, когда не соблюдаются технология производства и фитосанитарные меры при производстве плодов и семян томата и перца (главным образом в условиях защищенного грунта).

В условиях теплицы тобамовирус, присутствующий на семенной оболочке, может передаваться корням будущих растений через поранения во время трансплантации [5]. При попадании вируса в растение он очень быстро размножается.

В пределах места производства вирус распространяется от растений-хозяев, а также их частями и остатками. Свежие плоды томатов и перца также могут являться источником проникновения и распространения ToBRFV на новые территории, при этом доказано, что плоды томата могут иметь очень высокую вирусную нагрузку [7]. В международной фитосанитарной практике вирус был неоднократно перехвачен на этом пути проникновения: зараженные плоды томатов из Египта были перехвачены в Нидерландах [7], инспекторами FDACS вирус был обнаружен в мексиканских томатах на границе США [8]. Весной 2020 г. ToBRFV был выявлен в плодах томата, импортируемых из Доминиканской Республики в США [6].

Однако, специалисты-вирусологи полагают, что только поврежденные плоды (из которых выпущен сок) могут представлять высокую опасность, так как загрязняют контейнеры или другие плоды. Контейнеры, использованные для производства

particulate matter are stable and the infection can survive in seeds for several years. Even low transmission rate of the disease can result in a minor outbreak, contributing to a rapid transmission of infection via contact within the production site [5].

Although seeds can be infected asymptomatically, without laboratory testing of seed material the infection can be detected next year during the growing cycle, and moreover, the infection can be spread to all host plants within the production site.

There are many pathways of ToBRFV, and it can be quickly spread via contact if proper production process and phytosanitary practices are not put in place during production of tomato and pepper fruit and seed (especially in protected productions).

In the greenhouse, tobamovirus contaminates the seed coat, can enter through small wounds during transplant production and spread further to roots of the growing plants [5]. After entering the plant, the virus will reproduce very quickly.

In the production site, the virus is spread with infected host plants, as well as with their parts and residues. Fresh tomato and pepper fruits can also be a pathway for introduction and spread of ToBRFV into new territories. Besides, it has been proved that the tomato fruit can develop a high virus level [7]. According to updates on global phytosanitary situation, there have been numerous interceptions of ToBRFV with imported tomato fruit: interception of infected tomato fruit imported from Egypt to the Netherlands [7], FDACS inspectors intercepted ToBRFV in packaged Mexican tomatoes entering the USA [8]. In spring of 2020, ToBRFV was detected in tomato fruit imported from the Dominican Republic to the United States [6].

However, according to virologists, only damaged fruit (if the sap is released) can pose a high risk as it may be able to contaminate other fruits or containers. Containers used for fruit production and transportation, tools, equipment, packaging and vehicles, involved in the production and transportation of tomato and pepper consignments, may definitely pose a risk of spread. Tobamoviruses are extremely stable and are able to survive outside the host plant for long periods on a range of surfaces. Recent research conducted by Fera (United Kingdom) showed that heat treatments of pots, crates and trays for 5 min at 90 °C will help to inactivate Tomato brown rugose fruit virus [6, 14].

Growers of the main host plants (greenhouse tomato producers and producers specializing on growing tomato and pepper) may be at risk of virus introduction into their production sites where imported tomato and pepper fruits are stored and packaged, once they receive consignments with infected tomato and pepper (for consumption).

The virus can also be transmitted by contaminated dried tomato and pepper fruit. Studies showed that the virus can survive in dried tomato and pepper or dried tomato and/or pepper products for several months.

Spread of ToBRFV within the Russian Federation with tomato and pepper fruits (fresh or dried) and

и транспортировки плодов, инструменты, оборудование, упаковочный материал и транспортные средства, связанные с цепочкой производства и поставки томатов и перца, могут представлять определенную опасность и способствовать распространению вируса. Тобамовирусы очень устойчивы и могут выживать вне хозяина на различных инертных поверхностях в течение долгого времени. Недавние исследования, проведенные в Fera (Великобритания), показывают, что обработка горшков, ящиков и поддонов для рассады в течение 5 мин в водяной бане при 90 °C полностью инактивирует вирус коричневой морщинистости плодов томата [6, 14].

Путь проникновения вируса с плодами томата и перца (ввиду назначения продукции – употребление в пищу) может представлять опасность в том случае, если пункт назначения импортируемых плодов, где предполагается их хранение и упаковка, – это предприятие по выращиванию основных растений-хозяев (тепличные хозяйства и агропредприятия, специализирующиеся на производстве томатов и перцев).

Также путем проникновения вируса являются сушеные плоды томатов и перцев. Исследованиями доказано, что вирус сохраняет жизнеспособность в сушеных томатах и перцах или продуктах из томатов и /или перца в течение нескольких месяцев.

Распространение ToBRFV внутри Российской Федерации с плодами (свежими и сушеными) и проникновение вируса на участки производства с импортируемыми плодами возможны в случае несоблюдения правил производства продукции – томатов и перца или при получении семян из зараженных плодов.

В случае проникновения в тепличное хозяйство, ToBRFV очень легко переносится механически через сотрудников агропредприятий при проведении различных агротехнических мероприятий, а также через оборотную воду в случае использования гидропоники. Необходимо тщательно соблюдать меры предосторожности, работая с растениями как в закрытом, так и в открытом грунте; не заносить плодовоовощную продукцию извне в зону выращивания; проводить стерилизацию инструментов после каждого контакта с растением, оборудования, лотков и контейнеров в случае их повторного использования (стерилизацию осуществлять разрешенными хлорсодержащими препаратами и другими дезинфицирующими средствами с вирулицидным эффектом и посредством термических обработок).

ToBRFV также способен распространяться насекомыми-опылителями (шмелями) и пылью.

Борьба с вирусными болезнями трудная, в случае эпифитотий необходимы: уничтожение инфицированных растений, борьба с возможными переносчиками, механической передачей инфекции, использование растительного материала, свободного от вирусов. В настоящее время отсутствуют зарегистрированные препараты против ToBRFV с доказанной эффективностью.

Группа тобамовирусов имеет высокую инфекционную способность. Сочетание следующих мер для ограничения воздействия на восприимчивые культуры считается эффективным в отношении защиты от тобамовирусов:

- использование сертифицированного безвирусного семенного и посадочного материала;

introduction of the virus into the production sites with imported tomato and pepper fruit, can be prevented if growers of tomato and pepper or tomato and pepper seeds follow the best production practices and avoid producing seeds from infected fruits.

Once ToBRFV is already present in the greenhouse, it can be easily transmitted mechanically by staff during different agro-technical activities, as well as through circulating water when hydroponics is used. Thorough precautionary measures should be followed when handling plants in protected or open field productions; avoid bringing fruit and vegetable products to the production site; sterilize tools after each plant, sterilize equipment, trays and containers after each use (heat treatment must be used, as well as sterilization with authorized chlorine based disinfectants and other virucidal chemicals).

ToBRFV may also be transmitted mechanically by insect pollinators (bumblebees) or during pollination.

Potential control measures for viral diseases are very limited. Once an outbreak of ToBRFV occurs, it is necessary to eliminate infected plants, control possible vectors, mechanical transmission of infection, and use virus free planting material. At present, approved antiviral products to effectively control ToBRFV are not available.

Tobamoviruses are highly virulent viruses. Combination of the following measures is considered to be effective in order to restrict the impact on susceptible species:

- use of certified virus free propagation and seed material;
- treatment of soil before planting and seeding;
- monitoring of the seedlings, sampling of symptomatic plants for laboratory testing;
- destruction, preferably by incineration of infected plants, including roots;
- cleaning and disinfection of all materials and equipment.

To avoid accumulation of soil pathogens, ensure the plant trays are cleaned, sterilized with chlorine based disinfectants and heat treated after each use [14].

It is prohibited to move substrate and nutrient solutions, soil, protective clothing, tools and containers from an infected production site to a non-infected one. When handling susceptible species, it is necessary that the staff follow strict hygiene and sanitation measures by cleaning hands, clothing, trays, pots and tools with disinfectants.

Due to rapid spread and detection of ToBRFV in a number of countries that are producers and exporters of tomato and pepper seed and fruit, in 2019, the Secretariat decided to add it to the EPPO Alert List. The EU Commission established emergency measures to prevent the introduction into, and the spread within the EU territory of Tomato brown rugose fruit virus, that was included in the plant health legislature of the EU. This decision will apply from November 1, 2019 until March 31, 2022 [7].

In 2019, Tomato brown rugose fruit virus was added to the A1 List (A1 pests are absent from the EPPO region) of Argentina and Chile [6].

- обеззараживание почвы перед посевом или посадкой;
- мониторинг посадок, отбор симптоматичных растений и лабораторная диагностика;
- уничтожение зараженных растений, в том числе корней, желательнее сжиганием;
- санация и очистка всех материалов и оборудования.

Во избежание накопления почвенных патогенных микроорганизмов перед повторным использованием поддоны для растений необходимо очищать, стерилизовать дезинфицирующими хлорсодержащими средствами и подвергать термической обработке [14].

Запрещается перемещать субстраты или питательные среды, почву, защитную одежду, инструменты и контейнеры с зараженных производственных площадок на здоровые. При работе с восприимчивыми культурами необходима дезинфекция рук и одежды сотрудников предприятия, посадочных лотков, горшков и инструментов с помощью дезинфицирующих средств.

Ввиду очень быстрого распространения и обнаружения ToBRFV в ряде стран, занимающихся производством и дальнейшим экспортом семян и плодов томатов и перцев, в 2019 г. Секретариат ЕОКЗР принял решение включить ToBRFV в Сигнальный перечень. Комиссия Европейского союза установила экстренные меры для предотвращения проникновения и распространения на территории внутри стран ЕС вируса коричневой морщинистости плодов томата, что отражено в новом фитосанитарном законодательстве Европейского союза. Данное решение вступило в силу с 1 ноября 2019 г. и будет действовать до 31 марта 2022 г. [7].

В 2019 г. вирус коричневой морщинистости плодов томата был включен в карантинный перечень (список отсутствующих вредных организмов – A1) Аргентины и Чили [6].

5 июня 2020 г. Служба инспекции здоровья животных и растений (APHIS) Министерства сельского хозяйства США внесла изменения в ограничения на ввоз томатов (*Solanum lycopersicum*) и перца (*Capsicum* spp.). Импортируемые растительные продукты томатов и перцев из других стран должны быть без признаков ToBRFV. Посадочный и семенной материал должен быть свободен от ToBRFV, происходить из свободной зоны производства, что должно быть подтверждено отрицательными результатами тестирования.

APHIS вводит ограничения на импорт свежих плодов томата и перца для потребления из тех стран, где присутствует ToBRFV и импорт из которых разрешен в Соединенные Штаты (Доминиканской Республики, Франции, Израиля, Мексики, Нидерландов и Испании). APHIS признает, что фитосанитарный риск, связанный с зараженными томатами и перцем, считается низким, однако на границе страны были неоднократные перехваты ToBRFV в плодах. В настоящее время при импорте из указанных выше стран плодов томата и перца APHIS требует фитосанитарный сертификат и дополнительную декларацию о том, что плоды были проверены и признаны свободными от ToBRFV.

Как можно более раннее выявление и ликвидация источников вируса, использование безвирусного семенного материала, предотвращение



Рис. 7. Реакция гиперчувствительности растений перца (несущих гены L 1, 3, 4) при механическом заражении ToBRFV: апоптоз клеток листьев (фото: Aviv Dombrovsky). Источник: EPPO global database / Pepper plants (harboring L1,3,4) hypersensitivity response (HR) to infection. Symptoms developed following sap-mechanical leaves inoculation showing dried apoptotic leaves

Effective June 5, 2020, the United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) amended the restrictions for the importation of tomato (*Solanum lycopersicum*) and pepper (*Capsicum* spp.). Imports of tomato and pepper from other countries must not show any signs of ToBRFV upon arrival to the United States. Imports of propagative material (plants for planting, seeds) must be free from ToBRFV and originate from an area free of the pest, which should be confirmed by the negative results of diagnostic testing.

APHIS will place restrictions on imports of fresh tomato and pepper fruit for consumption from those countries where ToBRFV is present, and that are approved to export to the United States (the Dominican Republic, France, Israel, Mexico, the Netherlands and Spain). Although the phytosanitary risk associated with the infected tomato and pepper fruit is considered to be low, APHIS has intercepted ToBRFV in tomato consignments on numerous occasions. Currently, APHIS will require that the above countries that already require a phytosanitary certificate for tomato and pepper fruit to now include an additional declaration that the fruits were inspected and found free of ToBRFV.

Early detection of virus and elimination of infected plants, the use of virus free planting material, and

механического заражения являются очень важной предпосылкой для успешной борьбы с ToBRFV.

Принимая во внимание высокую патогенность вируса коричневой морщинистости плодов томата, его большую скорость распространения и вероятность проникновения, можно утверждать, что разработка и совершенствование методов его диагностики – актуальные задачи.

Наиболее экономичным и распространенным методом выявления и идентификации вирусов является иммуноферментный анализ (ИФА). Метод диагностики вирусов растений, основанный на серологическом методе иммуноферментного анализа, был успешно адаптирован для выявления группы тобамовирусов. В настоящее время доступны коммерческие наборы ИФА, однако эти наборы не являются видоспецифичными для ToBRFV из-за перекрестной реакции с другими тобамовирусами.

Для выявления ToBRFV в семенах, а также в симптоматичных и бессимптомных растениях или плодах применяют ПЦР с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) с использованием универсальных или видоспецифичных праймеров для ToBRFV [11].

В настоящее время специалисты научно-методического отдела вирусологии и бактериологии (НМОВБ) ФГБУ «ВНИИКР» в рамках Государственного задания ведут работу по подготовке анализа фитосанитарного риска (АФР) вируса коричневой морщинистости плодов томата для территории Российской Федерации, а также осуществляют поиск специфичных и высокочувствительных методов диагностики.

На сегодняшний день специалистами научного подразделения ФГБУ «ВНИИКР» было протестировано более 200 образцов растений – хозяев ToBRFV. Для идентификации ToBRFV после ПЦР с универсальными праймерами использовали секвенирование с универсальными праймерами к роду тобамовирусов. Вирус коричневой морщинистости плодов томата выявлен не был.

В 2020 г. стартует международный проект EUPHRESO «Отработка и валидация методов молекулярной диагностики ToBRFV в семенах томата, перца и баклажана». Специалисты НМОВБ ФГБУ «ВНИИКР» принимают участие в данном проекте, результаты которого будут использованы при подготовке методических рекомендаций по выявлению и идентификации вируса коричневой морщинистости плодов томата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыдендамбаев А.Д. Тепличный практикум: «Томаты: технология» (дайджест журнала «Мир Теплиц»). – М., 2018. – 294 с.
2. ASTA. Questions & Answers on the new Tobamovirus: Tomato Brown Rugose Fruit Virus (ToBRFV) / ASTA (American Seed Trade Association). – 2018. – 5 p. – URL: <https://www.betterseed.org/asta-offers-new-resources-on-tomato-brown-fruit-rugose-virus-tobrfv/> (дата обращения: 03.07.2020).
3. Avni B., Gelbart D., Sufrin-Ringwald T., Zinger A., Chen L., Machbash Z., Bekelman I., Segoli M., Dombrovsky A., Kamenetsky R., Levin I. & Lapidot M. Tomato genetic resistance to tobamoviruses is compromised // Acta Horticulturae. – 2020. – P. 1–9.
4. Cambrón-Crisantos J.M., Rodríguez-Mendoza J., Valencia-Luna J.B., Alcasio Rangel S.,

prevention of mechanical transmission are very effective measures to control ToBRFV.

Considering high pathogenicity, widespread distribution and likelihood of introduction of Tomato brown rugose fruit virus, it can be assumed, that it is critical to develop and improve ToBRFV detection methods.

Immunofluorescence assay (IFA) is the most common and cost effective test for the detection and identification of viruses. Diagnostic method for the detection of viruses in plants, based on serological testing by the immunofluorescence assay, was successfully validated for the detection of tobamoviruses group. IFA commercial kits currently available were found to cross-react with other tobamoviruses and were not species specific.

For the detection of ToBRFV in the seed, symptomatic and asymptomatic plants and fruits, a reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) is used based on universal ToBRFV species specific primers [11].

Within the framework of the Order of the Russian Government, the Pest Risk Analysis of Tomato brown rugose fruit virus of the territory of the Russian Federation is underway by the specialists from the Scientific and Methodological Department of Virology and Bacteriology (SMDVB) of the FGBU “VNIKR”, including the development of highly sensitive and specific diagnostic methods.

More than 200 samples of host plants infected with ToBRFV have been currently tested in the laboratories of the FGBU “VNIKR”. Following the PCR test using universal primers, sequence analysis with universal primers was used for identification of ToBRFV. Tomato brown rugose fruit virus was not detected.

In 2020, EUPHRESO has launched a project Development and validation of molecular diagnostic methods for the detection of ToBRFV in tomato, pepper and aubergine seeds. Among the participants of the project are the specialists from the SMDVB of the FGBU “VNIKR”. Results obtained within the framework of the project will be used to prepare methodological recommendations for the detection and identification of Tomato brown rugose fruit virus.

REFERENCES

1. Tsydendambaev A.D. Greenhouse workshop: “Tomatoes: technology” [Teplichny Praktikum: “Tomaty: technologiya”]. *Mir Teplits* digest. M., 2018. 294 p. (In Russian).
2. ASTA. Questions & Answers on the new Tobamovirus: Tomato Brown Rugose Fruit Virus (ToBRFV). ASTA (American Seed Trade Association). 2018. 5 p. URL: <https://www.betterseed.org/asta-offers-new-resources-on-tomato-brown-fruit-rugose-virus-tobrfv/> (accessed date: 03.07.2020).
3. Avni B., Gelbart D., Sufrin-Ringwald T., Zinger A., Chen L., Machbash Z., Bekelman I., Segoli M., Dombrovsky A., Kamenetsky R., Levin I. & Lapidot M. Tomato genetic resistance to tobamoviruses is compromised. *Acta Horticulturae*. 2020: 1–9.
4. Cambrón-Crisantos J.M., Rodríguez-Mendoza J., Valencia-Luna J.B., Alcasio Rangel S.,

García-Ávila C. de J., López-Buenfil J.A. & Ochoa-Martínez D.L. First report of Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in Michoacan, Mexico // *Mexican Journal of Phytopathology*. – 2018. – Vol. 37, No. 1. – P. 1–8.

5. Dombrovsky A. & Smith E. Seed Transmission of Tobamoviruses: Aspects of Global Disease Distribution // *In Advances in Seed Biology*. – INTECH, 2017. – Chapter 12. – P. 233–260.

6. EPPO Global Database, 2020. – URL: <https://gd.eppo.int> (дата обращения: 03.07.2020).

7. EU. Interceptions of commodities imported into the EU or Switzerland with harmful organism(s). Notified during the month of November 2019. EUROPHYT – European Union Notification System For Plant Health Interceptions. – November 2019. – 35 p. – URL: https://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/europhyt/interceptions_en (дата обращения: 03.07.2020).

8. FDACS. Virus in Mexican Tomatoes Causing Concern, USDA Action Needed / Florida Department of Agriculture and Consumer Services (FDACS). – 2019.

9. Fidan H., Sarikaya P. & Calis O. First report of Tomato brown rugose fruit virus on tomato in Turkey // *New Disease Reports*. – 2019. – Vol. 39 (May). P. 18. – URL: <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.018>.

10. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. – URL: <http://www.fao.org> (дата обращения: 03.07.2020).

11. Li Y., Tan G., Lan P., Zhang A., Liu Y., Li R. & Li F. Detection of tobamoviruses by RT-PCR using a novel pair of degenerate primers // *Journal of Virological Methods*. – 2018. – Vol. 259 (September). – P. 122–128.

12. Luria N., Smith E., Reingold V., Bekelman I., Lapidot M., Levin I., Elad N., Tam Y., Sela N., Abu-Ras A., Ezra N., Haberman A., Yitzhak L., Lachman O. & Dombrovsky A. A New Israeli Tobamovirus Isolate Infects Tomato Plants Harboring Tm-2 2 Resistance Genes // *PLoS ONE*. – 2017. – Vol. 12, No. 1. – P. 1–19.

13. Oladokun J.O., Halabi M.H., Barua P. & Nath P.D. Tomato brown rugose fruit disease: current distribution, knowledge and future prospects // *Plant Pathology*. – 2019. – Vol. 68, No. 9. – P. 1579–1586. URL: <https://doi.org/10.1111/ppa.13096>.

14. Richter E., Leucker M., Heupel M., Büttner C., Bandte M. & Ziebell H. Viren in Gemüse bekämpfen – Vorbeugen ist besser als Vernichten // *Gemüse*. – 2019. – Vol. 55, No. 3. – P. 18–21.

15. Salem N., Mansour A., Ciuffo M., Falk B.W. & Turina M. A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan // *Archives of Virology*. – 2016. – Vol. 161, No. 2. – P. 503–506.

16. SENASICA. Virus Rugoso del Tomate // *Info Senasica*. – 2019. – Vol. 1. – P. 8–10.

García-Ávila C. de J., López-Buenfil J.A. & Ochoa-Martínez D.L. First report of Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in Michoacan, Mexico. *Mexican Journal of Phytopathology*. 2018; 37 (1): 1–8.

5. Dombrovsky A. & Smith E. Seed Transmission of Tobamoviruses: Aspects of Global Disease Distribution. In *Advances in Seed Biology*. INTECH, 2017; Chapter 12: 233–260.

6. EPPO Global Database, 2020. URL: <https://gd.eppo.int> (accessed date: 03.07.2020).

7. EU. Interceptions of commodities imported into the EU or Switzerland with harmful organism(s). Notified during the month of November 2019. EUROPHYT – European Union Notification System For Plant Health Interceptions. November 2019. 35 p. URL: https://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/europhyt/interceptions_en (accessed date: 03.07.2020).

8. FDACS. Virus in Mexican Tomatoes Causing Concern, USDA Action Needed. Florida Department of Agriculture and Consumer Services (FDACS). 2019.

9. Fidan H., Sarikaya P. & Calis O. First report of Tomato brown rugose fruit virus on tomato in Turkey. *New Disease Reports*. 2019; 39 (May): 18. URL: <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.018>.

10. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. URL: <http://www.fao.org> (accessed date: 03.07.2020).

11. Li Y., Tan G., Lan P., Zhang A., Liu Y., Li R. & Li F. Detection of tobamoviruses by RT-PCR using a novel pair of degenerate primers. *Journal of Virological Methods*. 2018; 259 (September): 122–128.

12. Luria N., Smith E., Reingold V., Bekelman I., Lapidot M., Levin I., Elad N., Tam Y., Sela N., Abu-Ras A., Ezra N., Haberman A., Yitzhak L., Lachman O. & Dombrovsky A. A New Israeli Tobamovirus Isolate Infects Tomato Plants Harboring Tm-2 2 Resistance Genes. *PLoS ONE*. 2017; 12 (1): 1–19.

13. Oladokun J.O., Halabi M.H., Barua P. & Nath P.D. Tomato brown rugose fruit disease: current distribution, knowledge and future prospects. *Plant Pathology*. 2019; 68 (9): 1579–1586. URL: <https://doi.org/10.1111/ppa.13096>.

14. Richter E., Leucker M., Heupel M., Büttner C., Bandte M. & Ziebell H. Viren in Gemüse bekämpfen – Vorbeugen ist besser als Vernichten. *Gemüse*. 2019; 55 (3): 18–21.

15. Salem N., Mansour A., Ciuffo M., Falk B.W. & Turina M. A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. *Archives of Virology*. 2016; 161 (2): 503–506.

16. SENASICA. Virus Rugoso del Tomate. *Info Senasica*. 2019; 1: 8–10.

УДК 632.752.3

Микроскопическое исследование диагностических структур самки *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) – карантинного объекта единого перечня ЕАЭС

Н.А. ГУРА, старший научный сотрудник научно-методического отдела энтомологии
 ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: naguralex@mail.ru

А.В. ШИПУЛИН, младший научный сотрудник научно-методического отдела энтомологии
 ФГБУ «ВНИИКР», e-mail: shipulin.andrey2016@yandex.ru

Аннотация. Червец Комстока имеет статус карантинного объекта единого перечня стран ЕАЭС. Основной путь распространения вредного организма – зараженный посадочный материал плодовых, декоративных и лесных культур. Для предотвращения проникновения карантинных видов червецов в свободные зоны РФ необходимо проведение тщательного досмотра подкарантинной продукции, выявление карантинных и близких видов червецов, проведение лабораторного исследования с целью определения их видовой принадлежности. В работе представлены результаты микроскопического исследования строения диагностических структур тела самки *Pseudococcus comstocki* (Kuwana), позволяющие отличать карантинный объект от близкородственных видов мучнистых червецов, выявляемых при лабораторном исследовании.

Ключевые слова. Карантинный вид, мучнистые червецы, диагностические структуры, грибовидные железы, дорсальная и вентральная поверхность тела, церарии, трубчатые железы, многоячеистые железы, просвечивающие поры, задние конечности, лабораторное исследование, микропрепараты.



рождение лабораторного энтомологического исследования различных видов растительной продукции (посадочного материала, горшечных культур, плодов) показывает, что мучнистые червцы довольно часто встречаются на надземных частях различных культур. Червец Комстока *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) входит в Единый пе-

UDC 632.752.3

Microscopic study of diagnostic structures of a female of *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) – quarantine pest of the Unified EAEU List

N.A. GURA, Senior Researcher of Entomological Research and Methodology Department
 of the FGBU “VNIIKR”, e-mail: naguralex@mail.ru

A.V. SHIPULIN, Junior Researcher of Entomological Research and Methodology Department
 of the FGBU “VNIIKR”,
 e-mail: shipulin.andrey2016@yandex.ru

Abstract. Comstock mealybug is of quarantine status under the Unified EAEU List. The infested plant material of fruit, horticultural and forest crops is the main way by which the pest is spread. To prevent introduction of quarantine species of mealybugs to pest free areas of the Russian Federation it is necessary to carefully inspect regulated products, detect quarantine and closely related species of mealybugs, conduct laboratory study for species identification. This study presents the results of the microscopic examination of diagnostic structures of the body of a female of *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) that allow to distinguish between a quarantine object and closely related species of mealybugs detectable through a laboratory study.

Keywords. Quarantine species, mealybugs, diagnostic structures, oral-rim tubular ducts, dorsal and ventral body surface, cerarii, oral-collar tubular ducts, multilocular pores, translucent pores, hind legs, laboratory study, slides.

Laboratory entomological research of different plant products (plant material, pot plants, fruits) shows that the mealybugs quite frequently occur on the aerial parts of various