

Обзорная статья / Review article
УДК 578.85/578.346:57.063.7/8
DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-88-100

Вирусные заболевания плодово-ягодных культур на юге российского Дальнего Востока

Юрий Г. Волков, Надежда Н. Какарека, Валентина Ф. Толкач, Михаил Ю. Щелканов

ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии Дальневосточного отделения
Российской академии наук, Владивосток, Россия

Контактное лицо

Михаил Ю. Щелканов, доктор биологических наук, заведующий лабораторией вирусологии ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии Дальневосточного отделения Российской академии наук; 690022 Россия, г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, д. 159/1.
Тел. +79245297109
Email adorob@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>

Формат цитирования

Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Толкач В.Ф., Щелканов М.Ю. Вирусные заболевания плодово-ягодных культур на юге российского Дальнего Востока // Юг России: экология, развитие. 2022. Т.17, N 4. С. 88-100. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-88-100

Получена 9 сентября 2022 г.
Прошла рецензирование 14 октября 2022 г.
Принята 25 октября 2022 г.

Резюме

Цель. Систематизировать данные о возбудителях вирусных заболеваний садовых и ягодных культур, распространенных на территории юга российского Дальнего Востока.

Обсуждение. Своеобразные климатические особенности Дальнего Востока ограничивают ассортимент садовых и ягодных культур. Вместе с тем, в регионе имеется значительное количество видов дикорастущих плодово-ягодных растений, которые обладают повышенной (часто – рекордной) морозостойкостью и потому активно используются для выведения новых культурных форм. При этом, последние полтора века идет активная интродукция на Дальний Восток новых сортов садовых культур, что приводит к увеличению риска проникновения целых фитовирусологических комплексов вместе с вегетативно размножаемыми (черенками, прививками) растениями. Наибольший ущерб садовым культурам на Дальнем Востоке наносят ряд представителей рода *Nepovirus* (Picornavirales: Secoviridae): кольцевой пятнистости томата, мозаики резухи, кольцевой пятнистости малины, короткоузлия винограда, линейного узора винограда, а также несколько до сих пор неидентифицированных вирусов. Среди других таксономических групп фитовирусов для плодово-ягодных культур актуальны Y-вирус картофеля (Patatavirales: Potyviridae, *Potyvirus*), вирусы кольцевой пятнистости гвоздики (Tolivirales: Tombusviridae, *Dianthovirus*), желтой мозаики клевера (Tymovirales: Alphaflexiviridae, *Potexvirus*), огуречной мозаики (Martellivirales: Bromoviridae, *Cucumovirus*) и мозаики люцерны (Martellivirales: Bromoviridae, *Alfamovirus*). В работе рассмотрен видовой состав тлей-переносчиков фитовирусов, поражающих садовые культуры региона.

Заключение. В связи с дальнейшими перспективами развития садоводства на Дальнем Востоке России необходимо интенсифицировать эколого-вирусологические исследования этого раздела фитовирусологии, а также повысить обеспеченность производителей сельскохозяйственной продукции доступными тест-системами.

Ключевые слова

Вирус, переносчик, тля, нематода, садовая культура, ягодник, дикоросы, Дальний Восток.

Viral diseases of fruit and berry crops in the South of the Russian Far East

Yury G. Volkov, Nadezhda N. Kakareka, Valentina F. Tolkach and Mikhail Yu. Shchelkanov

Federal Scientific Centre for East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

Principal contact

Mikhail Yu. Shchelkanov, Doctor of Biological Sciences, Chief, Laboratory of Virology, Federal Scientific Centre for East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences; 159/1 Vladivostok Centennial Avenue, Vladivostok, Russia 690022.

Tel. +79245297109

Email adorob@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>

How to cite this article

Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Tolkach V.F., Shchelkanov M.Yu. Viral diseases of fruit and berry crops in the South of the Russian Far East. *South of Russia: ecology, development*. 2022, vol. 17, no. 4, pp. 88-100. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-88-100

Received 9 September 2022

Revised 14 October 2022

Accepted 25 October 2022

Abstract

Aim. To systematise data on pathogens of viral diseases of garden and berry crops in the south of the Russian Far East.

Discussion. The peculiar climatic features of the Far East limit the range of garden and berry crops. However, there are a significant number of species of wild fruits and berry plants in the region, which have increased (often – record breaking) frost resistance and are therefore actively used for breeding new cultural forms. At the same time, for the last century and a half new varieties of garden crops have been actively introduced to the Far East, which has led to an increase in the risk of penetration of entire phytovirus complexes together with vegetatively propagated (cuttings, vaccinations) plants. The greatest damage to garden crops in the Far East is caused by a number of representatives of the genus *Nepovirus* (Picornavirales: Secoviridae): Tomato ringspot virus, *Arabis* mosaic virus, Raspberry ringspot virus, Grapevine fanleaf virus, Grapevine linear pattern virus as well as several still unidentified viruses. Among other taxonomic groups of phytoviruses dangerous for fruit and berry crops one could point out Potato virus Y (Potatavirales: Potyviridae, *Potyvirus*), Carnation ringspot virus (Tolivirales: Tombusviridae, *Dianthovirus*), Clover yellow mosaic virus (Tymovirales: Alphaflexiviridae, *Potexvirus*), Cucumber mosaic virus (Martellivirales: Bromoviridae, *Cucumovirus*), Alfalfa mosaic virus (Martellivirales: Bromoviridae, *Alfamovirus*). The paper considers the species composition of aphids-carriers of phytoviruses affecting garden crops of the region.

Conclusions. In connection with the further prospects for the development of horticulture in the Russian Far East, it is necessary to intensify ecological and virological studies of this section of phytovirology as well as to increase access to agricultural producers with available test systems.

Key Words

Virus, vector, aphid, nematode, garden culture, berry, Russian Far East.

ВВЕДЕНИЕ

Среди обнаруженных за последнюю четверть века новых инфекционных болезней сельскохозяйственных растений более половины имеет вирусную природу. Число известных науке фитовирусов стремительно увеличивается [1; 2].

Глобализация сельского хозяйства, развитие международной торговли продукцией растениеводства и расширение международного обмена семенным и посадочным материалом способствуют интродукции вирусов в новые регионы. Особую опасность в этом отношении могут представлять вегетативно размножаемые культуры (в том числе и плодовые), часто зараженные сложным комплексом различных вирусов. При этом, возникают очаги новых для данного региона вирусных инфекций, имеющих экономическое значение для садоводческих и продовольственных культур [1]. Важно отметить, что в результате глобального потепления расширяются ареалы и увеличивается численность членистоногих переносчиков вирусов [3], в том числе – фитовирусов [2].

Садоводство на юге российском Дальнем Востоке традиционно характеризуется рядом особенностей. Во-первых, большинство возделываемых в регионе плодово-ягодных культур имеют в окружающей флоре своих дикорастущих сородичей [4]. Во-вторых, садоводство в регионе представлено мелкотоварными хозяйствами, приусадебными и дачными участками при отсутствии крупноплощадных садов. Своеобразные климатические особенности формируют и довольно ограниченный ассортимент садовых и ягодных культур [5].

В связи с дальнейшим опережающим развитием российского Дальнего Востока и программами совершенствования сельскохозяйственных технологий в регионе, включающих увеличение плодово-ягодной продукции, требуется интенсифицировать эколого-вирусологические исследования в области фитовирусологии, а также повысить обеспеченность производителей сельскохозяйственной продукции доступными тест-системами. Целью данной работы является систематизация научной информации о возбудителях вирусных заболеваний садовых и ягодных культур, распространённых на территории юга российского Дальнего Востока, по данным Российской коллекции вирусов Восточной Азии на базе Лаборатории вирусологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН [6–8].

ОБСУЖДЕНИЕ

На юге российского Дальнего Востока в диком виде произрастают три вида яблони, очень близких между собой [4]: маньчжурская (*Malus manshurica*), сибирская, или Палласа (*Malus sibirica*) и сахалинская (*Malus sachalinensis*). На территории Приморского края встречаются первые два вида; в Амурской области – только яблоня Палласа, которая преобладает в Еврейской автономной области и в Хабаровском крае; на о. Сахалин и Курильских о-вах – яблоня сахалинская. Род груша в регионе представлен единственным видом – грушей уссурийской (*Pyrus ussuriensis*). Это самый зимостойкий вид в мире, распространённый в Приамурье и Приморье [4; 9]. Из косточковых пород наибольший интерес представляет абрикос, два вида которого встречаются на Дальнем Востоке: сибирский

(*Prunus sibirica*) и маньчжурский (*Prunus mandshurica*). Последний часто служит исходным материалом для получения зимостойких культурных сортов [4; 9]. Слива – одна из наиболее привычных плодовых культур Приморья и южной части Хабаровского края. Существует здесь с давних времен, и в некоторых районах встречаются одичавшие экземпляры. Слива уссурийская (*Prunus ussuriensis*) – один из самых холодостойких видов этого рода, районирована на Урале и в Сибири и часто скрещивается с более крупноплодными сортами [4; 9; 10]. Для Дальнего Востока в научной литературе указывается шесть видов из рода вишня: Максимовича (*Cerasus maximowiczii*), сахалинская (*Cerasus sachalinensis*), курильская (*Cerasus kurilensis*), железистая (*Cerasus grandulosa*), войлочная (*Cerasus tomentosa*) и еще два дикорастущих вида требуют дальнейшего изучения [4; 11; 12].

Из двух дальневосточных видов дикорастущего винограда амурский (*Vitis amurensis*) встречается только на материке и широко распространен, а Кэмпфера (*Vitis coignetiae*) – произрастает только на островах Сахалин, Шикотан, Итуруп, Кунашир и сравнительно редок. Амурский виноград является самым зимостойким в мире виноградом и представляет исключительную ценность как исходный материал для выведения новых устойчивых культурных сортов винограда [4; 9; 13].

Из 14 видов смородины, произрастающих на юге российского Дальнего Востока, наибольшее распространение имеют 5 дикорастущих видов: маньчжурская, или поречка (*Ribes mandshuricum*) (повсеместно); дикуша, или алданский виноград (*Ribes dikuscha*) (Анадырь, Хабаровский и Приморский края, Охотоморское побережье, Амурская область); малоцветковая (*Ribes pauciflorum*) (Приморский и Хабаровский края, Амурская область); лежачая, или моховка (*Ribes procubens*) (Охотоморское побережье, Сахалин, Хабаровский край, Амурская область, северные районы Приморья); Максимовича (*Ribes maximowiczianum*) (южная часть Приморья) [4; 9; 14]. В Амурской области, Хабаровском и Приморском краях в диком виде произрастает крыжовник буреинский (*Grossularia burejensis*) [4; 15]. В дикорастущей флоре Дальнего Востока имеются два вида малины: малина сахалинская (*Rubus sachalinensis*) (весь Дальний Восток) и боярышничколистная (*Rubus crataegifolius*) (Приморский и Хабаровский края).

На российском Дальнем Востоке встречаются девять видов шиповника: Максимовича (*Rosa maximowicziana*), тонконожковый (*Rosa gracilipes*), уссурийский (*Rosa ussuriensis*), иглистый (*Rosa acicularis*), даурский (*Rosa daurica*), корейский (*Rosa koreana*), Марэ (*Rosa marretii*), морщинистый (*Rosa rugosa*), тупоушковая (*Rosa amblyotis*) [8; 9; 16]. В Приморье и южной части Хабаровского края распространён барбарис амурский (*Berberis amurensis*) [4; 9]. Восемь видов жимолости произрастают на территории российского Дальнего Востока: наибольшее распространение имеют жимолости съедобная (*Lonicera edulis*) и очень близкая к ней Турчанинова (*Lonicera turczaninowii*); севернее о. Уруп жимолость съедобная замещается жимолостью камчатской (*Lonicera kamschatica*); в Приморском и Хабаровском краях и в Амурской области широкое распространение имеют жимолости Максимовича (*Lonicera maximowiczii*), Рупрехта (*Lonicera ruprechtiana*), Маака

(*Lonicera maakii*), татарская (*Lonicera tatarica*), каприфоль (*Lonicera caprifolium*), используемые как декоративные кустарники, так как их ягоды несъедобны [4; 9]. В дальневосточной флоре имеются пять видов боярышника: перистонадрезанный (*Craetegus pinnatifida*) (в Приморском и Хабаровском краях, Амурской области); Максимовича (*Craetegus maximoviczii*) (Приморье и по Амуру от среднего течения до устья); даурский (*Craetegus dahurica*) (по Амуру, пока не описан в Приморском крае); зеленомасьей (*Craetegus chlorosarca*) (Камчатка, Сахалин, Курилы); иозанский (*Craetegus jozana*) (горные леса Сахалина) [9; 17]. В дальневосточной части России произрастают три вида черемухи: азиатская (*Padus asiatica*), замещающая здесь черемуху обыкновенную (*Prunus padus*); Маака (*Padus maakii*), широко используемая в качестве декоративного растения; Сьори, или айнская (*Padus ssiori*), распространенная на Сахалине и Курильских островах [11].

Из ягодников вводятся в культуру голубика (*Vaccinium uliginosum*) и клюква крупноплодная (*Vaccinium macrocarpon*). Большую ценность для окультуривания представляют черничники – волосистый, или сахалинский (*Vaccinium hirtum*), и овальнолистный (*Vaccinium ovalifolium*), достигающие в высоту 1 м, произрастающие по опушкам хвойных и смешанных лесов Сахалина и гораздо реже – в Хабаровском крае. В последние годы, благодаря высокому содержанию витамина С в ягодах широкое распространение в садах получила актинидия. На юге российского Дальнего Востока произрастают 3 вида этой листопадной плодородной лианы: коломикта (*Actinidia kolomicta*), острая (*Actinidia arguta*) и многодомная, или перчик (*Actinidia polygama*) [9; 18].

Вироzy плодово-ягодных культур на юге российского Дальнего Востока, на сегодняшний день, не относятся к наиболее актуальным проблемам региональной фитопатологии. Однако необходимо понимать причины такой ситуации и правильно использовать существующее «окно возможностей». Большое количество молодых видов, родственных плодово-ягодным культурам, при отсутствии выраженных вирус-индуцированных эпифитотий свидетельствует об эффективной взаимной адаптации вирусов и их хозяев. Следует готовиться к тому, что в популяциях дальневосточных эндемиков циркулируют латентные фитовирусы, способные к быстрой активации при смене хозяев и/или условий окружающей среды. Это следует обязательно учитывать при использовании дальневосточных дикоросов, как правило, обладающих высокой или даже рекордной холодостойкостью, для получения новых морозоустойчивых сортов. С другой стороны, физико-географические, климатические и исторические особенности Дальнего Востока [5] имеют следствием относительную бедность видового состава как самих плодово-ягодных культур, так и завозных возбудителей их заболеваний, и местных переносчиков этих возбудителей, в первую очередь – тлей (Hemiptera: Aphidoidea) [19; 20] – что позволяет рассматривать дальневосточные территории страны как потенциальные места размещения безвирусных плантаций [21]. При этом, следует учитывать, что большую роль в распространении вириозов играет тот факт, что многие культуры размножают вегетативно, черенками, прививками и/или частями растений.

Поскольку садовые и ягодные растения являются многолетними культурами, они часто поражаются сложным комплексом инфекционных агентов, которые накапливаются за период вегетации, а также могут в разной степени проявляться на различных хозяевах.

Наибольшую обеспокоенность специалистов в отношении дальневосточных плодово-ягодных культур вызывают вирусы из рода *Nepovirus* (Picornavirales: Secoviridae), основными переносчиками которых являются корневые нематоды (Nematoda) из родов *Xiphinema* и *Longidorus* – именно эта экологическая особенность лежит в основе названия рода: Nematode-transmitted Polyhedral viruses (полиэдрические вирусы, передаваемые нематодами) [22; 23]. По данным ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, эти нематоды определяются во всех регионах российского Дальнего Востока, за исключением самых северных [22; 24]. В настоящее время, отсутствуют данные о том, что неповирусы способны репродуцироваться в клетках нематод, однако эти вирусы длительное время (по крайней мере, до месяца) сохраняют инфекционность в канале стилета и в пищевode нематод [25]. Многие неповирусы могут распространяться семенами и пыльцой, что позволяет рассматривать насекомых-опылителей в качестве неспецифических контактных переносчиков [23; 24].

Например, неповирус кольцевой пятнистости томата (ToRSP – Tomato ringspot virus), широко распространённый в Северной Америке, проникнув в Европу из США с инфицированными пеларгониями (*Pelargonium* sp.), описан как возбудитель целого ряда фитопатологий садовых культур: крапчатости листьев черешни, желтой мозаики почек персика и миндаля, некроза и отмирания прививок яблони, ямчатости древесины косточковых, коричневой линии на спайке сливы [26; 27].

В Приморском крае ToRSP был впервые описан О.Г. Гордейчук в 1975 г. [28] в результате ранневесенних обследований плантаций чёрной смородины (*Ribes nigrum*) на Приморской плодово-ягодной опытной станции: на молодых листьях имелись яркие кольцеобразные пятна (рис. 1А), которые через 2–3 недели исчезали, но на развитых листьях сохранялся жёлтый узор (рис. 1Б); ягоды на заражённых кустах измельченные, созревают раньше срока и быстро осыпаются. Наличие ToRSP было подтверждено методом индикаторных растений путем заражения томата (*Solanum lycopersicum*), табака обыкновенного (*Nicotiana tabacum*), дурмана обыкновенного (*Datura stramonium*), фасоли (*Phaseolus vulgaris*) cv. Pinto и петунии гибридной (*Petunia hybrida*), а также серологическими методами. ToRSP обнаруживали и на *R. dikuscha* в коллекции дикоросов Приморской опытной станции [28; 29], хотя в естественных условиях этот вирус на смородине-дикуше не описан [30].

На смородине черной в Приморском крае выявлено заболевание по симптомам схожее с махровостью (реверсией) [31–34]. Возбудитель этого заболевания нуждается в дальнейшей идентификации и дифференцировки от микоплазм семейства Mycoplasmataceae.

На ягодных культурах в Приморье были выявлены и другие неповирусы: мозаики резухи (ArMV – *Arabis mosaic virus*) и кольцевой пятнистости малины (RpRSV – Raspberry ringspot virus) [22; 29].

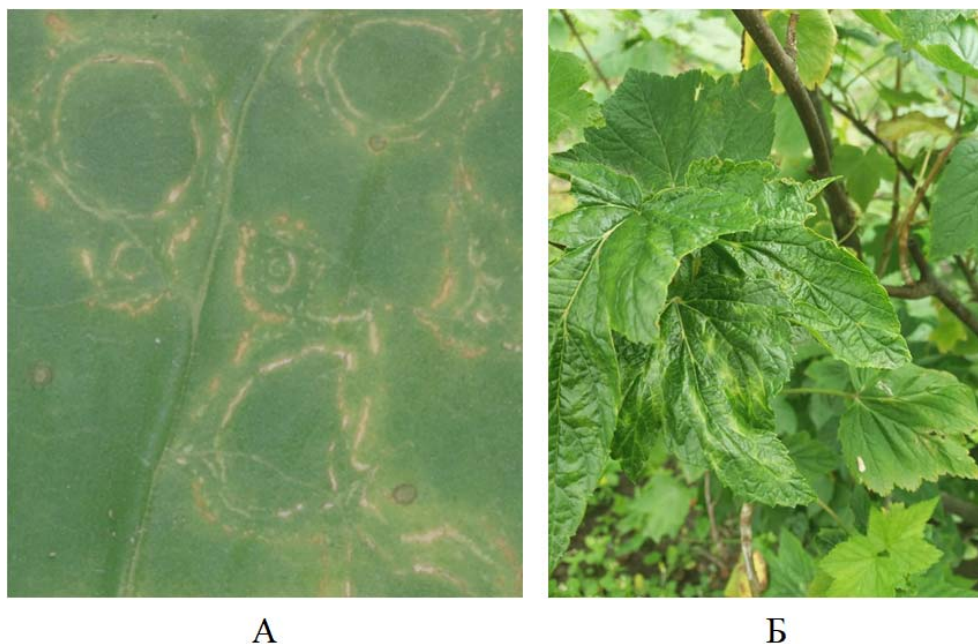


Рисунок 1. Симптомы инфекции вируса кольцевой пятнистости томата (ToRSP) у черной смородины (*Ribes nigrum*): А – кольцообразные пятна на молодых листьях; Б – желтый узор в зрелых листьях
Figure 1. Symptoms of Tomato Ringspot Virus (ToRSP) infection in Black Currant (*Ribes nigrum*):
 А – ring-shaped spots in young leaves; Б – yellow pattern in mature leaves

В последнее десятилетие на малине широко распространилось заболевание, характеризующееся пожелтением листьев (рис. 2А) и отставанием в росте побегов (рис. 2Б). В препаратах из листьев больных растений выявлены округлые частицы (рис. 2В),

напоминающие вирионы невовирусов, однако серологическое родство с ArMV, RpRSV, ToRSP и невовирусом кольцевой пятнистости табака (TRSV – Tobacco ringspot virus) не было выявлено [22].

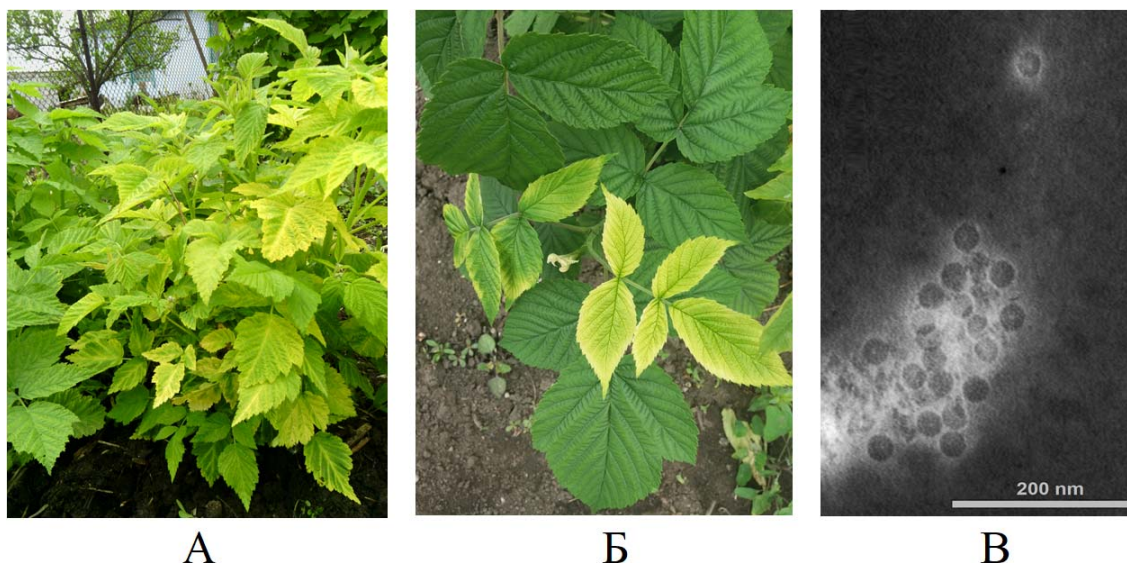


Рисунок 2. Симптомы пожелтения листьев и отставанием в росте побегов у малины обыкновенной (*Rubus idaeus*): А – внешний вид больного растения; Б – укороченный побег; В – вирусные частицы на электронно-микроскопической фотографии препарата листа больного растения
Figure 2. Symptoms of yellowing of leaves and stunting in shoot growth in the Red Raspberry (*Rubus idaeus*):
 А – appearance of diseased plant; Б – shortened shoot; В – viral particles in an electron microscopic photograph of a leaf preparation of a diseased plant

Достаточно часто выявляются симптомы заболеваний, схожие с вирусными, на землянике садовой, или ананасной (*Fragaria × ananassa*): карликовость, односторонняя деформация листьев, пожелтение (рис. 3). В препаратах из больных растений выявлены сферические частицы диаметром около 30 нм. Иммунохимический анализ показал слабое антигенное

родство с TRSV, но передать на индикаторные растения патоген не удалось. В научной литературе известны 4 наиболее вредоносных для этой ягодной культуры вируса: морщинистости земляники (SCV – Strawberry crinkle virus) (Mononegavirales: Rhabdoviridae, *Cytorhabdovirus*), пятнистости земляники (SMoV – Strawberry mottle virus) (Picornavirales: Secoviridae,

Sadwavirus), слабого желтого края земляники (SMYEV – Strawberry mild yellow-edge virus) (Tymovirales: Alphaflexiviridae, *Potexvirus*) и окаймления жилок земляники (SVBV – Strawberry vein-banding virus) (Ortervirales: Caulimoviridae, *Caulimovirus*) [34; 35].

На винограде в Приморском крае еще в 1960-е годы выявлен инфекционный хлороз (рис. 4), который поражал сорта и североамериканского, и местного происхождения [36]. Идентификация патогена не проводилась. На основании описанной симптоматики, можно предположить, что возбудителями заболевания мог являться комплекс вирусов, в том числе, – короткоузлия винограда (GFLV – Grapevine fanleaf virus) (Picornavirales: Secoviridae, *Nepovirus*). Позднее, из растений с линейным узором на листьях вирус был успешно передан на травянистые индикаторы. Авторы

по совокупности признаков предварительно идентифицировали его как вирус линейного узора винограда (GLPV – Grapevine linear pattern virus) (Martellivirales: Bromoviridae, *Anulavirus*) [37]. Таким образом, было выявлено лишь несколько заболеваний, в то время как перечень вирусов, поражающих виноград, обширен и включает в себя почти три десятка видов [38; 39]. Несколько вирусов было выявлено в провинции Синьцзян КНР [40]. А поскольку интерес к виноградарству на юге российского Дальнего Востока неуклонно возрастает, и появляются новые адаптированные к местным условиям сорта, то изучение и идентификация вирусов винограда с целью разработки мер защиты становится все более актуальным.



Рисунок 3. Пожелтение и деформация листьев у земляники садовой (*Fragaria x ananassa*)
Figure 3. Yellowing and deformation of leaves in Strawberry (*Fragaria x ananassa*)

В последние два десятилетия в Приморском крае многие садоводы отмечают плохую приживаемость прививок косточковых культур – абрикоса и сливы. В ряде случаев нами обнаружены на сливах, корневые отпрыски которых использовали в качестве подвоя, симптомы в виде желтых пятен на листьях (рис. 5). Симптомы наблюдали в весенний период, а в дальнейшем они исчезали. Электронной микроскопией, в препаратах из пораженных растений, были выявлены сферические частицы, часто пустотелые (рис. 6). Мы предполагаем, что патоген может относиться к роду *Nepovirus*, для представителей которого свойственно подобное течение болезни. Ранее нами было показано, что неповирусы широко распространены в регионе. Они были выявлены на перце овощном (*Capsicum annuum*), пажитнике (*Trigonella foenum-graecum*), кориандре посевном, или кинзе (*Coriandrum sativum*), а также дикорастущих растениях: астре шершавой (*Doellingeria*



Рисунок 4. Хлороз на листьях винограда культурного (*Vitis vinifera*)
Figure 4. Chlorosis on the leaves of the Common Grape Vine (*Vitis vinifera*)

scabra), бархате амурском (*Phellodendron amurense*), фриме азиатской (*Phryma asiatica*) [22].

На семечковых плодовых культурах юга российского Дальнего Востока выявлено несколько заболеваний предположительно вирусной природы – пятнистость на листьях яблони, отмирание ветвей, но идентифицировать их пока не удалось. В то же время в регион завозится много прививочного материала с европейской части страны, где заражённость садовых культур значительная [41], и поэтому возможно распространение вирусных болезней семечковых, идентифицированных в этом регионе.

Многие виды тлей (Hemiptera: Aphidoidea), кормящихся на садовых культурах, способны распространять фитовирусы [23; 42; 43]. Многие фитовирусы, распространенные на Дальнем Востоке, имеют хозяев одновременно и среди травянистых, и среди древесных растений. У декоративных древесных пород известны 34 подробно описанных вируса в

172 комбинациях «вирус-хозяин». Отмечено, что некоторые вирусы имеют широкий круг растений-хозяев и способны заражать представителей самых разнообразных семейств, в том числе и филогенетически далеких. Так, Y-вирус картофеля (PVY – Potato virus Y) (Potatavirales: Potyviridae, *Potyvirus*) выделен из красной смородины (*Ribes rubrum*); вирус кольцевой пятнистости гвоздики (CRSV – Carnation ringspot virus) (Tolivirales: Tombusviridae, *Dianthovirus*) – из груши; вирус желтой мозаики клевера (CIYMV – Clover yellow mosaic virus) (Tymovirales: Alphaflexiviridae,

Potexvirus) – из яблони [44]. По данным этих авторов, вирус огуречной мозаики (CMV – Cucumber mosaic virus) (Martellivirales: Bromoviridae, *Cucumovirus*) передается на различные плодово-ягодные культуры более чем 70 видами тлей. В частности, вирусам подвержены яблоня, черемуха, боярышник, жимолость. Вирус мозаики люцерны (AMV – Alfalfa mosaic virus) (Martellivirales: Bromoviridae, *Alfavirus*) может поражать калину и жасмин. Он был выделен также из бессимптомных растений *Ribes* и *Rubus* [45; 46].



Рисунок 5. Желтые пятна на листьях сливы домашней (*Prunus domestica*)

Figure 5. Yellow spots on leaves of European Plum (*Prunus domestica*)

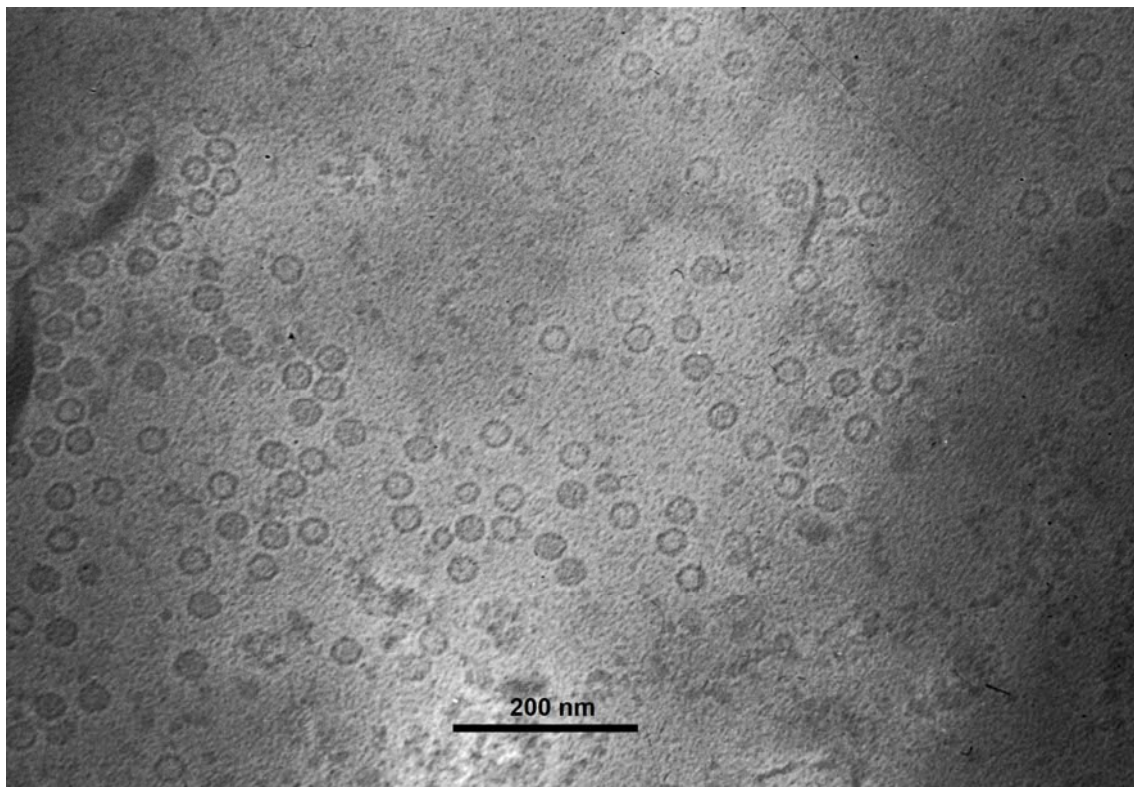


Рисунок 6. Большое количество пустотелых округлых частиц в препаратах листьев зараженных растений сливы домашней (*Prunus domestica*)

Figure 6. A large number of hollow rounded particles in preparations of leaves of infected plants of European Plum (*Prunus domestica*)

Следует, однако, иметь в виду, что многолетние плодово-ягодные растения далеко не всегда являются гарантированными долговременными резервуарами фитовирусов, и что плодовые насаждения – постоянный антропогенный источник тлей-переносчиков вирусных инфекций. В действительности эти взаимоотношения не столь облигатны, как может показаться. Во-первых, мигрирующие виды афидид используют плодово-ягодные деревья и кустарники в качестве основного кормового растения непродолжительное время – первые 2–3 поколения. Вылупившиеся из перезимовавших яиц особи стерильны. В процессе питания они могут воспринять лишь вирусы специфические для плодово-ягодных культур. При миграции крылатых партеногенетических самок эта инфекция может быть донесена до следующих кормовых растений (в том числе полевых и огородных культур), но нет сведений, подтверждающих восприимчивость последних к специфическим «плодово-ягодным» фитовирусам. Во-вторых, инфицирование плодово-ягодных насаждений вирусами, имеющими широкий круг растений-хозяев (например, CMV, AMV), может произойти лишь в двух случаях: при случайном посещении неполноциклыми видами тлей садовых растений и при ремиграции на них с травянистых растений полноцикловых видов афидид. В обоих случаях тли должны быть вирофорны (т.е. содержать на стилете инфекционные вирусные частицы). Время перелета вектора с пораженных вирусом травянистых растений до плодово-ягодных насаждений должно быть ограниченным, чтобы переносчик не успел утратить вирусофортность. Еще одно важное условие: тля-переносчик должна делать на растении (предполагаемом восприимчиве инфекции) пробные уколы питания. Таким образом, перечень условий, необходимых для инфицирования плодово-ягодных культур несвойственными для них вирусами, достаточно обширен, а вероятность инфицирования растений за пределами плодово-ягодных посадок – невысокой. Вместе с тем, было бы ошибкой совсем исключать плодово-ягодники в качестве источника распространения фитовирусов тлями, особенно – если растение-акцептор находится в стадии саженца. Об этом свидетельствуют как экспериментальные данные, так и результаты визуальных наблюдений [44].

Начиная с 1966 г. сборы тлей с дикорастущих видов и культивируемых плодово-ягодных растений проводили на стационаре Горно-таежной станции ДВО РАН и в процессе осуществления экспедиционных маршрутов в природных экосистемах Дальнего Востока. Были выявлены несколько видов афидид, повреждающих плодово-ягодные культуры. В табл. 1 приведены сводные данные о выявленном видовом составе тлей [19; 20; 42], дополненные информацией из научной литературы, посвященной афидофауне юга российского Дальнего Востока [47–51].

Большинство видов, представленных в табл. 1, полноцикловые и двудомные. Со своих первичных (основных) растений-хозяев – представителей розоцветных (Rosales), камнеломковых (Saxifragaceae), жимолостных (Caprifoliaceae) и барбарисовых (Berberidaceae) – они мигрируют на различные травянистые растения, чаще – на злаки и астровые. Вместе с тем, имеются и полноцикловые, и однодомные (немигрирующие) виды (в первую очередь, – *Aphis pomi*). Встречаются виды, как распространенные

убиквитарно (например, *Hyalopterus pruni*, *Rhopalosiphum nymphaeae*), так и эндемики южного Приморья (*Prociphilus kuwanae*, *Schizaphis pyri*). В целом видовой состав тлей плодовых и ягодных культур на российском Дальнем Востоке обеднен по сравнению с афидофауной плодово-ягодных насаждений в Европе [52].

Нельзя не учитывать и то обстоятельство, что изучение афидофауны плодово-ягодных агроценозов на Дальнем Востоке не завершено, для ряда сложных видовых комплексов не определен таксономический ранг, биология и экология многих зафиксированных видов недостаточно изучена, что лишает возможности провести дифференциацию «сложных» видов.

Практически все возделываемые полевые культуры – вторичные кормовые растения тлей, где они проводят основную часть своего жизненного цикла. Высокая кормовая ценность сельскохозяйственных растений и довольно длительный период их вегетации обеспечивают этим насекомым высокий репродуктивный потенциал: здесь они успевают дать в 5–7 раз больше поколений, чем на основных растениях-хозяевах (2–3 поколения). Двудомные виды мигрируют в поле с первичных хозяев – древесно-кустарниковых пород. Неполноцикловые виды афидид попадают на полевые растения, разлетаясь из мест перезимовки. В том и другом случаях на полевые культуры перемещается уже сформировавшийся и довольно значительный по численности запас вредителя. Поле – открытое, хорошо продуваемое пространство. Подхваченные воздушными потоками крылатые афидиды могут быть перенесены на десятки и сотни метров в глубину агроценоза. Из-за этого в поле возникают многочисленные очаги первоначального заселения растений тлями. Распределение таких очагов по полю скорее случайное, нежели закономерное, хотя краевая полоса поля с наветренной стороны заселяется насекомыми, как правило, сильнее.

При перезимовке основное количество яйцекладок тлей погибает. В отдельные годы жизнеспособными остаются не более 4% яиц. Вылупившиеся из них личинки на первых порах не представляют серьезной опасности для насаждений. Однако с достижением основательницами имагинальной фазы ситуация обостряется. У многих видов афидид эта морфа обладает повышенной плодовитостью – 60–80 и более личинок за период жизни. Дочернее поколение основательниц через 10–14 сут. (с учетом температурного фактора в весенне-летний сезон) становится половозрелым и способно само к живорождению. Темпы нарастания численности популяции увеличиваются. Однако плотность ее не достигает тех размеров, что фиксируется в последствии в поле. Двудомные виды тлей мигрируют на вторичные растения, не успев нанести значительного урона своим основным кормовым растениям-хозяевам. Исключение составляют однодомные полноцикловые тли наподобие *A. pomi*. Партеногенетическое размножение таких тлей с конца мая до начала октября на отдельно стоящих деревьях приводит к массовому заселению их вредителем со всеми вытекающими негативными последствиями: нарушением фотосинтеза, ослаблением растения, отставанием его в росте, ухудшением плодоношения, плохой перезимовкой и, в конечном итоге, усыханием. Аналогичные повреждения плодово-ягодных насаждений могут вызвать и

полноциклые виды тлей, если до миграции на вторичные (травянистые) растения они успели образовать обильные колонии и заселить ими значительную часть вегетативной массы. Обычно это происходит в годы с теплой снежной зимой (сохраняется большое количество жизнеспособных яиц)

и с теплой весной (сокращается период развития личинок тлей до имаго). Повторяющееся из года в год значительное заселение тлями плодовых деревьев и ягодных кустарников также ведет к ослаблению растений, преждевременному опадению плодов (ягод) и постепенному усыханию.

Таблица 1. Виды тлей, выявленные на садовых и ягодных культурах и родственных дикорастущих видах Дальнего Востока России

Table 1. Aphid species identified on garden and berry crops and related wild species of the Russian Far East

Тли (в алфавитном порядке) Aphids (in alphabetical order)	Растения-хозяева Host plants
<i>Acyrtosiphon</i> sp.	<i>Rosa davurica</i>
<i>Amphicercidus japonicus</i>	<i>Lonicera</i> sp.
<i>Amphorophora rubi</i>	<i>Rubus</i> subg. <i>Eubatus</i>
<i>Aphis fragariae</i>	<i>Fragaria</i> sp.
<i>Aphis grossulariae</i>	<i>Ribes</i> sp.
<i>Aphis idaei</i>	<i>Rubus</i> sp.
<i>Aphis pomi</i>	<i>Craetegus dahurica</i> , <i>Malus sibirica</i>
<i>Aphis ruborum</i>	<i>Rubus crataegifolius</i> , <i>Rubus sachalinensis</i>
<i>Brachycaudus helichrysi</i>	<i>Prunus domestica</i>
<i>Cryptomyzus ribis</i>	<i>Ribes dikuscha</i> , <i>Ribes mandshuricum</i> , <i>Ribes maximoviczianum</i> , <i>Ribes nigrum</i> , <i>Ribes pauciflorum</i>
<i>Disaphis crataegi</i>	<i>Craetegus dahurica</i>
<i>Disaphis orientalis</i>	<i>Malus manshurica</i> , <i>Malus sibirica</i>
<i>Hyalomyzus malisuctus</i>	<i>Malus manshurica</i>
<i>Hyalopterus pruni</i>	<i>Padus asiatica</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Prunus mandshurica</i>
<i>Hyperomyzus lactucae</i>	<i>Grossularia acicularis</i>
<i>Hyperomyzus pallidus</i>	<i>Ribes nigrum</i>
<i>Liosomaphis berberidis</i>	<i>Berberis amurensis</i> , <i>Berberis vulgaris</i>
<i>Longicandus trihodus</i>	<i>Rosa</i> sp.
<i>Macrosiphum rosae</i>	<i>Rosa acicularis</i> , <i>Rosa davurica</i> , <i>Rosa rugosa</i>
<i>Matsumuraja ribi</i>	<i>Ribes</i> sp.
<i>Matsumuraja rubifolia</i>	<i>Rubus</i> sp.
<i>Matsumuraja taietsusana</i>	<i>Rubus</i> sp.
<i>Metopolophium dirhodum</i>	<i>Rosa acicularis</i> , <i>Rosa davurica</i>
<i>Myzaphis rosarum</i>	<i>Rosa acicularis</i> , <i>Rosa davurica</i>
<i>Myzus cerasi</i>	<i>Prunus</i> subgen. <i>Cerasus</i>
<i>Myzus mumecola</i>	<i>Prunus domestica</i> , <i>Prunus mandshurica</i> , <i>Prunus sibirica</i>
<i>Myzus padellus</i>	<i>Prunus</i> sp.
<i>Neorhopalomyzus lonicericola</i>	<i>Lonicera maximowiczii</i>
<i>Ovatus insitus</i>	<i>Craetegus maximoviczii</i>
<i>Phorodon humuli</i>	<i>Prunus domestica</i> , <i>Prunus ussuriensis</i>
<i>Prociphilus kuwanae</i>	<i>Pyrus communis</i> , <i>Pyrus ussuriensis</i>
<i>Rhopalomyzus loniceriae</i>	<i>Lonicera maakii</i> , <i>Lonicera maximowiczii</i> , <i>Lonicera ruprechtiana</i>
<i>Rhopalosiphum insertum</i>	<i>Pyrus communis</i> , <i>Malus domestica</i> , <i>Craetegus laevigata</i> , <i>Malus sibirica</i>
<i>Rhopalosiphum nymphaeae</i>	<i>Prunus domestica</i> , <i>Prunus mandshurica</i>
<i>Rhopalosiphum padi</i>	<i>Padus asiatica</i> , <i>Prunus padus</i>
<i>Sappaphis pyri</i>	<i>Pyrus communis</i> , <i>Malus manshurica</i>
<i>Shizaphis</i> sp.	<i>Lonicera</i> sp.
<i>Trichosiphonaphis loniceriae</i>	<i>Lonicera</i> sp.
<i>Tuberocephalus sacurae</i>	<i>Prunus tomentosa</i>

Количественная оценка вредоносности, как самих тлей, так и переносимых ими вирусов на плодово-ягодных культурах в условиях российского Дальнего Востока не проводилась. Но известно, что возбудители заболеваний растений вирусной этиологии отличаются большой вредоносностью, приводят к заметному снижению урожая и ухудшению качества продукции. При сильном поражении отдельные культуры могут «вырождаться» (вытесняться из сортимента) или даже погибать. Такое положение сложилось, например, с малиной в нечерноземной зоне вследствие распространения микоплазменной карликовости и вирусных мозаик. Снижение урожайности только при

поражениях малины курчавостью, вызываемой комплексом вирусов, составляет в среднем 46% [44]. Потери урожая плодовых культур от вирусного и микоплазменного поражения могут достигать 40%, а в отдельные годы – до 90%. Также отмечается и массовая гибель косточковых, когда число погибших деревьев доходило до 50%, а абрикоса – 5–10%, что связывается с поражениями вирусами, в частности из группы кольцевых пятнистостей [53]. При этом, отрицательное воздействие инфекции на рост и продуктивность растений постепенно усиливается по мере их старения. На Дальнем Востоке России подобная статистика для садовых культур до сих пор не велась, но актуальность

её создания – как следует из настоящего обзора – будет возрастать в процессе опережающего развития территории Дальнего Востока, сформулированного в программных документах Правительства Российской Федерации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совершенствование биотехнологий в области получения регионально-ориентированных сортов растений, экономический рост Восточной Азии в целом и опережающее развитие территории российского Дальнего Востока создают объективные перспективы развития здесь садоводства и расширения площадей, отводимых под плодово-ягодные культуры. Для того, чтобы сделать этот процесс устойчивым и избежать проблем со стороны опасных эпифитотий, необходимо интенсифицировать эколого-вирусологические исследования этого раздела фитовирусологии, а также повысить обеспеченность производителей сельскохозяйственной продукции доступными тест-системами, в первую очередь – в отношении вирусов, которые обсуждаются в настоящей работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Власов Ю.И., Ларина Э.И., Трускинов Э.В. Сельскохозяйственная фитовирусология. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2016. 236 с.
- Wilson C.R. Applied Plant Virology. Wallingford, 2014, 192 p.
- Львов Д.К., Щелканов М.Ю., Громашевский В.Л. Влияние климатических факторов на циркуляцию природноочаговых вирусных инфекций в Северной Евразии // Материалы международного семинара «Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке», Москва, 05-06 апреля, 2004. С. 84–105.
- Воробьев Д.П. Дикорастущие деревья и кустарники Дальнего Востока. Ленинград: Наука, 1968. 278 с.
- Царенко В.П., Царенко Н.А. История садоводства на Дальнем Востоке России. Владивосток, 2017. 300 с.
- Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Щелканов М.Ю. Вирусные болезни растений Дальневосточного региона и создание Государственной коллекции вирусов и штаммов Восточной Азии на базе ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН // Материалы международной научной конференции, посвящённой 105-летию члена-корреспондента А.А. Амбросова и 80-летию со дня рождения академика В.Ф. Самарсова «Экологическая безопасность защиты растений», Прилуки, 24-26 июля, 2017. С. 79–84.
- Щелканов М.Ю., Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Козловская З.Н., Сапоцкий М.В., Толкач В.Ф., Плешакова Т.И., Гапека А.В., Галкина И.В. Организация Российской государственной коллекции вирусов Восточной Азии на базе ДВО РАН // Материалы международных научных чтений «Приморские Зори 2017», Владивосток, 20-22 апреля, 2017. С. 466–470.
- Kakareka N.N., Volkov Yu.G., Tolkach V.F., Shchelkanov M.Yu. Russian collection of viruses from East Asia as an element of biological safety ensuring // Materials of the 1-st International Conference “North-East Asia Biodiversity”, Vladivostok, 17-21 September, 2018, pp. 114.
- Усенко Н.В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровское книжное издательство, 1984. 272 с.
- Витковский В.Л., Царенко В.П., Гаврилина З.М. Систематическое положение *Prunus ussuriensis* Koval. et Kostina // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1980. Т. 67. N 1. С. 49–62.
- Прогунков В.В., Луценко А.В. Пыльценозные растения Приморья. Владивосток: Из-во ДВГУ, 1990. 120 с.
- Юшев А.А., Орлова С.Ю. Дикорастущие виды вишен Кавказа, Центральной Азии и Дальнего Востока // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180. N 3. С. 59–62. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-3-59-62
- Носульчак В.А. Амурский виноград – русский виноград // Виноделие и виноградарство. 2020. N 2. С. 9–18.
- Нечаев А.А. Дикорастущие смородины российского Дальнего Востока // Плодоводство и ягодоводство России. 2013. Т. 37. N 2. С. 183–190.
- Дарман Г.Ф. Крыжовник буреинский – *Grossularia burejensis* (F. Schmidt) A. Berger // В кн.: Красная книга Амурской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Благовещенск, 2020. С. 273–274.
- Мидзушима М., Аида М., Роон Т.П. Растения в жизни коренных жителей Сахалина – народа уильта (ороков) // Вестник Сахалинского музея. 2007. N 1. С. 162–200.
- Губанов И.А., Крылова И.Л., Тихонова В.Л. Дикорастущие полезные растения СССР. Москва: Мысль, 1976. 360 с.
- Нечаев А.А. Ресурсы актинидии на российском Дальнем Востоке // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 41. С. 256–260.
- Дьяконов К.П. Роль массовых вредителей-насекомых в инвазии ряда фитопатогенных вирусов // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. 2000. Вып. 10. С. 5–16.
- Дьяконов К.П. Трофические связи тлей (Homoptera, Aphidinea) как пример оптимального использования насекомыми кормовых ресурсов // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. 2003. Вып. 13. С. 53–60.
- Kakareka N., Volkov Yu., Tolkach V., Sapotskyi M., Shchelkanov M. Possibilities of obtaining and controlling virus-free material in the process of selection and seed production of main crops // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, vol. 937, id: 032108. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032108
- Какарека Н.Н., Козловская З.Н., Волков Ю.Г., Плешакова Т.И., Сапоцкий М.В., Щелканов М.Ю. Неповирусы (Picornavirales, Secoviridae, Nepovirus) на юге Дальнего Востока: результаты многолетнего мониторинга // Юг России: экология, развитие. 2017. Т. 12. N 4. С. 105–119. DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-105-119
- Львов Д.К., Щелканов М.Ю. Сековирусы (Secoviridae) // В кн.: Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных. Москва: Медицинское информационное агентство, 2013. С. 249–255.
- Brown D.J., Halbrendt J.M., Robbins R.T., Vrain T.C. Transmission of Nepoviruses by Xiphinema americanum-group Nematodes // Journal of Nematology. 1993. V. 25. N 3. P. 349–354.
- Schellenberger P., Andret-Link P., Schmitt-Keichinger C., Bergdoll M., Marmonier A., Vigne E., Lemaire O., Fuchs M., Demangeat G., Ritzenthaler C. A stretch of 11 amino acids in the betaB-betaC loop of the coat protein of grapevine fanleaf virus is essential for transmission by the nematode Xiphinema index // Journal of Virology. 2010. V. 84. N 16. P. 7924–7933. DOI: 10.1128/JVI.00757-10
- Приходько Ю.Н., Шнейдер Ю.А., Живаева Т.С. Неповирус кольцевой пятнистости томата (ToRSV) – опасный патоген сельскохозяйственных культур // Карантин растений. 2013. Т. 4. N 6. С. 44–51.
- Duney J. Exotic virus and virus-like disease of fruit trees // EPPO Bulletin. 1981. V. 11. N 3. P. 251–258.
- Гордейчук О.Г. Вирус кольцевой пятнистости томатов на некоторых представителях родов *Ribes* и *Rubus* в Приморском крае // В кн.: Вирусологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: БПИ, 1975. С. 171–173.

29. Gordejchuk O.G., Krylov A.V., Krylova N.V., Samonina I.N. Virus diseases of berry crops in the Soviet Far East. I. Identification of the some mechanically transmitted viruses detected in Primorye territory // Zentralbl. Bakteriол. Parasitenkd. Infektionskr. Hyg. 1977. V. 132. N 8. P. 686–707.
30. Костин В.Д. Вироzy дикорастущих растений Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2005. 121 с.
31. Lemmetty A., Latvala S., Jones A. T., Susi P., McGavin W. J. Lehto K. Purification and properties of a new virus from black currant, its affinities with Nepoviruses, and its close association with black currant reversion disease // Phytopathology. 1997. V. 87. N 4. P. 404–413.
32. Lemmetty A., Latvala S., Lehto K. Comparison of different isolates of Black currant reversion virus // Acta Horticulture. 2001. V. 551. P. 45–50.
33. Petri S. Black currant reversion virus, a mite-transmitted Nepovirus // Molecular Plant Pathology. 2004. V. 5. N 3. P. 167–173.
34. Martin R.R., Tzanetakis I.E. High-risk strawberry viruses by region in the United States and Canada: Implications for certification, nurseries, and fruit production // Plant Disease. 2013. V. 97. P. 1358–1362.
35. Thompson J.R., Jelkmann W. The detection and variation of strawberry mottle virus // Plant Disease. 2003. V. 87. N 4. P. 386–390.
36. Лебедева Л.Я. Инфекционный хлороз винограда в Приморском крае // В кн.: Вирусные болезни сельскохозяйственных культур Дальнего Востока. Владивосток. ДВФ СО АН СССР, 1969. С. 147–154.
37. Самонина И.Н., Милкус Б.Н., Крылов А.В., Крылова Н.В. Вирусное заболевание винограда в Приморском крае // В кн.: Вирусные болезни растений Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 33–35.
38. Gualandri V., Asquini E., Bianchedi P., Covelli L., Brilli M., Malossini U., Bragagna P., Saldarelli P., Si-Ammour A. Identification of herbaceous hosts of the Grapevine pinot gris virus (GPGV) // European Journal of Plant Pathology. 2017. V. 147. P. 21–25. DOI: 10.1007/s10658-016-0989-4
39. Martelli G.P. Directory of virus and virus-like diseases of the grapevine and their agents // Journal of Plant Pathology. 2014. V. 96. N 1. P. 1–130.
40. Ribeiro G.P., Saldarelli P., Hong N., Xiang B.C., Zhang X.L., Wang G.P., Martelli G.P. First record of three grapevine viruses in the Chinese province of Sinkiang // Journal of Plant Pathology. 2004. V. 86. N 3. P. 264–264.
41. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Петрова А.Д. Распространенность вирусных болезней плодовых и ягодных культур // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. Т. 44. N 2. С. 5–16.
42. Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Дьяконов К.П. К вопросу о передаче тлями (Homoptera Aphidinea) вируса кольцевой пятнистости табака // Известия ТСХА. 2010. Вып. 2. С. 105–109.
43. Martin R.R., MacFarlane S., Sabanadzovic S., Quito D., Poudel B., Tzanetakis I.E. Virus and virus diseases of Rubus // Plant Diseases. 2013. V. 97. N 2. P. 168–182.
44. Келдыш М.А., Помазков Ю.И. Вирусные и микоплазменные болезни древесных культур. Москва: Наука, 1985. 133 с.
45. Kennedy J.S., Day M.F., Eastop V.F. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. London, Commonwealth Institute of Entomology. 1962. 114 p.
46. Mukhopadhyay S. Plant virus, vector epidemiology and management. Enfield, Science Publishers. 2011. 174 p.
47. Ивановская О.И., Купянская А.Н. Тли – вредители зеленых насаждений городов Приморского края // В кн.: Энтомологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1970. С. 197–207.
48. Криволиудская Г.О. Энтомофауна Курильских островов. Ленинград: Наука, 1973. 316 с.
49. Пашенко Н.Ф. Тли (Aphidinea), повреждающие ягодные культуры в Приморском крае // В кн.: Таксономия насекомых Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 25–37.
50. Пашенко Н.Ф. Тли Homoptera, Aphidinea, повреждающие плодовые косточковые и семечковые культуры в Приморском крае // В кн.: Фауна и экология насекомых Приморского края и Камчатки. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 92–120.
51. Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. 2. Равнокрылые и полужесткокрылые. Ленинград: Наука, 1988. 972 с.
52. Верещагин Б.В., Андреев А.В. Верещагина А.Б. Тли Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1985. 158 с.
53. Вердеревская Т.Д., Маринеску В.Г. Вирусные и микоплазменные заболевания плодовых культур и винограда. Кишинев: Штиинца 1985. 311 с.

REFERENCES

1. Vlasov Yu.I., Larina Ye.I., Truskinov Ye.V. *Sel'skokhozyaistvennaya fitovirusologiya* [Agricultural Phytovirology]. Saint-Petersburg, All-Russian Institute of Plant Protection, 2016, 236 p. (In Russian)
2. Wilson C.R. Applied Plant Virology. Wallingford, 2014, 192 p.
3. Lvov D.K., Shchelkanov M.Yu., Gromashevsky V.L. Vliyaniye klimaticheskikh faktorov na tsirkulyatsiyu prirodnookhvatnykh virusnykh infektsii v Severnoi Evrazii [Influence of climatic factors on circulation of feral herd viral infections in Northern Eurasia]. *Materialy mezhdunarodnogo seminar «Izmenenie klimata i zdorov'e naseleniya Rossii v KhKhI veke»*, Moskva, 05–06 aprelya, 2004 [Proceeding of the International Workshop "Climate Change and Public Health in Russia in the XXI Century", Moscow, 05–06 April 2004]. Moscow, 2004, pp. 84–105. (In Russian)
4. Vorobyev D.P. *Dikorastushchie derev'ya i kustarniki Dal'nego Vostoka* [Wild Trees and Shrubs of the Far East]. Leningrad, Nauka Publ., 1968, 278 p. (In Russian)
5. Tsarenko V.P., Tsarenko N.A. *Istoriya sadovodstva na Dal'nem Vostoke Rossii* [History of Gardening in the Russian Far East]. Vladivostok, 2017, 300 p. (In Russian)
6. Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Shchelkanov M.Yu. Virusnye bolezni rastenii Dal'nevostochnogo regiona i sozdanie Gosudarstvennoi kollektzii virusov i shtammov Vostochnoi Azii na baze FNTs Bioraznoobraziya DVO RAN [Viral diseases of plants in the Far Eastern region and the creation of the State Collection of Viruses and Strains of East Asia on the basis of the Federal Scientific Center of Biodiversity, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 105-letiyu chlenakorrespondenta A.A. Ambrosova i 80-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V.F. Samersova «Ekologicheskaya bezopasnost' zashchity rastenii»*, Priluki, 24–26 iyulya, 2017 [Materials of the International Scientific Conference "Environmental Safety of Plant Protection" dedicated to the 105-th anniversary of birth of the corresponding member A.A. Ambrosov and the 80-th anniversary of birth of the academician V.F. Samersov, Priluki, 24–26 July 2017]. Priluki, 2017, pp. 79–84. (In Russian)
7. Shchelkanov M.Yu., Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Kozlovskaya Z.N., Sapotsky M.V., Tolkach V.F., Pleshakova T.I., Gapeka A.V., Galkina I.V. Organizatsiya Rossiiskoi gosudarstvennoi kollektzii virusov Vostochnoi Azii na baze DVO RAN [Organization of the Russian State Collection of East Asian Viruses on the basis of the FEB RAS]. *Materialy mezhdunarodnykh nauchnykh chtenii «Primorskie Zori 2017»*, Vladivostok, 20–22 aprelya, 2017 [Materials of International Scientific Conference "Seaside Dawns 2017", Vladivostok, 20–22 April 2017]. Vladivostok, 2017, pp. 466–470. (In Russian)
8. Kakareka N.N., Volkov Yu.G., Tolkach V.F., Shchelkanov M.Yu. Russian collection of viruses from East Asia as an

- element of biological safety ensuring. Materials of the 1-st International Conference "North-East Asia Biodiversity", Vladivostok, 17–21 September, 2018, pp. 114.
9. Usenko N.V. *Derev'ya, kustarniki i liany Dal'nego Vostoka* [Trees, Shrubs and Lianas of the Far East]. Khabarovsk, Khabarovsk Book Publ., 1984, 272 p. (In Russian)
 10. Vitkovsky V.L., Carenko V.P., Gavrulina Z.M. The Systematic Position of *Prunus ussuriensis* Koval. et Kostina. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii* [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding]. 1980, vol. 67, no. 1, pp. 49–62. (In Russian)
 11. Progunkov V.V., Lucenko A.V. *Pyl'tsenosnye rasteniya Primor'ya* [Pollen – Bearing Plants of Primorye]. Vladivostok, Far Eastern State University Publ., 1990, 120 p. (In Russian)
 12. Yushev A.A., Orlova S.Yu. Wild cherry species of the Caucasus, Central Asia and the Far East. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii* [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding]. 2019, vol. 180, no. 3, pp. 59–62. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-3-59-62
 13. Nosulchak V.A. Amur grapes – Russian grapes. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture]. 2020, no. 2, pp. 9–18. (In Russian)
 14. Nechaev A.A. Wild currants of the Russian Far East. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and Berry Growing in Russia]. 2013, vol. 37, no. 2, pp. 183–190. (In Russian)
 15. Darman G.F. Gooseberry bureinsky – *Grossularia burejensis* (F. Schmidt) A. Berger. In: *Krasnaya kniga Amurskoi oblasti. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoeniya vidy zhivotnykh, rastenii i gribov* [The Red Book of the Amur Region. Rare and endangered Species of Animals, Plants and Fungi]. Blagoveshchensk, 2020, pp. 273–274. (In Russian)
 16. Midzushima M., Aida M., Roon T.P. Plants in the life of the indigenous inhabitants of Sakhalin – the Wilta people (Oroks). *Vestnik Sakhalinskogo muzeya* [Bulletin of the Sakhalin Museum]. 2007, no. 1, pp. 162–200. (In Russian)
 17. Gubanov I.A., Krylova I.L., Tihonova V.L. *Dikorastushchie poleznye rasteniya SSSR* [Wild Useful Plants of the USSR]. Moscow, Mysl Publ., 1976, 360 p. (In Russian)
 18. Nechaev A.A. Actinidia resources in the Russian Far East. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and Berry Growing in Russia]. 2015, vol. 41, pp. 256–260. (In Russian)
 19. D'yakonov K.P. The role of mass insect pests in the invasion of a number of phytopathogenic viruses. *Chteniya pamyati Aleksey Ivanovicha Kurentsova* [Readings in Memory of Alexey Ivanovich Kurentsov]. 2000, iss. 10, pp. 5–16. (In Russian)
 20. D'yakonov K.P. Trophic relationships of aphids (Homoptera, Aphidinea) as an example of the optimal use of feed resources by insects. *Chteniya pamyati Aleksey Ivanovicha Kurentsova* [Readings in Memory of Alexey Ivanovich Kurentsov]. 2003, iss. 13, pp. 53–60. (In Russian)
 21. Kakareka N., Volkov Yu., Tolkach V., Sapotskiy M., Shchelkanov M. Possibilities of obtaining and controlling virus-free material in the process of selection and seed production of main crops. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 937, id: 032108. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032108
 22. Kakareka N.N., Kozlovskaya Z.N., Volkov Yu.G., Pleshakova T.I., Sapotskiy M.V., Shchelkanov M.Yu. Viruses of Nepovirus genus (Picornavirales, Secoviridae) in the South of the Far East: results of longitudinal monitoring. *South of Russia: ecology, development*, 2017, vol. 12, no. 4, pp. 105–119. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-105-119
 23. Lvov D.K., Shchelkanov M.Yu. Secoviruses (Secoviridae). In: *Rukovodstvo po virusologii. Virusy i virusnye infektsii cheloveka i zhivotnykh* [Handbook of Virology. Viruses and Viral Infections of Humans and Animals]. Moscow, Medical Information Agency Publ., 2013, pp. 249–255. (In Russian)
 24. Brown D.J., Halbrendt J.M., Robbins R.T., Vrain T.C. Transmission of Nepoviruses by *Xiphinema americanum*-group Nematodes. *Journal of Nematology*, 1993, vol. 25, no. 3, pp. 349–354.
 25. Schellenberger P., Andret-Link P., Schmitt-Keichinger C., Bergdoll M., Marmonier A., Vigne E., Lemaire O., Fuchs M., Demangeat G., Ritzenthaler C. A stretch of 11 amino acids in the betaB-betaC loop of the coat protein of grapevine fanleaf virus is essential for transmission by the nematode *Xiphinema index*. *Journal of Virology*, 2010, vol. 84, no. 16, pp. 7924–7933. DOI: 10.1128/JVI.00757-10
 26. Prihod'ko Yu.N., Shnejder Yu.A., Zhivaeva T.S. Tomato ring spotting neovirus (ToRSV) is a dangerous pathogen of agricultural crops. *Karantin rastenii* [Plant Quarantine]. 2013, vol. 4, no. 6, pp. 44–51. (In Russian)
 27. Dunez J. Exotic virus and virus-like disease of fruit trees. *EPPO Bulletin*, 1981, vol. 11, no. 3, pp. 251–258.
 28. Gordejchuk O.G. Tomato ring spot virus on some representatives of the *Ribes* and *Rubus* genera in Primorsky Krai. In: *Virusologicheskie issledovaniya na Dal'nem Vostoke* [Virological Research in the Far East]. Vladivostok, Institute of Biology and Soil Sciences Publ., 1975, pp. 171–173. (In Russian)
 29. Gordejchuk O.G., Krylov A.V., Krylova N.V., Samonina I.N. Virus diseases of berry crops in the Soviet Far East. I. Identification of the some mechanically transmitted viruses detected in Primorye territory. *Zentralbl. Bakteriologie. Parasitenkd. Infektionskr. Hyg.*, 1977, vol. 132, no. 8, pp. 686–707.
 30. Kostin V.D. *Virozy dikorastushchikh rastenii Dal'nego Vostoka Rossii* [Viruses of Wild Plants of the Russian Far East]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2005, 121 p. (In Russian)
 31. Lemmetty A., Latvala S., Jones A. T., Susi P., McGavin W. J., Lehto K. Purification and properties of a new virus from black currant, its affinities with Nepoviruses, and its close association with black currant reversion disease. *Phytopathology*, 1997, vol. 87, no. 4, pp. 404–413.
 32. Lemmetty A., Latvala S., Lehto K. Comparison of different isolates of Black currant reversion virus. *Acta Horticulture*. 2001, vol. 551, pp. 45–50.
 33. Petri S. Black currant reversion virus, a mite-transmitted Nepovirus. *Molecular Plant Pathology*. 2004, vol. 5, no. 3, pp. 167–173.
 34. Martin R.R., Tzanetakis I.E. High-risk strawberry viruses by region in the United States and Canada: Implications for certification, nurseries, and fruit production. *Plant Disease*, 2013, vol. 97, pp. 1358–1362.
 35. Thompson J.R., Jelkmann W. The detection and variation of strawberry mottle virus. *Plant Disease*. 2003, vol. 87, no. 4, pp. 386–390.
 36. Lebedeva L.Ya. Infectious chlorosis of grapes in Primorsky krai. In: *Virusnye bolezni sel'skokhozyaistvennykh kul'tur Dal'nego Vostoka* [Viral Diseases of Agricultural Crops of the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Branch of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences Publ., 1969, pp. 147–154. (In Russian)
 37. Samonina I.N., Milkus B.N., Krylov A.V., Krylova N.V. Viral disease of grapes in Primorsky krai. In: *Virusnye bolezni rastenii Dal'nego Vostoka* [Viral Diseases of Plants of the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, 1975, pp. 33–35. (In Russian)
 38. Gualandri V., Asquini E., Bianchedi P., Covelli L., Brilli M., Malossini U., Bragagna P., Saldarelli P., Si-Ammour A. Identification of herbaceous hosts of the Grapevine pinot gris virus (GPGV). *European Journal of Plant Pathology*, 2017, vol. 147, pp. 21–25. DOI: 10.1007/s10658-016-0989-4
 39. Martelli G.P. Directory of virus and virus-like diseases of the grapevine and their agents. *Journal of Plant Pathology*, 2014, vol. 96, no. 1, pp. 1–130.

40. Ribeiro G.P., Saldarelli P., Hong N., Xiang B.C., Zhang X.L., Wang G.P., Martelli G.P. First record of three grapevine viruses in the Chinese province of Sinkiang. *Journal of Plant Pathology*, 2004, vol. 86, no. 3, pp. 264–264.
41. Upadyshev M.T., Metlickaja K.V., Petrova A.D. Prevalence of viral diseases of fruit and berry crops. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* [Fruit Growing and Viticulture in the South of Russia]. 2017, vol. 44, no. 2, pp. 5–16. (In Russian)
42. Volkov Yu.G., Kakareka N.N., D'yakonov K.P. On the issue of transmission of tobacco ring spot virus by aphids (Homoptera Aphidinea). *Izvestiya TSKhA* [Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy]. 2010, iss. 2, pp. 105–109. (In Russian)
43. Martin R.R., MacFarlane S., Sabanadzovic S., Quito D., Poudel B., Tzanetakis I.E. Virus and virus diseases of Rubus. *Plant Diseases*, 2013, vol. 97, no. 2, pp. 168–182.
44. Keldysh M.A., Pomazkov Yu.I. *Virusnye i mikoplazmennye bolezni drevnykh kul'tur* [Viral and Mycoplasma Diseases of Tree Crops]. Moscow, Nauka Publ., 1985, 133 p. (In Russian)
45. Kennedy J.S., Day M.F., Eastop V.F. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. London, Commonwealth Institute of Entomology, 1962, 114 p.
46. Mukhopadhyay S. Plant virus, vector epidemiology and management. Enfield, Science Publishers, 2011, 174 p.
47. Ivanovskaja O.I., Kupjanskaja A.N. Aphids are pests of green spaces of Primorsky kraj cities. In: *Entomologicheskie issledovaniya na Dal'nem Vostoke* [Entomological Research in the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences, 1970, pp. 197–207. (In Russian)
48. Krivolutskaya G.O. *Entomofauna Kuril'skikh ostrovov* [Entomofauna of the Kuril Islands]. Leningrad, Nauka Publ., 1973, 316 p. (In Russian)
49. Pashchenko N.F. Aphids (Aphidinea) damaging berry crops in Primorsky kraj. In: *Taksonomiya nasekomykh Dal'nego Vostoka* [Taxonomy of Insects of the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences Publ., 1980, pp. 25–37. (In Russian)
50. Pashchenko N.F. Aphids Homoptera, Aphidinea damaging fruit stone and seed crops in Primorsky kraj. In: *Fauna i ekologiya nasekomykh Primorskogo kraya i Kamchatki* [Fauna and Ecology of Insects of Primorsky Krai and Kamchatka]. Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences Publ., 1981, pp. 92–120. (In Russian)
51. *Opredelitel' nasekomykh Dal'nego Vostoka SSSR. T. 2. Ravnokrylye i poluzhestkokrylye* [Determinant of Insects of the Far East of the USSR. Vol. 2. Homoptera and Hemiptera]. Leningrad, Nauka Publ., 1988, 972 p. (In Russian)
52. Vereshchagin B.V., Andreev A.V. Vereshchagina A.B. *Tli Moldavii* [Aphids of Moldova]. Chisinau, Shtiintza, 1985, 158 p. (In Russian)
53. Verderevskaja T.D., Marinescu V.G. *Virusnye i mikoplazmennye zaboлевaniya plodovykh kul'tur i vinograda* [Viral and Mycoplasma Diseases of Fruit Crops and Grapes]. Chisinau, Shtiintza Publ., 1985, 158 p. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Юрий Г. Волков, Надежда Н. Какарека, Валентина Ф. Толкач и Михаил Ю. Щелканов разработали концепцию статьи, подготовили ее текст. Михаил Ю. Щелканов отредактировал рукопись до подачи её в редакцию. Юрий Г. Волков, Надежда Н. Какарека и Валентина Ф. Толкач участвовали в сборе полевого материала, подборе литературы и ее анализе. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи, и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Yury G. Volkov, Nadezhda N. Kakareka, Valentina F. Tolkach and Mikhail Yu. Shchelkanov developed the concept of the article and prepared the text. Mikhail Yu. Shchelkanov edited the manuscript before submitting it to the Editor. Yury G. Volkov, Nadezhda N. Kakareka and Valentina F. Tolkach participated in the collection of field material, the selection of literature and its analysis. All authors participated equally in the writing of the manuscript and are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism or other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Юрий Г. Волков / Yury G. Volkov <https://orcid.org/0000-0002-4631-1678>
 Надежда Н. Какарека / Nadezhda N. Kakareka <https://orcid.org/0000-0002-2567-0452>
 Валентина Ф. Толкач / Valentina F. Tolkach <https://orcid.org/0000-0002-1893-9580>
 Михаил Ю. Щелканов / Mikhail Yu. Shchelkanov <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>