УДК 632.75:634.451 doi: 10.15389/agrobiology.2025.5.923rus

ВОСПРИИМЧИВОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ ХУРМЫ (*Diospyros* L.) К ПОВРЕЖДЕНИЮ ИНВАЗИОННОЙ ЛОЖНОЩИТОВКОЙ *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798) В УСЛОВИЯХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ*

Н.Н. КАРПУН✉, З.М. ОМАРОВА, Е.И. ШОШИНА, О.Г. БЕЛОУС

Коллекции живых растений обладают огромным потенциалом и служат уникальными платформами для изучения механизмов адаптивности к различным факторам среды и отбору устойчивых форм для дальнейшей селекции. Коллекция хурмы ФИЦ СНЦ РАН представлена 22 сортами хурмы восточной (*Diospyros kaki* L.) зарубежной и отечественной селекции, а также двумя видовыми формами *D. virginiana* L. и *D. lotus* L. Устойчивость или предрасположенность коллекционных форм к поражению инвазивными видами вредителей, ареал которых расширяется под влиянием различных биотических и абиотических факторов, требует постоянного мониторинга как одна из существенных характеристик, определяющих пригодность культуры к возделыванию в регионе. В 2015 году на российском Черноморском побережье Кавказа выявлена индийская восковая ложнощитовка *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius), которая пополнила комплекс вредителей хурмы. В настоящей работе *C. ceriferus* впервые обнаружен и описан на сортах хурмы разных видов в районе г. Сочи. Наблюдения проводили в 2018-2025 годах в коллекционных насаждениях Субтропического научного центра РАН (43,5728N, 39,7535E, Хостинский р-н, г. Сочи). Исследовали 16 сортов хурмы восточной (*Diospyros kaki* L.) и кавказской (*D. lotus* L.) и два сортообразца хурмы виргинской (*D. virginiana* L.). Первые случаи заселения *C. ceriferus* были обнаружены в сентябре 2019 года на сорте хурмы восточной (*D. kaki* L.) сорта Jiro (вероятная причина появления фитофага в саду — случайный занос). В 2024-2025 годах колониями *C. ceriferus* были заселены ветви уже 9 сортов хурмы восточной с наибольшей плотностью на сортах Jiro, Hachia и Hiakume. Незаселенными остались сорта Geily, Kuro-Kuma, XX Century, Гора Говерла, Роман Кош, Никитская бордовая и Гора Роджерс, а также хурма кавказская, хурма виргинская и ее сорт Meader. Установлены биологические особенности популяции *C. ceriferus* на хурме. В 2024 году мы обнаружили, что имаго *C. ceriferus* паразитированы представителем отряда Hymenoptera. Процент поражения индийской восковой ложнощитовки (по оценке вылета паразитов весной 2025 года) составил 6,7 %. Зависимость между происхождением сортов хурмы восточной и степенью ее заселенности индийской восковой ложнощитовкой однозначно не установлена. Выявлена прямая корреляция между содержанием танинов ($r = 0,71$; $p \le 0,05$) и галловой кислоты ($r = 0,95$; $p \le 0,05$) в побегах сортов хурмы восточной и степенью заселенности сортов *C. ceriferus*. Уровень содержания указанных веществ можно в дальнейшем считать одним из маркеров при выявлении трофических предпочтений индийской восковой ложнощитовки.

Ключевые слова: генетическая коллекция, сортоизучение, фитофаг, Hemiptera, Coccidae, индийская восковая ложнощитовка, инвазия, вредоносность, Черноморское побережье России.

Коллекции растений представляют собой набор генотипов с различными комбинациями генов, мутантных аллелей, хромосомных перестроек, изменений в числе хромосом, другими цитологическими аномалиями, что является базой для многих фундаментальных и прикладных исследований (1, 2). Они обеспечивают сохранение генетических ресурсов, служат своего рода страховкой от потери видов растений из-за стихийных бедствий, изменений состояния окружающей среды или антропогенных факторов, составляют основу для создания сортов с требуемыми свойствами и обеспечения пищевой и экологической безопасности (1-5). Коллекции растений служат уникальными платформами для изучения механизмов адаптивности растений к абиотическим факторам среды (6, 7) и устойчивости к вредителям и болезням (7-10). Результаты исследований, проведенных на таких коллекциях, имеют решающее значение для эффективного управления генетическими ресурсами и их использования (2).

* Исследование выполнено в рамках работы Селекционно-семеноводческого центра субтропических, цитрусовых и орехоплодных культур ФИЦ СНЦ РАН, Соглашение № 075-15-2025-190 от 17.04.2025 года.

Генетические коллекции Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук» (ФИЦ СНЦ РАН) насчитывают 2700 сортообразцов плодовых, субтропических и цветочно-декоративных растений, поддерживаемых в живом виде (11). Одна из перспективных культур для субтропического растениеводства в России — хурма (*Diospyros* L., *Ebenaceae*) (12), коллекция которой включает 22 сорта хурмы восточной (*Diospyros kaki* L.) зарубежной и отечественной селекции, а также две видовые формы — *Diospyros virginiana* L. и *D. lotus* L. (13).

Хурма восточная как самый распространенный вид хурмы на юге России отличается от других субтропических плодовых культур высокой морозостойкостью (температурный минимум –18...–20 °С), невысокой требовательностью к почвенным условиям и относительной устойчивостью к болезням и вредителям (14). Созревшие плоды содержат 13-20 % углеводов (в основном глюкозы и фруктозы), 1,67-3,65 % дубильных веществ (включая полифенолы, таннины), 1,4 % пектиновых соединений, белки, витамины (43 мг% витамина С, 0,5 мг% каротина и другие), зольные и другие вещества (15-19).

Хурма восточная (как наиболее востребованная среди видов этого рода) возделывается в субтропических регионах мира, но основная доля производства плодов приходится на Китай, Корею, Японию, Бразилию, Азербайджан, Испанию, Узбекистан, Израиль (20, 21). Рост общемирового объема производства плодов хурмы наблюдается с 1995 года (22), и в 2023 году он превысил 5,0 млн т, причем 91,3 % от этого значения приходится на азиатские страны, где лидирует Китай (20, 21, 23). В настоящее время известно около 950 сортов этой культуры (24). Плоды хурмы ценятся за высокие пищевые качества, в том числе за высокое содержание сахаров и антиоксидантов, и за возможность потребления в сыром виде (18-20). Тем не менее только около 5 % от общего объема производства хурмы в мире экспортируется в свежем виде. Остальная часть свежих плодов потребляется на внутреннем рынке, сушится или перерабатывается (22). Среди невяжущих сортов в мире наиболее распространены сорта Fuyu, Jiro, Gosho и Suruga, среди вяжущих — Hiratanenashi, Hachiya, Aizumishirazu, Yotsumizo и Yokono (25).

Во влажные субтропики России хурму восточную завезли из Сухуми в XIX веке, и к 2020 году общая площадь промышленных посадок культуры составляла 1,8 тыс. га, урожайность — 80-135 ц/га, валовое производство плодов 27 тыс. т (26). Традиционно наиболее значимыми вредителями для хурмы на юге России считались американская белая бабочка (*Hyphantria cunea* Drury), японская палочковидная щитовка (*Lopholeucaspis japonica* (Cockerell)) и японская восковая ложнощитовка (*Ceroplastes japonicus* Green) (27).

Индийская восковая ложнощитовка *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Coccidae) — вид южно-азиатского происхождения, завезенный в Европу в 1999-2000 годах (27, 28). На территории России впервые был выявлен во влажных субтропиках в 2015 году (29), затем в Крыму в 2018 году (30). В настоящее время фитофаг встречается на территории Краснодарского края, Республики Крым, Чеченской Республики, Республики Дагестан (30). Основной вектор инвазии *C. ceriferus* — с посадочным материалом (29). Это сосущий вредитель, широкий полифаг, повреждает 121 род растений из 61 семейства (31); заселяет одревеснevшие и неодревеснevшие побеги, активно выделяет сладкую падь, которая стимулирует развитие сажистых грибов.

В настоящей статье впервые отмечается питание *C. ceriferus* на хур-

ме в России, оценена восприимчивость сортов хурмы из генетической коллекции ФИЦ СНЦ РАН к этому сосущему вредителю. Выявлена прямая корреляция между содержанием танинов и галловой кислоты в побегах сортов хурмы восточной и степенью заселенности сортов *C. ceriferus*, на основании чего уровень содержания этих веществ можно в дальнейшем считать одним из маркеров при выявлении трофических предпочтений индийской восковой ложнощитовки.

Цель исследований — оценить заселенность сортов хурмы из коллекции ФИЦ СНЦ РАН инвазионным вредителем *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius), установить биологические особенности популяции фитофага, связь биохимического состава вегетативных органов сортов хурмы с поражаемостью культуры ложнощитовкой.

Методика. Исследования проводили в 2018-2025 годах на базе генетической коллекции хурмы ФИЦ СНЦ РАН (43,5728N, 39,7535E, Хостинский р-н, г. Сочи, Краснодарский край, посадка 2008 года, площадь сада 0,24 га, схема посадки 5×3 м, почвы бурые лесные слабоненасыщенные). Обследовали растения 16 сортов хурмы восточной (*Diospyros kaki* L.), хурмы кавказской (*D. lotus* L.) и двух сортообразцов хурмы виргинской (*D. virginiana* L.).

C. ceriferus идентифицировали по морфологическим макро- и микропризнакам с использованием ключа (32). Для этого изготовлялись постоянные микроскопические препараты по общепринятой для этой группы методике (33, 34). Учеты *C. ceriferus* на сортообразцах хурмы проводили ежегодно в январе, когда вредитель хорошо заметен в безлистной кроне, по общепринятым методикам (35): на трех отобранных модельных растения каждого сортообразца рандомно выбирали по три ветки, на которых подсчитывали особей вредителя на 1 погонном метре (пм).

Содержание общих полифенолов (ПФ), танинов (ТАН) и галловой кислоты (ГК) определяли для 9 сортов, повреждаемых в разной степени. Для анализа отбирали части одревеснев ших побегов с молодых незаселенных растений ежегодно во II декаде мая в 2022-2025 годах. Контролем служили сортообразцы неповреждаемых ложнощитовкой видов *D. lotus* и *D. virginiana*. Пробоподготовка для всех анализов включала высушивание образцов и их измельчение. При определении полифенолов сухую измельченную навеску 0,250 г экстрагировали 25 мл 70 % спиртом при температуре 85-90 °С. К 1 мл экстракта, разбавленного в соотношении 1:10, добавляли 5 мл реактива Фолина-Чокалтеу, 4 мл карбоната натрия, 10 мл воды и оставляли на 30 мин в темном месте. Спектрофотометрический анализ общих полифенолов (ПФ) проводили при λ = 760 нм (спектрофотометр ПЭ-5400ви, ООО «ЭКРОСХИМ», Россия), результаты представляли в пересчете на галловую кислоту по калибровочной кривой, которую строили, заменяя анализируемый раствор на раствор галловой кислоты различной концентрации (1, 2, 3, 4, 5 мл) в метаноле; концентрацию общих полифенолов в анализируемой пробе выражали в мг/100 г сухой массы (36).

При определении танинов и галловой кислоты 2 г сухой измельченной навески заливали горячей водой, кипятили на водяной бане в течение 30 мин, охлаждали, отфильтровывали, доводили до метки, разводили боратным буферным раствором с pH 9,0 и измеряли при длинах волн 275 и 305 нм. Содержание танинов и галловой кислоты рассчитывали в процентах по отношению к абсолютно сухому веществу пробы (37).

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа ANOVA с применением пакетов программ MS Excel и SRATGRAPHICS Centurion (38). Корреляционную зависимость

между выборками оценивали с помощью расчета ранговой корреляции Спирмена. Статистический анализ включал однофакторный дисперсионный анализ (метод сравнения средних с использованием дисперсионного анализа, *t*-критерий). В таблицах и на графиках результаты представлены средними (*M*) и их стандартными ошибками (±SEM). Различия между средними при $p \leq 0,05$ считались статистически значимыми.

Результаты. Основные характеристики изученных коллекционных форм хурмы представлены в таблице 1.

1. Характеристика сортообразцов хурмы (*Diospyros* L.), включенных в исследование заселенности индийской восковой ложнощитовкой *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798) (коллекция ФИЦ СНЦ РАН, 43,5728N, 39,7535E, Хостинский р-н, г. Сочи, 2018-2025 годы)

Сортообразец	Родина/происхождение для видов/сортов и гибридов	Тип терпкости
D. kaki Jiro	Япония, почковый спорт	PCNA
D. kaki Хостинский	Россия, сеянец от свободного опыления сорта Jiro	PVNA
D. kaki Zenji-Maru	Япония	PVNA
D. kaki Hachia	Япония, почковый спорт	PCA
D. kaki Hiakume	Япония	PVNA
D. kaki МВГ Омарова	Россия, гибрид *D. kaki* Jiro × *D. virginiana* Meader	PCA
D. kaki Fuyu	Япония, почковый спорт	PCNA
D. kaki Зухра	Россия, спонтанный сеянец	PVNA
D. kaki Seedles	США	PCA
D. kaki Geily	США	PVNA
D. kaki Kuro-Kuma	Япония	PVNA
D. kaki XX Century	США	PCNA
D. kaki Гора Говерла	Украина, сеянец от свободного опыления сорта Никитская бордовая	PCA
D. kaki Гора Роман Кош	Украина, Никитский ботанический сад, гибрид *D. virginiana* × *D. kaki*	PCA
D. kaki Никитская бордовая	Россия, сеянец от сорта Россиянка	PCA
D. kaki Гора Роджерс	Украина, сеянец от свободного опыления сорта Никитская бордовая	PCA
D. virginiana	США	PCA
D. virginiana Meader	США	PCA
D. lotus	Кавказ	PCA

Примечание. PCA — плоды терпкие в твердом виде, становятся пригодными к употреблению при полном созревании; PCNA — плоды сладкие после приобретения характерной окраски независимо от наличия семян и степени зрелости; PVNA — плоды сладкие при наличии 3 и более семян.

Фитосанитарное обследование коллекционного сада хурмы ФИЦ СНЦ РАН в 2018 году показало отсутствие *C. ceriferus* (рис. 1, А, Б). Впервые вид был выявлен в сентябре 2019 года на сорте Jiro (см. рис. 1, В). Вероятная причина появления фитофага в саду — случайный занос, так как интродукции новых сортов и высадки новых растений в предыдущие годы не было.

Несмотря на мероприятия по механическому сбору зимующих самок, когда они наиболее заметны в кроне, обследования, проведенные в 2019-2021 годах, показали, что незначительная популяция *C. ceriferus* (5-15 особей на дерево) продолжала сохраняться на нескольких деревьях хурмы восточной Jiro. В 2022 году впервые мы выявили распространение *C. ceriferus* и заселение растений вредителем другого сорта — Hachia (табл. 2). В 2023 году заселенными оказались еще три сорта — Zenji-Maru, Hiakume и Seedles.

В 2024-2025 годах колониями *C. ceriferus* были заселены ветви уже 9 сортов хурмы восточной (см. табл. 2), наибольшую плотность поселения отмечали на сортах Jiro (см. рис. 1, Г), Hachia и Hiakume. Незаселенными остались сорта Geily, Kuro-Kuma, XX Century, Гора Говерла, Роман Кош, Никитская бордовая и Гора Роджерс, а также хурма кавказская, хурма виргинская и ее сорт Meader, поэтому они не включены в таблицу 2.

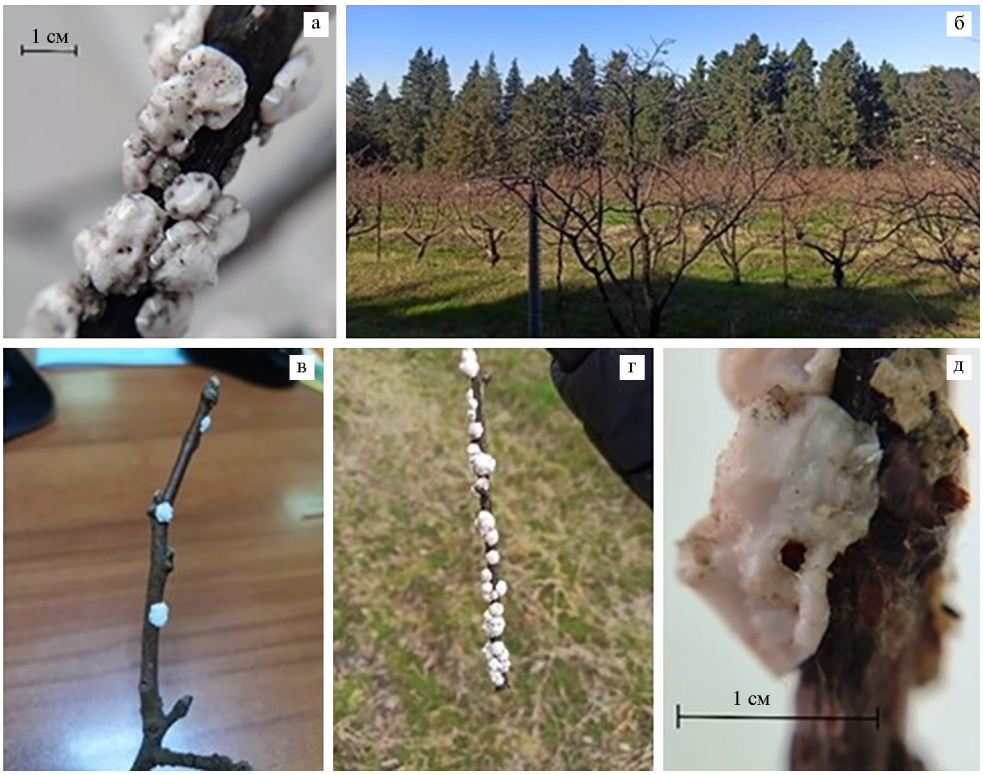

Рис. 1. Индийская восковая ложнощитовка *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798): зимующие самки (а), коллекционный сад хурмы (*Diospyros* L.) (43,5728N, 39,7535E, Хостинский р-н, г. Сочи, б), первое обнаружение имаго на растениях из коллекции (в), плотность заселения ветвей сорта Jiro в 2025 году (г), лётное отверстие паразитоида в восковом покрове ложнощитовки (д). Фото Н.Н. Карпун, З.М. Омаровой.

Однофакторный дисперсионный анализ плотности заселения показал, что $F > F_{крит.}$, следовательно, между сортами существуют статистически значимые различия по динамике и плотности заселения.

2. Динамика и плотность заселения ветвей индийской восковой ложнощитовкой *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798) у сортов хурмы (*Diospyros* L.) (коллекция ФИЦ СНЦ РАН, 43,5728N, 39,7535E, Хостинский р-н, г. Сочи, 2022-2025 годы)

Сортообразец, год		Число экз/пм									
		дерево i			дерево ii			дерево iii			Среднее
		ветвь			ветвь			ветвь			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Jiro	2022	10	3	6	5	15	8	22	16	8	10,3
	2023	14	25	22	17	44	36	20	12	16	22,9
	2024	16	5	8	33	53	98	45	20	65	38,1
	2025	49	45	38	110	93	82	95	62	90	73,8
Hachia	2022	0	5	3	0	0	2	0	4	8	2,4
	2023	8	12	10	4	5	8	2	0	11	6,7
	2024	25	8	11	20	8	5	14	26	9	14,0
	2025	88	120	95	53	90	66	51	23	34	68,9
Hiakume	2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2023	0	3	5	2	0	0	4	6	2	2,4
	2024	4	15	18	14	2	1	14	29	38	15,0
	2025	52	46	73	42	53	59	44	56	39	51,6
Зухра	2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2024	2	3	6	1	1	0	4	8	1	2,9
	2025	26	17	58	39	27	31	42	26	40	34,0
Seedles	2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2023	0	1	0	2	0	1	4	0	2	1,1
	2024	5	13	9	5	5	0	4	14	47	11,3
	2025	41	34	18	16	37	25	21	26	22	26,7

Продолжение таблицы 2

Zenji-Maru	2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2023	1	2	0	0	0	3	2	0	0	0,9
	2024	15	6	1	1	1	0	2	0	0	2,9
	2025	64	33	44	46	23	15	8	0	1	26,0
МВГ Омарова	2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2024	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0,6
	2025	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0,3
Хостинский	2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2024	1	2	0	1	0	1	3	2	0	1,1
	2025	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,2
Fuyu	2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	2024	1	1	1	9	7	2	0	0	0	2,3
	2025	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,1
df между группами						35					
df внутри группы						288					
MS между группами						3416,09					
MS внутри группы						112,96					
SS между группами						119563,40					
SS внутри группы						32532					
F-критерий						$F = 30{,}24$, $F_{крит.} = 1{,}46$ при $p \leq 0{,}05$					

Поскольку изучение развития популяции индийской восковой ложнощитовки шло одновременно и ежегодно на 19 сортообразцах, произрастающих в одном саду (то есть в одинаковых условиях), влияние погодных условий на восприимчивость того или иного генотипа было одинаковым, следовательно, в нашем исследовании им можно пренебречь.

Таким образом, наибольшая плотность поселения индийской восковой ложнощитовки выявлена на сортах Jiro, Hachia и Hiakume. Незаселенными в период наблюдения остались сорта Geily, Kuro-Kuma, XX Century, Гора Говерла, Роман Кош, Никитская бордовая и Гора Роджерс, а также хурма кавказская, хурма виргинская и ее сорт Meader.

Поскольку климатические условия в различных частях ареала, а также выбор кормовых пород у видов-полифагов могут оказывать влияние на изменения в жизненном цикле, размножении, плодовитости и поведении у видов ложнощитовок (39), мы оценили размеры самок индийской восковой ложнощитовки при развитии на хурме, количество генераций, сроки яйцекладки и отрождения личинок в условиях влажных субтропиков России. Диаметр зимующих имаго *C. ceriferus* колебался от 4,0 до 11,2 мм, на разных сортах достоверных различий в размерах самок не было. В среднем диаметр самок *C. ceriferus* на хурме составлял 6,4±1,1 мм, средняя высота воскового покрова — 3,7±0,7 мм. В течение года исследованная популяция фитофага развивалась в одной генерации, зимуют самки. Период яйцекладки приходился на III декаду мая—I декаду июня. С III декады июня происходило отрождение личинок.

Важный аспект в изучении биологии чужеродных насекомых-вредителей — выявление их естественных врагов — энтомофагов (хищников и паразитоидов), поскольку широко известен феномен «ухода от врагов», то есть появления вида в новом для него регионе без сопутствующих энтомофагов (40, 41). В 2024 году нами было выявлено, что имаго *C. ceriferus* поражены паразитоидами. Присутствие последних определяли по наличию круглого отверстия на восковом покрове ложнощитовки (см. рис. 1, Д). Весной 2025 года удалось получить имаго энтомофагов, которые относятся к отряду Hymenoptera (видовая идентификация будет проведена позже). Процент пораженных паразитоидами особей в колонии *C. ceriferus* (по оценке вылета паразитоидов весной 2025 года) составил 6,7 %. Полученные данные дают возможность предположить, что со временем часть

колонии ложнощитовок будет погибать в результате работы естественных врагов.

Наблюдение за заселенностью объектов показало неравномерное поражение вредителями сортообразцов, что вызвало необходимость проведения анализа некоторых биохимических компонентов защитного действия в побегах хурмы для поиска маркеров трофических предпочтений индийской восковой ложнощитовки. Изучалось содержание как общих полифенолов, так и таких дубильных компонентов, как танины и галловая кислота (табл. 3). Выбор этих показателей не случаен, так как дубильная группа фенолов представляет собой часть механизмов защиты растений от насекомых-фитофагов. Так, сообщалось, что ГК активирует сигнальные пути жасмоновой кислоты и фенилпропаноидов, что приводит к индукции синтеза нескольких защитных соединений (42-44). В свою очередь, отмечается повышение концентрации танинов после повреждения органов растений насекомыми, при этом ингибируется синтез некоторых белков (45, 46).

Однако анализ данных литературы показывает, что изменение в биохимическом составе, как правило, изучалось как последствие заселения или повреждения растений фитофагами, а первоначальный биохимический состав органов растений не рассматривался (47-49), тогда как показатели именно на этом этапе могли бы объяснить трофические предпочтения того или иного вредителя. При этом мы не нашли информации по биохимическому составу хурмы в аспекте биохимических механизмов защиты культуры от вредителей. Найденные источники касаются пищевой значимости плодов и не рассматривают химический состав вегетативных органов. Проводимые нами исследования позволят восполнить этот пробел.

Определение фенольных компонентов показало, что генотипические особенности четко проявляются в количестве синтезируемых растением биологически активных веществ (см. табл. 3). Наибольшее количество ГК накапливается в побегах у сортов Hachia, Hiakume и Зухра, содержание галловой кислоты у этих сортов в 1,7-1,9 раза превышает таковое у остальных сортообразцов. Танинов, как и галловой кислоты, в 1,8-1,9 раза больше в тканях у сортов Hachia и Hiakume. В то же время в этих сортах невелико содержание общих полифенолов — 75,8-100,7 мг/100 г, что несколько (в 1,6 раза) выше, чем у видовых образцов *D. lotus* и *D. virginiana* (см. табл. 3).

В то же время коэффициент вариации (V, %) показателей по годам не превышает 26 %, что указывает на стабильность биохимического состава. Количество общих полифенолов в побегах — более постоянный признак, коэффициент вариации в среднем составляет 4-5 %, в то время как содержание галловой кислоты наиболее изменчиво. Учитывая роль ГК в образовании жасмонатов (42-44), участвующих в защите растений от биотических стрессов, такая вариабельность вполне объяснима.

3. Содержание фенольных компонентов — галловой кислоты (ГК)**, танинов** (ТАН) **и общих полифенолов** (ПФ) **в побегах у сортов хурмы (*Diospyros* L.)** (n = 25; коллекция ФИЦ СНЦ РАН, 43,5728N, 39,7535E, Хостинский р-н, г. Сочи, 2022-2025 годы)

Сортообразец, год		ГК, %		ТАН, %		ПФ, мг/100 г		V, %		
		M	±SEM	M	±SEM	M	±SEM	ГК	ТАН	ПФ
Jiro	2024	27,20	4,54	217,42	4,04	112,84	0,90	22	2	1
	2025	42,27	1,29	225,52	5,87	114,64	5,49			
Hachia	2024	50,24	6,13	248,64	6,25	70,27	2,98	3	6	7
	2025	52,82	3,66	280,39	8,79	81,27	3,99			
Seedles	2024	40,12	4,02	169,95	1,86	146,74	7,34	13	9	2
	2025	52,40	4,14	202,46	5,18	140,77	1,02			

Продолжение таблицы 3

Zenji-Maru	2024	18,19	2,58	90,59	6,69	117,35	7,15	17	9	3
	2025	25,51	6,59	108,19	8,12	125,34	6,12			
Hiakume	2024	54,06	6,39	254,57	7,25	93,35	0,95	7	4	7
	2025	62,09	8,41	278,31	5,40	108,13	4,23			
Зухра	2024	49,43	2,78	122,52	0,32	125,41	8,88	8	13	1
	2025	57,71	1,12	226,92	2,04	127,46	1,19			
Fuyu	2024	22,70	2,54	108,25	1,88	111,71	2,94	10	6	6
	2025	27,86	3,05	121,65	1,25	126,02	9,82			
МВГ Омарова	2024	20,64	2,29	69,27	8,79	172,91	2,78	24	10	3
	2025	33,82	1,68	85,52	1,67	185,17	1,08			
Хостинский	2024	23,73	5,01	119,92	2,18	80,80	4,15	21	13	1
	2025	35,52	2,12	154,37	4,69	82,60	1,92			
D. lotus	2024	24,32	0,89	255,27	4,12	52,74	2,23	26	6	7
	2025	41,15	3,54	286,08	4,23	61,20	4,55			
D. virginiana	2024	18,68	4,14	103,32	1,40	42,23	4,44	13	9	7
	2025	24,26	2,03	123,96	1,32	60,00	2,61			
MS между группами		521,52		245,25		338,89				
MS внутри группы		183,97		5704,61		1471,64				
SS между группами		521,52		245,25		338,89				
SS внутри группы		3679		114092		29432				
F-критерий при $p \le 0,05$		$F = 20,83$, $F_{крит.} = 4,35$		$F = 10,04$, $F_{крит.} = 4,35$		$F = 10,23$, $F_{крит.} = 4,35$				

Анализ содержания фенольных компонентов (общих полифенолов, танинов и галловой кислоты) в побегах хурмы показал, что существует прямая корреляция заселенности растений с содержанием танинов ($r = 0,71$; $p < 0,05$) и галловой кислоты ($r = 0,95$; $p < 0,05$) в побегах. При этом значения $p < 0,05$ показывают существенность различий. Корреляции между накоплением ПФ и заселенностью мы не выявили — предположительно из-за того, что в состав общих полифенолов, кроме ГК и ТАН, входит еще ряд фенольных компонентов, действие которых может нивелировать защитные свойства всей суммы ПФ.

На рисунке 2 для полученных данных приведены уравнения регрессии, где статистический показатель R^2 указывает на то, что доля влияния таких фенольных компонентов, как танин и галловая кислота, в формировании заселенности объектов *C. ceriferus* составляет 35,4-37,5 %.

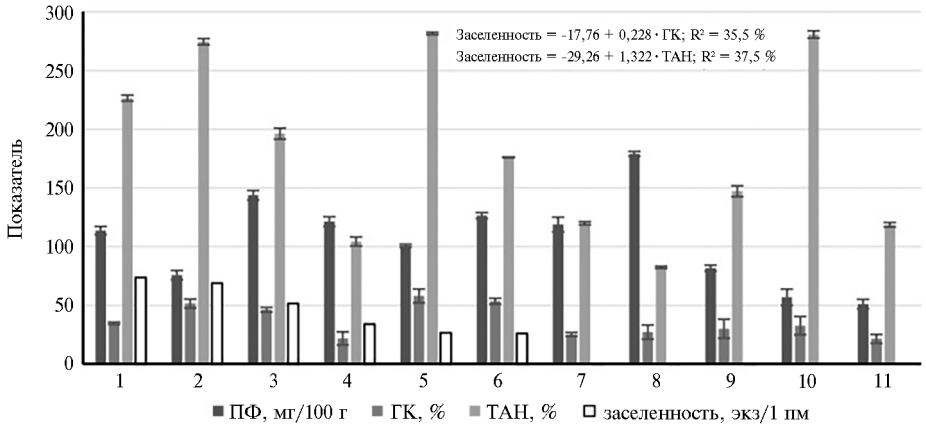

Рис. 2. Зависимость степени заселенности сортов хурмы (*Diospyros* L.) индийской восковой ложнощитовкой *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798) от содержания фенольных компонентов в побегах: ПФ — общие полифенолы, ТАН — танины, ГК — галловая кислота; сортообразцы: 1 — Jiro, 2 — Hachia, 3 — Hiakume, 4 — Зухра, 5 — Seedles, 6 — Zenji-Maru, 7 — МВГ Омарова, 8 — Хостинский, 9 — Fuyu, 10 — *D. lotus*, 11 — *D. virginiana* (коллекция ФИЦ СНЦ РАН, 43,5728N, 39,7535E, Хостинский р-н, г. Сочи, 2022-2025 годы).

Результаты оценки степени заселенности сортообразцов коллекции ФИЦ СНЦ РАН показывают устойчивость видовых форм хурмы кавказской и хурмы виргинской к заселению *C. ceriferus*. Тем не менее в специ-

альной литературе есть указание на питание индийской восковой ложнощитовки на *D. lotus* (50). В то же время сорта хурмы восточной показывают разную степень устойчивости к вредителю. Интересен тот факт, что хурма виргинская и ее сорт Meader в обследованном коллекционном насаждении ФИЦ СНЦ РАН не заселялись ложнощитовкой, тогда как как ее гибрид с хурмой восточной (МВГ Омарова) был слабо заселен (0,3 экз/пм) (см. табл. 2).

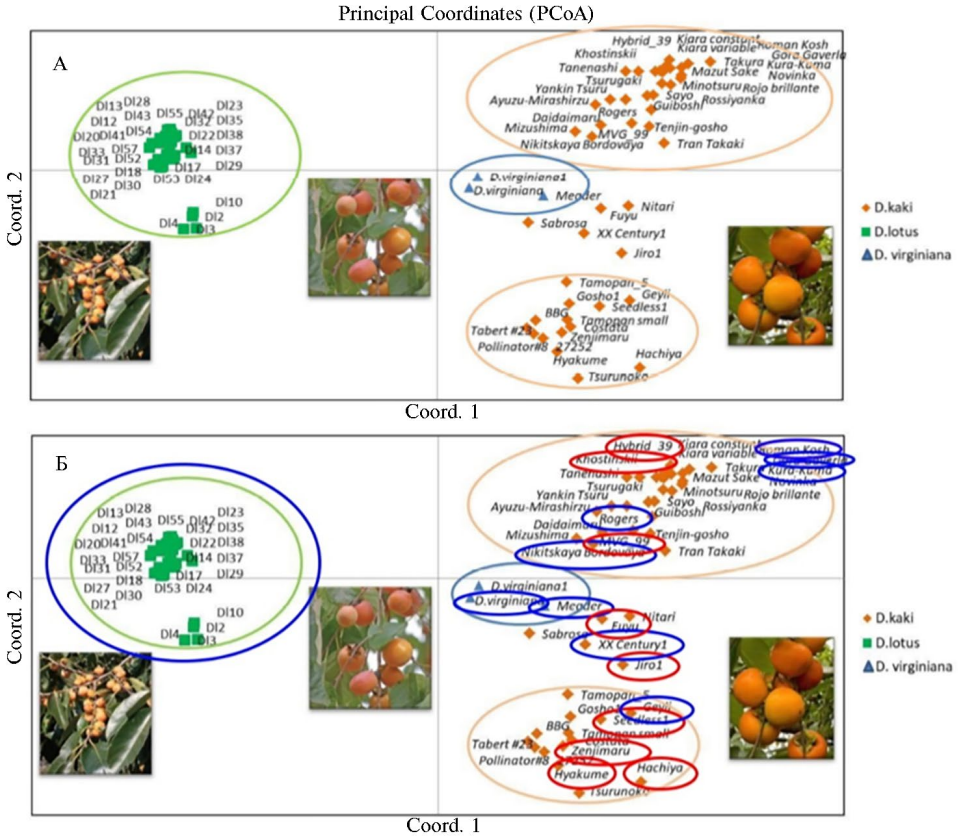

Рис. 3. Распределение генотипов хурмы (*Diospyros* L.) при анализе методом главных компонент (PCoA, Principal Component Analysis) **на основе попарных расстояний, рассчитанных по маркерам ISSR** (Inter Simple Sequence Repeat) **(51), в сопоставлении с заселенностью индийской восковой ложнощитовкой *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798):** А — разделение генотипов на генетические кластеры (51), зеленой линией выделен кластер генотипов хурмы кавказской, оранжевой линией — кластеры генотипов хурмы восточной, голубой — генотипы хурмы виргинской; Б — наложение генотипов с разной степенью заселенности *C. ceriferus*, выявленной в настоящей работе, на генетические кластеры, выделенные в работе Л.С. Самариной с соавт. (51), красным отмечены генотипы, заселяемые *C. ceriferus*, синим — генотипы, не заселяемые *C. ceriferus*. На рисунке сорт МВГ Омарова обозначен как MVG-99, сорт Зухра — как Hybrid 39 (коллекция ФИЦ СНЦ РАН, 43,5728N, 39,7535E, Хостинский р-н, г. Сочи, 2022-2025 годы).

Анализ главных компонент (PCoA) на основе попарных расстояний между сортообразцами хурмы, рассчитанных по маркерам ISSR (Inter Simple Sequence Repeat), проведенный Л.С. Самариной с соавт. (51), позволил разделить образцы на три генетических кластера: в один из них попали генотипы хурмы кавказской (*D. lotus*), а в два других — генотипы хурмы восточной. Часть генотипов хурмы восточной оказались близки к генотипам хурмы виргинской, что объясняется гибридным происхождением этих генотипов с участием хурмы виргинской.

При сопоставлении полученных нами результатов по восприимчивости генотипов хурмы к заселению индийской восковой ложнощитовкой и описанных генетических кластеров (51) было выявлено следующее. В кластере, сформированном генотипами хурмы кавказской, не оказалось генотипов, заселяемых *C. ceriferus*; в обоих кластерах, сформированных генотипами хурмы восточной, присутствовали генотипы, заселяемые индийской восковой ложнощитовкой.

Это не позволило нам сделать однозначный вывод о наличии взаимосвязи между происхождением сортов хурмы восточной и их предрасположенностью к заселению *C. ceriferus.* Тем не менее сильно заселяемые сорта группировались в нижнем правом кластере (рис. 3), и к этому же кластеру относился один устойчивый сорт — Geily. В верхний правый кластер из заселенных *C. ceriferus* сортов попали только сорта, полученные в ФИЦ СНЦ РАН от сорта Jiro (по факту — гибриды с его участием). Перспективны дальнейшие исследования в направлении поиска генетических маркеров устойчивости сортов хурмы к *C. ceriferus.*

Восприимчивость генотипа к заселению индийской восковой ложнощитовкой также не показала зависимости от группы терпкости плодов (см. табл. 1), то есть заселенными оказались и терпкие, и нетерпкие сорта хурмы восточной. В связи с этим было принято решение провести поиск биохимических маркеров в побегах — органе растения, на котором происходит питание *C. ceriferus.*

Анализ фенольных компонентов в побегах хурмы проводился нами на незаселенных растениях для того, чтобы определить возможные биохимические маркеры трофических предпочтений при заселении сортов ложнощитовкой *C. ceriferus.* Поиск аналогичных результатов в специальной литературе показал, что, как правило, исследователями оценивалось содержание дубильных веществ в уже заселенных или инфицированных растениях. Так, Н.Н. Апаевой с соавт. (52) установлено, что при поражении яровой пшеницы бурой ржавчиной в инфицированных листьях содержание дубильных веществ увеличивается. В исследованиях А.П. Дмитриева (53) предполагается существование сигнальных молекул, помогающих распознавать проникающий патоген и реагировать на его вторжение активацией ряда защитных реакций, одной из которых служит выработка фенольных компонентов. В работе N. Iqbal и P. Poyr (54) указано, что наличие танинов в органах защищает растения от травоядных, а также от патогенных организмов. В исследованиях Y. Tak и M. Kumar (55), A. Sharma с соавт. (56) и Y.K. Ahlawat с соавт. (57) показано, что именно фенольные соединения выполняют функцию сигнальных молекул и могут выступать в качестве защитных агентов для растений. M. Nawaz с соавт. (58) выявили участие фенольных комплексов в формировании механизма защиты, в том числе от биотических стрессоров, причем, как сообщают A. Solla с соавт. (59), вовлечение танинов в защиту растительного организма генетически детерминировано. В.В. Кондратьева с соавт. (60) и О.А. Каштанова с соавт. (10) изучали зависимость между степенью поражения листьев каштановой минирующей молью *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic и содержанием фенольных соединений, вовлеченных в активацию защитных механизмов в ответ на заселение фитофагом.

Полученные нами данные о содержании дубильных веществ в частях растений до их заселения инвазивным видом *C. ceriferus* в сопоставлении с последующей плотностью его популяции на том или ином генотипе хурмы важны для понимания механизмов взаимодействия фитофаг—

растение и оценки пищевых предпочтений *C. ceriferus*.

Итак, в результате проведенных исследований установлено, что наиболее восприимчивыми к повреждению *Ceroplastes ceriferus* в коллекции ФИЦ СНЦ РАН оказались сорта хурмы восточной Jiro, Hachia и Hiakume. Плотность популяции *C. ceriferus* на растениях в коллекции постоянно увеличивается, и по состоянию на январь 2025 года составила соответственно 73,8; 68,9 и 51,6 экз/пм побега. Хурма кавказская и хурма виргинская не заселялись *C. ceriferus*, а для хурмы восточной однозначно не установлена зависимость степени заселенности индийской восковой ложнощитовкой от происхождения (генотипа) сорта или его терпкости. Содержание общих полифенолов не коррелировало со степенью заселенности хурмы. В то же время выявлена прямая корреляция между содержанием танинов ($r = 0,71$; $p < 0,05$) и галловой кислоты ($r = 0,95$; $p < 0,05$) в побегах сортов хурмы восточной и степенью заселенности растений *C. ceriferus*. Содержание этих веществ можно считать одним из маркеров при выявлении трофических предпочтений фитофага. В дальнейшем целесообразно продолжить изучение биохимических маркеров устойчивости субтропических плодовых растений к насекомым-вредителям. Перспективными будут исследования по изучению взаимосвязи содержания сахаров, витаминов, различных фенольных соединений, летучих компонентов эфирных масел, терпенов и жирных кислот со степенью заселения растений растительноядными насекомыми-вредителями. Результаты исследований помогут понять закономерности трофических предпочтений насекомых и быть использованы в селекционном процессе на получение устойчивых к вредителям генотипов.

ФГБУН ФИЦ Субтропический научный центр РАН,
354002 Россия, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28,
e-mail: nkolem@mail.ru ✉, zuly_om@mail.ru, haska6767@mail.ru, oksana191962@mail.ru

Поступила в редакцию
24 мая 2025 года
Принята к публикации
3 августа 2025 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [*Agricultural Biology*], 2025, V. 60, № 5, pp. 923-936

RESISTANCE OF COLLECTION CULTIVARS OF PERSIMMON (*Diospyros* L.) TO DAMAGE BY THE INVASIVE SCALE *Ceroplastes ceriferus* (Fabricius, 1798) IN THE RUSSIAN SUBTROPICS

N.N. Karpun✉, Z.M. Omarova, E.I. Shoshina, O.G. Belous

Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre RAS, 2/28, ul. Yana Fabritsiusa, Sochi, 354002 Russia, e-mail nkolem@mail.ru (✉ corresponding author), zuly_om@mail.ru, haska6767@mail.ru, oksana191962@mail.ru
ORCID:
Karpun N.N. orcid.org/0000-0002-7696-3618
Omarova Z.M. orcid.org/0000-0001-9397-1778
Shoshina E.I. orcid.org/0000-0003-4942-1546
Belous O.G. orcid.org/0000-0001-5613-7215
The authors declare no conflict of interests.
Acknowledgements:
Carried out as part of the work of the Breeding and Seed Center for Subtropical, Citrus and Nut Crops of FRC SSC RAS, Agreement No. 075-15-2025-190 dated 17.04.2025
Final revision received May 24, 2025
doi: 10.15389/agrobiology.2025.5.923eng
Accepted August 03, 2025

Abstract

Collections of living plants have enormous potential and serve as unique platforms for studying the mechanisms of plant adaptivity to various environmental factors and for selection of resistant forms for further breeding (G.R. Mursalimova et al., 2018; F.I. Privalov et al., 2022). The genetic collections of the Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (hereinafter FRC SSC RAS) include 2.700 cultivars of fruit, subtropical and floral-ornamental plants, supported live (A.V. Ryndin et al., 2021). The persimmon collection of the FRC SSC RAS is represented by 22 cultivars of oriental persimmon (*Diospyros kaki* L.) foreign and domestic breeding, as well as two species forms – *D. virginiana* L. and *D. lotus* L. (M.D. Omarov et al., 2024; M.D. Omarov, R.V. Kulyan, 2015; Collections..., 2019). In 2015, the Indian wax scale *Cero-*

plastes ceriferus (Fabricius) was identified on the Black Sea coast of Russia, which joined the persimmon pest complex (N.N. Karpun et al., 2017; L.Ya. Ayba et al., 2023). The research was conducted in 2018-2025 in Sochi. The study included 16 cultivars of oriental persimmon (*Diospyros kaki* L.), Caucasian persimmon (*D. lotus* L.) and two cultivars of Virginia persimmon (*D. virginiana* L.). For the first time, *C. ceriferus* was identified in September 2019 on the *Diospyros kaki* Jiro. The probable cause of the phytophagus in the garden is accidental skidding. In 2024-2025, *C. ceriferus* colonies were already populated by branches of 9 cultivars of oriental persimmon, of which the highest population density was noted in the cvs Jiro, Hachia and Hiakume. The cvs Geily, Kuro-Kuma, XX Century, Cora Goverla, Roman Kosh, Nikitskaya bordovaja and Gora Rogers remained uninhabited, as well as Caucasian persimmon, Virginsky persimmon and its Meader variety. The biological features of the *C. ceriferus* population on persimmons have been established. In 2024, *C. ceriferus* imagos were found to be parasitized. The percentage of parasitism (estimated by the departure of parasites in the spring of 2025) was 6.7 %. The relationship between the genotype of oriental persimmon cultivars and the Indian wax scale population density has not been clearly established. A direct correlation was found between the content of tannins ($r = 0.71$, $p \leq 0.05$) and gallic acid ($r = 0.95$, $p \leq 0.05$) in the shoots of oriental persimmon cultivars and the *C. ceriferus* population density on cultivars. The level of these substances can be considered one of the markers in identifying the trophic preferences of Indian wax scale.

Keywords: genetic collection, variety study, phytophag, Hemiptera, Coccidae, Indian wax scale, invasion, harmfulness, Black Sea Coast of Russia.

REFERENCES

1. Singh R., Singh R., Kumari P., Singla A. The conservation of genetic plant stock collections. In: *Plant breeding and genetics. Present concepts and approaches.* New Delhi, Integrated Publications, 2023: 227-244.
2. Gu R., Fan Sh., Wei S., Li J., Zheng Sh., Liu G. Developments on core collections of plant genetic resources: do we know enough? *Forests*, 2023, 14(5): 926 (doi: 10.3390/f14050926).
3. *The* second *global plan of action for the conservation and sustainable utilization of plant genetic resources for food and agriculture.* Rome, FAO, 2012.
4. Goritschnig S., Weise S., Guzzon F., Maggioni L., Van Hintum T., Steffensen L.L., Stein N., Giuliano G. Strengthening European research cooperation on plant genetic resources conservation and use. *Genetic Resources*, 2024, S2: 119-134 (doi: 10.46265/genresj.luzj7324).
5. De la Rosa Fernбndez L., Fajardo Vizcayno J. Agro-biodiversity as an element of nutritional and environmental security. *Arbor: Ciencia Pensamiento y Cultura*, 2016, 192(779): a316 (doi: 10.3989/arbor.2016.779n3006).
6. Privalov F.I., Grib S.I., Matis I.S., Avakyan A.E. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi*, 2022, 58: 277-282 (in Russ.).
7. Davies L.R., Allender C.J. Who is sowing our seeds? A systematic review of the use of plant genetic resources in research. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2017, 64(8): 1999-2008 (doi: 10.1007/s10722-017-0491-7).
8. Leunov V.I., Khovrin A.N., Sokolova L.M., Beloshapkina O.O., Startsev V.I. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, 32(7): 26-30 (doi: 10.24411/0235-2451-2018-10706) (in Russ.).
9. Shamshin I.N., Dubrovskiy M.L., Trifonova A.A., Boris K.V., Kudryavtsev A.M. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*, 2023, 27(6): 572-581 (doi: 10.18699/VJGB-23-69) (in Russ.).
10. Kashtanova O.A., Tkachenko O.B., Kondrat'eva V.V., Olekhnovich L.S., Voronkova T.V. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo*, 2021, 79: 153-164 (doi: 10.31360/2225-3068-2021-79-153-163) (in Russ.).
11. Rindin A.V., Kulyan R.V., Slepchenko N.A., Tutberidze Ts.V., Gorshkov V.M. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo*, 2021, 77: 25-43 (doi: 10.31360/2225-3068-2021-77-25-43) (in Russ.).
12. Omarov M.D., Besedina T.D. *Vozdelivanie khurmi vostochnoy v subtropikakh Rossii* [Cultivation of oriental persimmon in the subtropics of Russia]. Sochi, 2011 (in Russ.).
13. Omarov M., Kulyan R., Omarova Z. Conservation of biodiversity of subtropical crops (*Citrus* L., *Diospyros kaki* L., and *Feijoa sellowiana* B.) in the collections of the Federal Research Center SSC of RAS. *BIO Web of Conferences*, 2024, 95: 02003 (doi: 10.1051/bioconf/20249502003).
14. Omarov M.D., Ostashëva N.A., Karpun N.N. *Vestnik zashchiti rasteniy*, 2011, 3: 65-69 (in Russ.).
15. Omarov M.D., Prichko T.G. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, 4: 12-17 (in Russ.).
16. Omarov M.D. *Problemi razvitiya APK regiona*, 2018, 2(34): 157-161 (in Russ.).
17. Bazba E.G., Belous O.G., Omarov M.D., Omarova Z.M. V sbornike: *Fenol'nie soedineniya: cvoystva, aktivnost', innovatsii* /Pod redaktsiey N.V. Zagoskinoy [In: Phenolic compounds: properties, activity, innovations. N.V. Zagoskina (ed.)]. Moscow, 2018: 216-222 (in Russ.).
18. Butt M.S., Sultan M.T., Aziz M., Naz A., Ahmed W., Kumar N., Imran M. Persimmon (*Di-*

ospyros kaki) fruit: hidden phytochemicals and health claims. *EXCLI Journal*, 2015, 14: 542-561 (doi: 10.17179/excli2015-159).
19. Suzuki T., Someya S., Hu F., Tanokura M. Comparative study of catechin compositions in five Japanese persimmons. *Food Chemistry*, 2005, 93(1): 149-152 (doi: 10.1016/j.foodchem.2004.10.017).
20. Dong Y., Yu X., Ye X., Gao Zh., Wang S., Qu Sh. Current status and perspective of persimmon research in China. *Technology in Horticulture*, 2022, 2(1): 1-10 (doi: 10.48130/TIH-2022-0004).
21. Crops and livestock products. FAOSTAT. Available: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize. Accessed: 10/25/2025.
22. Yesiloglu T., Cimen B., Incesu M., Yilmaz B. Genetic diversity and breeding of persimmon. In: *Breeding and health benefits of fruit and nut crops*. J. Soneji, M. Nageswara-Rao (eds.). IntechOpen, 2018 (doi: 10.5772/intechopen.69915).
23. Giordani E. History and current status of worldwide production. In: *The persimmon genome. compendium of plant genomes*. R. Tao, Z. Luo (eds.). Springer, Cham, 2022 (doi: 10.1007/978-3-031-05584-3_1).
24. Nissen R., Roberts R.E. History, origin and classification of persimmon cultivars. *Journal American Pomological Society*, 2015, 69(1): 31-44.
25. Morton J.F. *Fruits of warm climates*. Miami, 1987.
26. Omarov M.D. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo*, 2021, 76: 17-25 (doi: 10.31360/2225-3068-2021-76-17-24) (in Russ.).
27. Ayba L.Ya., Karpun N.N., Bulgakov T.S., Shinkuba M.Sh., Mikhaylova E.V., Akaba Yu.G., Zhuravlëva E.N., Shoshina E.I. *Atlas vrediteley i bolezney subtropicheskikh kul'tur i funduka na Chernomorskom poberezh'e Kavkaza* [Atlas of pests and diseases of subtropical crops and hazelnuts on the Black Sea coast of the Caucasus]. Sukhum-Sochi, 2023 (in Russ.).
28. Introduction of *Ceroplastes ceriferus* into Italy: addition to the EPPO Alert List. *EPPO Reporting Service no. 08–2002*. Num. article: 2002/135. Available: https://gd.eppo.int/reporting/ar-ticle-2299. Accessed: 05/20/2025.
29. Karpun N.N., Zhuravleva E.N., Volkovich M.G., Protsenko V.E., Musolin D.L. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 2017, 220: 169-185 (doi: 10.21266/2079-4304.2017.220.169-185) (in Russ.).
30. Shoshina E.I., Karpun N.N., Zhuravleva E.N. V sbornike: *Monitoring i biologicheskie metodi kontrolya vrediteley i patogenov drevesnikh rasteniy: ot teorii k praktike* /Pod redaktsiey Yu.N. Baranchikova [In: Monitoring and biological control of pests and pathogens of woody plants: from theory to practice. Yu.N. Baranchikov (ed.)]. Moscow, 2025: 149-150 (in Russ.).
31. *Ceroplastes ceriferus*. 2025. Available: https://scalenet.info/catalogue/Ceroplastes%20cer-iferus/. Accessed: 05/20/2025.
32. Gimpel W.F., Miller D.R., Davidson J.A. *A systematic revision of the wax scales, genus Ceroplastes, in the United States (Homoptera; Coccoidea; Coccidae)*. Maryland, 1974.
33. Kozarzhevskaya E.F. *Entomologicheskoe obozrenie*, 1968, 47(1): 248-253 (in Russ.).
34. Nazarova M.N., Gavrilov I.A., Bagryanskaya N.A. *Prakticheskoe posobie k bol'shomu praktikumu po tsitologicheskoy i embriologicheskoy mikrotekhnike* [A practical guide to a comprehensive course on cytological and embryological microtechnics]. Voronezh, 2002 (in Russ.).
35. *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnim ispitaniyam insektitsidov, akaritsidov, feromonov, mollyuskotsidov i rodentitsidov v rastenievodstve* [Guidelines for registration tests of insecticides, acaricides, pheromones, molluscicides and rodenticides in plant growing]. Moscow, 2022 (in Russ.).
36. *Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti biologicheski aktivnikh dobavok k pishche* [Guidelines for quality control and safety of dietary supplements]. Moscow, 2004: 94-95 (in Russ.).
37. Trineeva O.V., Slivkin A.I. *Sposob identifikatsii i razdel'nogo kolichestvennogo opredeleniya tanina i gallovoy kisloti pri sovmestnom prisutstvii v rastitel'nom sir'e i fitopreparatakh bez predvaritel'nogo razdeleniya. Patent RF 2613878 ot 06.07.2015 g.* BI, 2017, № 9 [A method for the identification and separate quantitative determination of tannin and gallic acid when present together in plant materials and herbal preparations without prior separation. RU Patent 2613878, July 6, 2015. BI, 2017, No. 9] (in Russ.).
38. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opita* [Methods of field trials]. Moscow, 2011 (in Russ.).
39. Robayo-Camacho E., Chong, J.-H. General biology and current management approaches of soft scale pests (Hemiptera: Coccidae). *Journal of Integrated Pest Management*, 2015, 6(1): 17 (doi: 10.1093/jipm/pmv016).
40. Heger T., Jeschke J.M., Bernard-Verdier M., Musseau C.L., Mietchen D. Hypothesis description: enemy release hypothesis. *Research Ideas and Outcomes*, 2024, 10: e107393 (doi: 10.3897/rio.10.e107393).
41. Prior K.M., Hellmann J.J. Does enemy release contribute to the success of invasive species? A review of the enemy release hypothesis. In: *Invasive species in a globalized world: ecological, social, and legal perspectives on policy*. R.P. Keller, M.W. Cadotte, D. Sandiford (eds.). University of Chicago Press. Chicago Scholarship Online, 2014. (doi: 10.7208/chicago/9780226166216.003.0012).

42. Zhang X., Ran W., Li X., Zhang J., Ye M., Lin S., Liu M., Sun X. Exogenous application of gallic acid induces the direct defense of tea plant against *Ectropis obliqua* caterpillars. *Front. Plant Sci.,* 2022, 13: 833489 (doi: 10.3389/fpls.2022.833489).
43. Gols R. Direct and indirect chemical defences against insects in a multi-trophic framework. *Plant Cell Environ.*, 2014, 37: 1741-1752 (doi: 10.1111/pce.12318).
44. War A.R., Paulraj M.G., Ahmad T., Buhroo A.A., Hussain B., Ignacimuthu S., Sharma H.C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signal. Behav.*, 2012, 7: 1306-1320 (doi: 10.4161/psb.21663).
45. Treutter D. Significance of flavonoids in plant resistance: a review. *Environ. Chem. Lett.,* 2006, 4: 147-157 (doi: 10.1007/s10311-006-0068-8).
46. Wu J Q., Baldwin I.T. New insights into plant responses to the attack from insect herbivores. *Ann. Rev. Genet.*, 2010, 44: 1-24 (doi: 10.1146/annurev-genet-102209-163500).
47. Li X.W., Zhang J., Lin S.B., Xing Y.X., Zhang X., Ye M., Chang Y., Guo H., Sun X. (+)-Satechin, epicatechin and epigallocatechin gallate are important inducible defensive compounds against ectropis grisescens in tea plants. *Plant Cell Environ.,* 2022, 45(2): 496-511 (doi: 10.1111/pce.14216).
48. Mazid M., Khan T., Mohammad F. Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. *Biol. Med.,* 2011, 3: 232-249.
49. Divekar P.A., Narayana S., Divekar B.A., Kumar R., Gadratagi B.G., Ray A., Singh A.K., Rani V., Singh V., Singh A.K., Kumar A., Singh R.P., Meena R.S., Behera T.K. Plant secondary metabolites as defense tools against herbivores for sustainable crop protection. *Int. J. Mol. Sci.,* 2022. 2823(5): 2690 (doi: 10.3390/ijms23052690).
50. Wu S.A., Wang X. A review species of the genus *Ceroplastes* (Hemiptera: Coccomorpha: Coccidae) in China. *Zootaxa*, 2019, 4701(6): 520-536 (doi: 10.11646/zootaxa.4701.6.2).
51. Samarina L.S., Malyarovskaya V.I., Reim S., Koninskaya N.G., Matskiv A.O., Tsaturyan G.A., Rakhmangulov R.S., Shkhalakhova R.M., Shurkina E.S., Kulyan R.V., Omarova Z.M., Omarov M.D., Ryndin A.V. Genetic diversity in *Diospyros* germplasm in the Western Caucasus based on SSR and ISSR polymorphism. *Biology*, 2021, 10(4): 341 (doi: 10.3390/biology10040341).
52. Apaeva N.N., Kudryashova L.V., Yamalieva A.M. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Sel'skokhozyaystvennie nauki. Ekonomicheskie nauki*, 2016, 6: 10-14 (in Russ.).
53. Dmitriev A.P. *Fiziologiya rasteniy*, 2003, 50(4): 465-474 (in Russ.).
54. Iqbal N., Poyr P. Plant protection by tannins depends on defence-related phytohormones. *J. Plant Growth Regul.*, 2025, 44: 22-39 (doi: 10.1007/s00344-024-11291-1).
55. Tak Y., Kumar M. Phenolics: a key defence secondary metabolite to counter biotic stress. In: *Plant phenolics in sustainable agriculture*. R. Lone, R. Shuab, A. Kamili (eds.). Springer, Singapore, 2020 (doi: 10.1007/978-981-15-4890-1_13).
56. Sharma A., Sharma Ad., Sharma Aj., Kumar Y., Sharma P., Bhardwaj R., Sharma I. Polyphenol phytoalexins as the determinants of plant disease resistance. In: *Plant phenolics in biotic stress management*. R. Lone, S. Khan, A. Mohammed Al-Sadi (eds.). Springer, Singapore, 2024 (doi: 10.1007/978-981-99-3334-1_10).
57. Ahlawat Y.K., Singh M., Manorama K., Lakra N. Plant phenolics: neglected secondary metabolites in plant stress tolerance. *Brazilian Journal of Botany*, 2024, 47: 703-721 (doi: 10.1007/s40415-023-00949-x).
58. Nawaz M., Sun J., Shabbir S., Khattak W.A. A review of plants strategies to resist biotic and abiotic environmental stressors. *The Science of The Total Environment*, 2023, 900(2): 165832 (doi: 10.1016|j.csitotenv.2023.165832).
59. Solla A., Milanovic S., Gallardo A. Genetic determination of tannins and herbivore resistance in *Quercus ilex. Tree Genetics Genomes*, 2016, 12(6): 117 (doi: 10/1007/s11295-016-1069-9).
60. Kondrat'eva V.V., Voronkova T.V., Olekhnovich L.S., Semenova M.V., Enina O.L., Tkachenko O.B. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada*, 2022, 4: 11-17 (doi: 10.25791/BBGRAN.04.2022.1121) (in Russ.).