

Фузариозное усыхание генеративных органов винограда: особенности патогенеза и вредоносность

Евгения Георгиевна Юрченко, канд. с.-х. наук, зав. научным центром защиты и биотехнологии растений, yug.agroekos@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4788-3889>;

Надежда Васильевна Савчук, мл. науч. сотр., mishutina.nadin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1140-5332>;

Маргарита Владимировна Буровинская, мл. науч. сотр., rita-miss@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3450-5966>.

Федеральное государственное научное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350901, Россия, г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39

Аннотация. Представлены результаты четырехлетних исследований по изучению нового вредоносного заболевания винограда – фузариозного усыхания генеративных органов (*Fusarium proliferatum* Sheldon., *Fusarium oxysporum* Schlecht.). Сбор образцов для анализов производился в маршрутных учетах промышленных виноградников Таманского полуострова (Россия). Идентификацию грибов осуществляли с использованием морфолого-культуральных и молекулярно-генетического (ПЦР) методов. Патогенные штаммы грибов выделяли с помощью тестов Коха. Вредоносность устанавливали в полевом опыте с помощью искусственного заражения соцветий по снижению среднего веса грозди и уменьшению длины главной оси грозди. В патоконтакте инфекционного усыхания соцветий/гроздей выявлено около 22 видов микромицетов. Большая частота встречаемости отмечена у грибов из родов *Fusarium* Link; *Aspergillus* P. Micheli ex Haller; *Alternaria* Nees; *Cladosporium* Link, а также видов *Phomopsis viticola* (Sacc.) Sacc., *Botrytis cinerea* Pers. Впервые в качестве возбудителей усыхания генеративных органов для виноградников России установлены грибы рода *Fusarium* – *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, которые могут в качестве первичной инфекции заражать растения во время цветения через цветки, а также через поранения (раневого паразитизма). Наиболее часто в качестве вторичной инфекции фузариевые грибы выступают после поражения гроздей оомицетом *Plasmopara viticola* Berl. et Toni (милдью). Фузариоз генеративных органов винограда является вредоносным заболеванием и может вызвать значительное снижение урожайности. Высокая вредоносность отмечена при заражении винограда во время цветения, которое может привести к снижению массы грозди более чем на 50 %.

Ключевые слова: инфекционное усыхание соцветий/гроздей; комплекс микромицетов; грибы рода *Fusarium*; патогенность; вредоносность.

Введение. К наиболее распространенным заболеваниям, поражающим генеративные органы винограда, относятся оидиум (телеоморфа *Uncinula necator* (Schw.) Burr., анаморфа *Oidium tuckeri* Berk.), милдью (*Plasmopara viticola* Berl. et Toni), фомопсис (*Phomopsis viticola* (Sacc.) Sacc.), антракноз (*Elsinoe ampelina* (d. By.)

ORIGINAL RESEARCH

Fusarium cluster blight of grapes: features of pathogenesis and harmfulness

Evgeniya Georgievna Yurchenko, Nadezhda Vasilevna Savchuk, Margarita Vladimirovna Burovinskaya

Federal State Budget Scientific Institution North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy Str., 350901 Krasnodar, Russia

Abstract. The results of four years of research on a new harmful disease of grapes – *Fusarium* cluster blight (*Fusarium proliferatum* Sheldon., *Fusarium oxysporum* Schlecht.) are presented. Samples for analysis were collected in route records of commercial vineyards of the Taman Peninsula (Russia). Fungi were identified using morphological and cultural and molecular-genetic (PCR) methods. Pathogenic strains of fungi were isolated using Koch's tests. The harmfulness was established in a field experiment using artificial inoculation of inflorescences that reduced the average weight and length of the main axis of the cluster. About 22 species of micromycetes were identified in the pathocomplex of infectious blight of inflorescences/clusters. A high frequency of occurrence was observed in fungi from the genera *Fusarium* Link; *Aspergillus* P. Micheli ex Haller; *Alternaria* Nees; *Cladosporium* Link, as well as species *Phomopsis viticola* (Sacc.) Sacc., *Botrytis cinerea* Pers. For the first time, fungi of the genus *Fusarium* – *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, have been identified as pathogens of cluster blight in Russian vineyards. As a primary infection, they can affect plants during florification through flowers or wounds (wound parasitism). The most often, *Fusarium* fungi act as a secondary infection after the clusters are infected by the oomycete *Plasmopara viticola* Berl. et Toni (downy mildew). *Fusarium* cluster blight of grapes is a harmful disease, causing a significant decrease in yielding capacity. High harmfulness is noted when grapes are infected during florification. It leads to a reduction in the mass of bunch by more than 50 %.

Key words: infectious blight of inflorescences/clusters; complex of micromycetes; *Fusarium* fungi; pathogenicity; harmfulness.

Sher.), различные гнили (серая *Botrytis cinerea* (Pers.), белая (*Coniothyrium diplodiella* (Speg.) Sacc.), черная (*Guignardia bidwellii* (Ell.) V. & R.) и др.), которые проявляются в виде налетов, язв, пятнистостей, некрозов, гнилей или усыханий/увяданий. Возбудители могут развиваться как отдельно, так и в ассоциациях с другими видами микопатогенов [1–4]. Это особенно характерно для гнили ягод и усыхания гроздей. Например, в условиях Южного берега Крыма на поражаемом сорте винограда Мускат белый, в гниющих ягодах обнаружены *Botrytis cinerea* Pers., *Aspergillus niger* Tiegh., *Guignardia baccae* (Cav.) Jasz., *Rhizopus nigricans* Ehr., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *Penicillium* sp. Link [5].

В последние годы отмечается усиление вредоносности усыхания генеративных органов винограда, имеющих различные формы поражения, такие как частичное или полное усыхание ягод, черешков, гребней. Этиология заболевания различными исследователями трактуется противоречиво, большинство из них высказывают мнение, что усыхание или «атрофия», «паралич» гребней имеет

Как цитировать эту статью:

Юрченко Е.Г., Савчук Н.В., Буровинская М.В. Фузариозное усыхание генеративных органов винограда: особенности патогенеза и вредоносность // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2020; 22(4); С. 344-349. DOI 10.35547/IM.2020.40.10.010

How to cite this article:

Yurchenko E.G., Savchuk N.V., Burovinskaya M.V. Fusarium cluster blight of grapes: features of pathogenesis and harmfulness. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2020; 22(4): 344-349. DOI 10.35547/IM.2020.40.10.010 (in Russian)

УДК 632.4.01/08:632.24:634.8.07

Поступила 10.11.2020

Принята к публикации 19.11.2020

© Авторы, 2020

неинфекционное происхождение [6–12]. В отдельных работах авторы указывают, что из гребней с признаками усыхания выделялись микромицеты из родов *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Penicillium* Link, *Rhizopus* Ehrenb., *Alternaria* Nees, *Cladosporium* Link, *Chaetomium* Kunze, *Mycelia sterilia (nigra)*, *Mycelia sterilia (alba)*, *Ascomycetes* G. Winter и неидентифицированные дрожжи; против данного грибного комплекса учеными была разработана система защиты, основанная на применении химических препаратов.

Целью исследований было установить причину усыхания соцветий/гроздей винограда и выявить его вредоносность в условиях виноградников Таманского полуострова (Краснодарский край, Россия).

Объекты и методы исследований. Объектами исследований были соцветия и грозди винограда с признаками усыхания, комплекс микромицетов, штаммы грибов рода *Fusarium*, грозди винограда столового гибридного сорта Августин. Исследования проводились в период 2016–2019 гг. Место проведения исследований – промышленные виноградные насаждения АО агрофирмы «Южная», Темрюкского района Краснодарского края, расположенные на Таманском полуострове; микробиологическая лаборатория ФГБНУ СКФНЦСВВ (г. Краснодар).

Видовое разнообразие микромицетов устанавливали, выделяя их из соцветий/гроздей винограда с признаками усыхания, собранных с помощью маршрутных обследований виноградников [12–14]. Для выделения грибов использовали принятые в микробиологической практике методики – закладка во влажную камеру, посев на твердые питательные среды [15]. Идентификация грибов производилась по определителям Н.М. Пидопличко (1977), Саттон и др. (2001) и Leslie (2006) [16–18]. Тестирование на патогенность выделенных штаммов грибов, предполагаемых возбудителей усыхания генеративных органов винограда проводили с помощью триады Коха [19–20]. В скрининге на патогенность использовали молодые зеленые побеги в вегетационно-лабораторных опытах; изолированные соцветия и грозди вегетирующих кустов винограда – в полевых опытах.

Наблюдения за развитием заболевания и выявление вредоносности микопатогенов проводили на винограднике наиболее поражаемого столового сорта Августин в условиях полевого эксперимента. Для этого были выбраны модельные растения винограда, на которых проводилась инокуляция соцветий во время цветения споровой суспензией (5 мл) с подобранной инфекционной нагрузкой (106 КОЕ на г). Заражение растений проводили 3-мя способами: опрыскивание пульверизатором соцветий; с помощью укола стерильным шприцем в середину главной оси соцветия с последующим введением в место поранения суспензии спор гриба; с помощью укола в кончик соцветия и внесением суспензии спор. В качестве контрольного варианта брали вместо споровой суспензии стериль-

Таблица 1. Происхождение изучаемых штаммов *Fusarium proliferatum*
Table 1. The origin of the studied *Fusarium proliferatum* strains

№ штамма	Место отбора образцов	Сорт винограда	Период отбора биообразца
126	Отделение № 1 АФ «Южная»	Августин	июнь 2017
128	Отделение № 1 АФ «Южная»	Августин	июнь 2017
207	Отделение № 4 АФ «Южная»	Шардоне	июнь 2018

ную воду. Инокулированные органы изолировали с помощью марлевых мешочков. В каждом варианте было 4 повторности по 5 соцветий. На протяжении всего периода вели регулярный мониторинг изменений, происходящих на зараженных органах.

Вредоносность устанавливали по снижению средней массы грозди и уменьшению длины главной оси грозди (снижение товарности), использовали отраслевые методики [21].

Обсуждение результатов. В регулярном фитосанитарном мониторинге виноградников было установлено, что первые симптомы усыхания генеративных органов винограда появляются во время цветения, начинаясь с единичного усыхания цветков, плодоножек и кончика главной оси соцветий, затем развитие болезни продолжается на гроздях – на плодоножках и гребнях, которые усыхают вместе с ягодами. Заболевание может начаться в любой срок: в фазы цветения, роста ягод, формирования грозди и в период созревания. Если усыхание начинается в более поздние сроки, то отмечается различная локализация – на черешках, на осях первого и второго порядка, часто вместе с ягодами. Ткань гребней темнеет и усыхает. Для установления причины усыхания образцы генеративных органов с признаками некрозов и усыхания регулярно отбирали на анализ. Выявляли отдельно микокомплекс на соцветиях и на гроздях. В результате была установлена видовая структура микопатокмплекса усыхания генеративных органов винограда (табл. 2).

Всего было выделено около 22 видов микроскопических грибов. Анализ показал, что частота их встречаемости неодинакова и варьирует по годам, а видовое разнообразие отличается в зависимости от стадии развития генеративных органов и погодных условий. В период исследований 2016–2019 гг. чаще всего на соцветиях отмечались *Fusarium proliferatum* (17,1–36,0 %); *Phomopsis viticola* (10,6–30,8 %); *F. oxysporum* (10,3–27,0 %); *Aspergillus niger* (5,6–15,4 %); *F. sporotrichioides* (4,8–14,9 %); *Alternaria alternata* (5,6–13,4 %). На гроздях отмечен более широкий спектр видов, чем на соцветиях; наиболее часто встречающимся были *Fusarium sp.* (1,6–19,8 %); *Alternaria sp.* (8,8–19,6 %); *F. proliferatum* (5,9–17,5 %); *Botrytis cinerea* (15,2–17,5 %); *A. niger* (12,0–15,5 %); *Cladosporium herbarum* (7,9–14,4 %). В целом, микромицеты из родов *Fusarium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* и виды *Phomopsis viticola*, *Botrytis cinerea* составляли основной микокомплекс на генеративных органах винограда с признаками усыхания.

Анализ научной литературы [22–23] позволил предположить, что виды рода *Fusarium* могут быть

Таблица 2. Видовая структура микопатогенного комплекса усыхания генеративных органов винограда, Анапо-Таманская подзона, 2016–2019 гг.**Table 2.** The species structure of mycopathological complex of grape cluster blight of Anapa-Taman area, 2016–2019.

Вид возбудителя	Частота встречаемости, %							
	2016		2017		2018		2019	
	соцветия	грозди	соцветия	грозди	соцветия	грозди	соцветия	грозди
<i>Alternaria tenuissima</i> (Kunze ex Pers.) Wiltshire.	3,4	7,2	4,5	8,9	2,9	7,6	4,5	8,0
<i>Alternaria alternata</i> (Fries) Keissler	13,4	12,0	5,6	8,9	7,7	10,3	6,3	11,6
<i>Alternaria</i> sp.	-	8,8	2,2	10,9	-	19,6	2,8	11,6
<i>Aspergillus flavus</i> Link.	-	5,6	-	9,9	1,9	11,3	1,9	11,6
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.	-	-	-	3,0	-	-	-	-
<i>Aspergillus niger</i> V. Tiegh.	-	12,0	5,6	15,8	15,4	15,5	4,5	13,4
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arnaud	-	2,4	-	7,9	-	8,2	-	5,4
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	-	15,2	6,7	16,8	4,8	17,5	15,2	17,0
<i>Chaetomium</i> sp.	-	3,2	-	-	-	3,1	-	4,5
<i>Coniothyrium diplodiella</i> (Speg.) Sacc.	-	8,8	-	-	-	-	-	3,6
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresenius) De Vries	-	8,8	-	2,0	-	5,1	2,8	7,1
<i>Cladosporium herbarum</i> (Persoon) Link.	3,4	13,6	5,6	7,9	5,8	14,4	4,5	9,8
<i>Fusarium proliferatum</i> Sheldon.	17,1	12,8	36,0	5,9	27,9	17,5	17,0	7,1
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	4,8	1,6	-	2,0	14,9	8,3	5,4	8,9
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	10,3	9,6	27,0	7,9	20,2	11,3	9,8	8,9
<i>Fusarium</i> sp.	-	1,6	-	19,8	-	18,6	-	14,3
<i>Penicillium expansum</i> Link.	8,9	4,8	2,2	2,0	5,8	8,3	-	5,4
<i>Penicillium glaucum</i> Link.	5,5	4,0	-	3,0	2,9	11,3	-	-
<i>Phomopsis viticola</i> Sacc.	30,8	9,6	19,1	7,9	10,6	-	15,2	9,8
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.	-	3,2	-	5,0	-	11,3	-	9,8
<i>Trichotecium roseum</i> (Persoon) Link.	-	-	-	5,0	-	4,1	-	3,6
<i>Ulocladium</i> sp.	-	2,4	-	2,0	-	-	-	-
Всего образцов	146	75	89	101	104	97	112	128

одной из причин инфекционного усыхания генеративных органов винограда. Для этого была собрана коллекция штаммов грибов рода *Fusarium*, выделенных из пораженных органов (соцветий, гроздей) различных сортов. На основании первичного скрининга на патогенность, проведенного на молодых зеленых побегах, было выделено 19 патогенных изолятов, среди которых как наиболее агрессивные выделили 6, которые по морфолого-культуральным признакам были отнесены к 2-м видам: *F. proliferatum* и *F. oxysporum*. Проведенные молекулярно-генетические исследования подтвердили их видовую принадлежность [24–25].

Мониторинг усыханий соцветий/гроздей винограда показал, что появление возбудителей фузариоза в патоккомплексе усыхания может носить различный характер. В качестве вторичной инфекции в период цветения виды грибов рода *Fusarium* выступают после заражения соцветий возбудителем черной пятнистости – *Phomopsis viticola*. И особенно часто после поражения тканей генеративных органов возбудителем милдью – *Plasmopara viticola*, в период роста ягод и формирования грозди. Так, например, на гроздях винограда технического сорта Саперави, пораженно-

го милдью, в выявленном комплексе микромицетов основное место по количеству КОЕ на грамм сухого вещества занимал *Fusarium oxysporum*. На гроздях сорта Шардоне, пораженного милдью был выявлен комплекс микромицетов – *Aspergillus niger*, *Alternaria tenuissima*, *Fusarium proliferatum*, *Fusarium* sp. с преимущественным КОЕ на грамм сухого вещества у грибов рода *Fusarium*.

2017 и 2018 годы исследований отличались продолжительными высокотемпературными летними периодами, именно в эти годы была отмечена наиболее частая встречаемость фузариевых грибов в патоккомплексах усыханий. Была выдвинута рабочая гипотеза, что фузариевые грибы могут выступать в качестве первичных возбудителей усыханий соцветий, для проверки которой на винограднике столового сорта Августин в полевых условиях промышленных насаждений было проведено искусственное заражение соцветий винограда двумя патогенными штаммами гриба *F. proliferatum* – 126, 128 и одним *F. oxysporum* – 207. Заражение проводили несколькими способами.

Заражение способом укола в середину главной оси соцветия (способ 1). В ходе мониторинга через неделю после заражения было выявлено: на гроздях,

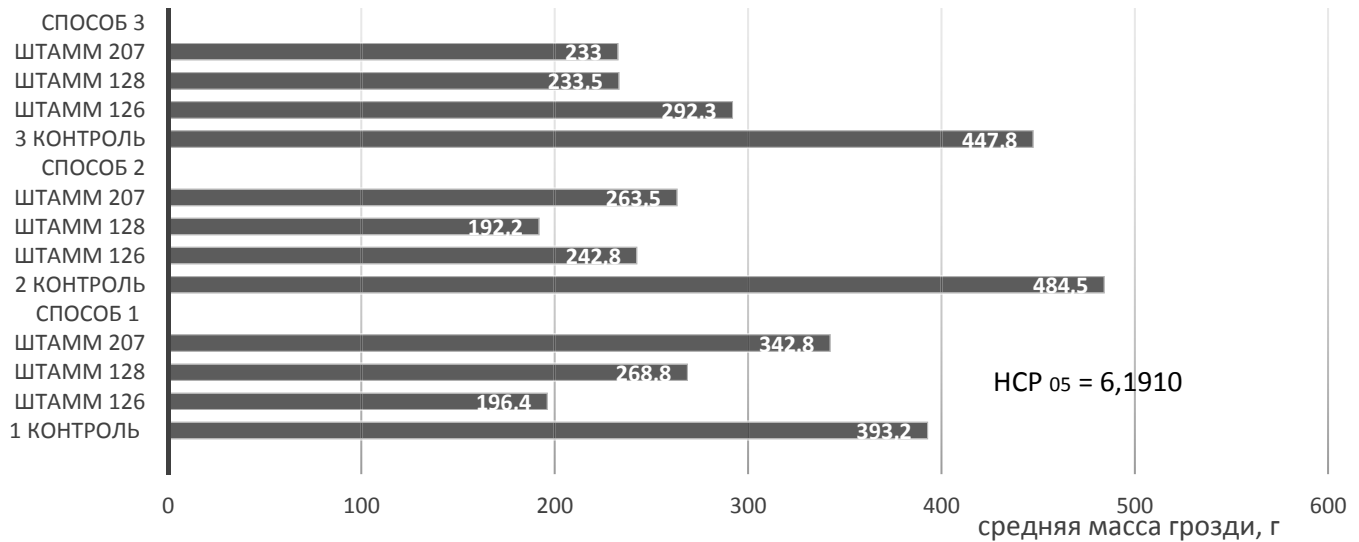


Рис. 1. Влияние заражения патогенными штаммами *Fusarium* на среднюю массу грозди, сорт Августин, АО Южная, Краснодарский край, 2019 г.

Fig. 1. Influence of infection with pathogenic *Fusarium* strains on the average weight of a bunch, 'Augustine' variety, JSC AF Yuzhnaya, Krasnodar region, 2019

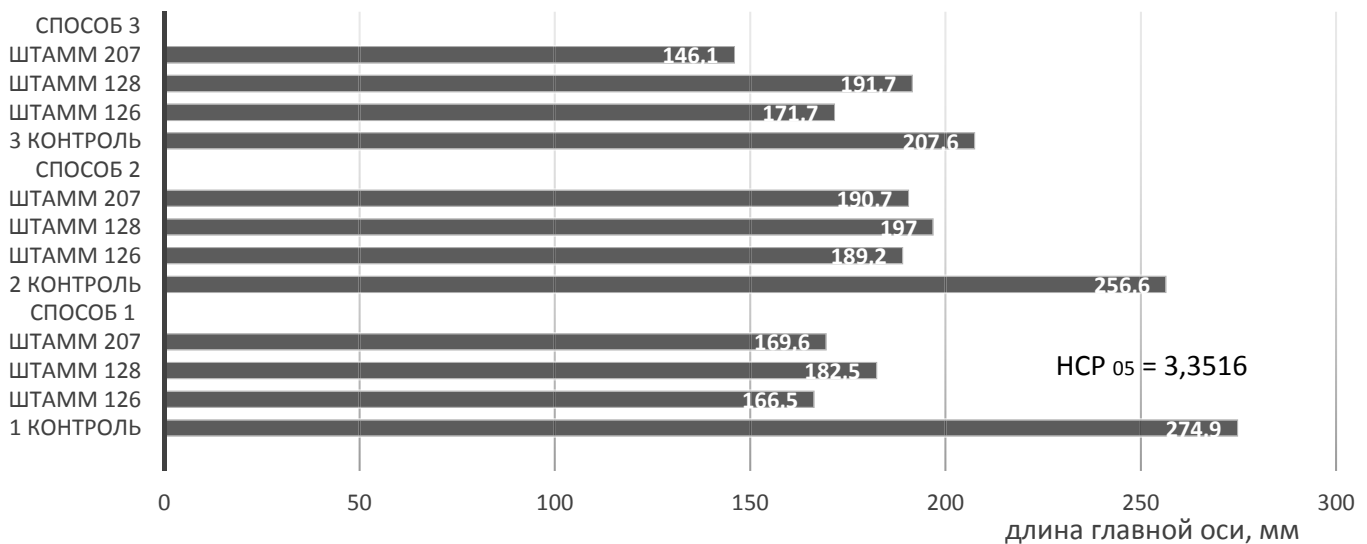


Рис. 2. Влияние заражения патогенными штаммами *Fusarium* на длину главной оси грозди, сорт Августин, АФ Южная, Краснодарский край, 2019 г.

Fig. 2. Influence of infection with pathogenic *Fusarium* strains on the length of the main axis of a bunch, 'Augustine' variety, JSC AF Yuzhnaya, Krasnodar region, 2019

зараженных штаммом 126, осыпание цветков, потемнение места укола, усыхание главной оси от места поранения к кончику соцветия до 35 %. При заражении штаммом 128 наблюдали осыпание цветков и усыхание гребней до 10–20 %. Для штамма 207 было характерно осыпание цветков, единичные усыхания гребней, а также потемнение мест поранения. В контрольном варианте патологические изменения тканей в местах поранения на гроздях отсутствовали.

Заражение способом укола в кончик главной оси соцветия (способ 2). При заражении соцветий штаммами 126 и 128 было выявлено потемнение тканей в местах поранения. Среди признаков заболевания также было отмечено осыпание цветков, причем в большей степени на кончике оси; усыхание гребней, достигающее до 30% от всей грозди. Для штамма 128 дополнительно была отмечена хрупкость усохших частей – обламывание ягод на конце грозди, даже при малейшем прикосновении. Для штамма 207 были характерны осыпания ягод на конце соцветий, а также

единичные усыхания гребней (до 20%). В контрольном варианте патологические изменения тканей в местах поранения на гроздях отсутствовали.

Заражение способом опрыскивания соцветий суспензией патогенного штамма без поранения (способ 3). Несмотря на то, что при заражении этим способом не было произведено поранения тканей, были выявлены признаки заболевания, такие же, как при других способах заражения. Так, например, при опрыскивании штаммом 126, наблюдалось сильное осыпание цветков, а также усыхание гребней до 35 %. У штаммов 128 и 207 усыхание гребней доходило до 40 %, отмечалось осыпание цветков. В контрольном варианте патологические изменения гроздей отсутствовали.

В период уборки была проведена оценка пораженности гроздей и связанного с этим ущерба (рис. 1, 2).

При заражении растений первым способом отмечалась следующая интенсивность развития болезни на гроздях в зависимости от штамма: шт. 126 – 79,2 %; шт. 128 – 66,7 %; шт. 207 – 45,8 %. При заражении

вторым способом: шт. 126 – 75,0 %; шт. 128 – 83,3 %; шт. 207 – 58,3 %. При заражении третьим способом: шт. 126 – 54,2 %; шт. 128 – 70,8 %; шт. 207 – 70,8 %.

Средняя масса грозди при заражении растений первым способом в зависимости от штамма снизилась на: шт. 126 – 50,1 %; шт. 128 – 31,6 %; шт. 207 – 12,8 %. При заражении вторым способом снизилась на: шт. 126 – 49,9 %; шт. 128 – 60,3 %; шт. 207 – 45,1 %. При заражении третьим способом снизилась на: шт. 126 – 34,7 %; шт. 128 – 47,9 %; шт. 207 – 48,0 %.

Длина главной оси грозди при заражении растений первым способом в зависимости от штамма уменьшилась на: шт. 126 – 39,4 %; шт. 128 – 33,6 %; шт. 207 – 38,3 %. При заражении вторым способом уменьшилась на: шт. 126 – 26,3 %; шт. 128 – 23,2 %; шт. 207 – 25,7 %. При заражении третьим способом уменьшилась на: шт. 126 – 17,3 %; шт. 128 – 7,7 %; шт. 207 – 29,6 %.

Таким образом, было доказано, что грибы *F. proliferatum* и *F. oxysporum* могут первично инфицировать растение как при нарушении целостности тканей независимо от места поранения, так и через цветок во время цветения. К признакам фузариозного поражения генеративных органов относятся усыхание и осыпание цветков, некроз тканей проводящих органов (черешки, гребни), частичное или полное усыхание соцветий/гроздей.

Анализ результатов проведенного эксперимента показал, что все три штамма фузариевых грибов проявили патогенность при инокуляции соцветий винограда разными способами в полевых условиях. При заражении растений во время цветения интенсивность развития болезни к моменту уборки может достигнуть 45,8–83,3 %. Поражение растений фузариозом снижает массу грозди на 12,8–60,3 % и уменьшает длину главной оси грозди на 7,7–39,4 %.

Выводы. Исследованиями установлено, что в современных ампелоценозах Западного Предкавказья (Таманская подзона) наиболее часто встречающимися видами микромицетов в патоккомплексах усыханий генеративных органов винограда являются грибы рода *Fusarium*.

Усыхание генеративных органов винограда может носить инфекционный характер, возбудителями которого выступают фузариевые грибы, к настоящему времени установлено два: *Fusarium proliferatum* Sheldon. и *Fusarium oxysporum* Schlecht. Вид *Fusarium proliferatum* Sheldon. был впервые определен как патогенный для виноградников России. В мировой научной литературе имеется лишь несколько сообщений о нем как о патогене винограда, вызывающем гниль ягод в Китае и Пакистане (2015, 2018) [22, 23, 26].

Фузариозное инфицирование соцветий/гроздей винограда может быть, как первичным, так и вторичным. Первичное заражение происходит в основном во время цветения – грибы рода *Fusarium* проникают в ткани генеративных органов через цветки или через поранения (раневой паразитизм). Наиболее часто в качестве вторичной инфекции фузариевые грибы выступают после поражения гроздей оомицетом *Plasmopara viticola* Sacc. (милдью).

Фузариоз генеративных органов винограда является вредоносным заболеванием и может вызвать значительное снижение урожайности. Высокая вредоносность отмечена при заражении винограда во время цветения, которое может привести к снижению массы грозди более чем на 50 %.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках госзадания № 0498-2019-0002.

Financing source

The research was conducted under public assignment No. 0498-2019-0002.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Стороженко Е.М. Болезни плодовых культур и винограда. Краснодар, 1970. 204 с.
2. Storozhenko E.M. Diseases of fruit crops and grapes. Krasnodar. 1970:204 p. (in Russian).
3. Чичинадзе Ж.А., Якушина Н.А., Скориков А.С., Странишевская Е.П. Вредители, болезни и сорняки на виноградниках. Киев: Аграрная наука, 1995. 304 с.
4. Chichinadze Zh.A., Yakushina N.A., Skorikov A.S., Stranishevskaya E.P. Pests, diseases and weeds in vineyards. Kiev: Agrarnaya nauka. 1995:304 p. (in Russian).
5. Талаш А.И., Пойманов В.Е., Агапова С.И. Защита винограда от болезней, вредителей и сорняков. Ростов-на-Дону: ООО «Дар». 2001. С. 7–27.
6. Talash A.I., Poymanov V.E., Agapova S.I. Protection of grapes from diseases, pests and weeds. Rostov-on-Don: LLC Dar. 2001:7–27 (in Russian).
7. Волков Я.А., Странишевская Е.П. Микокомплекс возбудителей гнилей ягод винограда на юге Украины и методы ограничения его вредоносности: методические рекомендации. Симферополь: ООО Издательство Полипресс, 2012. 48 с.
8. Volkov Ya.A., Stranishevskaya E.P. Mycocomplex of grape rot pathogens in the South of Ukraine and methods for limiting its harmfulness: guidelines. Simferopol: LLC Izdatel'stvo Polipress. 2012:48 p. (in Russian).
9. Алейникова Н.В., Галкина Е.С., Андреев В.В., Болотянская Е.А., Шапоренко В.Н. Этиология и контроль гнилей ягод винограда сорта Мускат белый в условиях Южного берега Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс], 2018. №54 (06): 110–123.
10. Aleynikova N.V., Galkina E.S., Andreev V.V., Bolotyanskaya E.A., Shaporenko V.N. Etiology and rot control of berries of 'Muscat White' grapes in the Crimea Southern coast conditions. Fruit growing and viticulture of South Russia. 2018;54(06):110–123 (in Russian).
11. Stellwaag-Kittler F. Aubere symptomatic der Stillahme an Trauben. Mitteilungen Klosterneuburg, 1983;33(3):94–98.
12. Козарь И.М., Березовская Е.А., Хорунжая Г.М. и др. Инфекционное усыхание виноградных кустов на Украине // Проблемные вопросы защиты винограда от вредных организмов: Матер. Всесоюз. научн.-практ. конф. 1990. С. 249–256.
13. Kozar' I.M., Berezovskaya E.A., Khorunzhaya G.M. et.al. Infectious blight of grape bushes in Ukraine. Problematic issues of protection of grapes from harmful organisms: Mater. of All-Union scientific-practical Conf. 1990:249–256 (in Russian).

- Russian).
8. Holzapfel B.P., Coomb B.G. Minerals and the incidence of grapevine bunchstem necrosis in South Australia. *Wein-Wissenschaft. Wiesbaden.* 1996;51(2):91-97.
 9. Кабанцова И.В. Усыхание гребней на виноградниках предгорного Крыма // Проблемные вопросы защиты винограда от вредных организмов: Матер. Всесоюз. научн.-практ. конф. 1990. С. 261-266.
 - Kabantsova I.V. Cluster blight in the vineyards of the foothill Crimea. Problematic issues of protection of grapes from harmful organisms. *Mater. of All-Union scientific-practical Conf.* 1990:261-266 (in Russian).
 10. Кабанцова И.В. Усыхание (паралич) гребней на винограде сорта Бастардо магарачский в предгорной зоне Крыма // Виноградарство и виноделие. Труды Научного центра винограда и вина «Магарач». 2000. Т.2, Кн. 3. С. 47-50.
 - Kabantsova I.V. Stem (paralysis) drying in vine cv 'Bastardo Magarachski' in the premountainous zone of the Crimea. *Proceedings of the Institute of grapes and wine Magarach.* 2000;2(3):47-50 (in Russian).
 11. Якушина Н.А., Скуридин О.А., Радионовская Я.Э. Методические рекомендации по фитосанитарному контролю заболевания винограда – усыхание гребней – на промышленных насаждениях АР Крым и проведение защитных мероприятий / Симферополь: Полипресс, 2011. 32 с.
 - Yakushina N.A., Skuridin O.A., Radionovskaya Ya. E. Guidelines for phytosanitary control of grape diseases – drying of ridges – on industrial plantations of the Crimea and carrying out protective measures. *Simpheropol: Polypress.* 2011:32p. (in Russian).
 12. Методика опытного дела и методические рекомендации СКЗНИИСиВ. / Краснодар, 2002. С. 143-176.
 - Experimental methods and guidelines NCZRINHV. *Krasnodar.* 2002:143-176 (in Russian).
 13. Система виноградарства Краснодарского края: методические рекомендации / Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2007. С. 95.
 - The system of viticulture of the Krasnodar territory: guidelines. *Krasnodar, SSI NCZRINHV.* 2007:95 (in Russian).
 14. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / СПб., 2009. 266 с.
 - Guidelines for registration tests of fungicides in agriculture. *St-Petersburg.* 2009: 266 p. (in Russian).
 15. Благовещенская Е.Ю. Микологические исследования: основы лабораторной техники: учебное пособие / М.: ЛЕНАНД, 2017. – 96 с.
 - Blagoveshchenskaya E.Yu. *Mycological research: fundamentals of laboratory technology: textbook.* М.: LENAND. 2017:96 p (in Russian).
 16. Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений: определитель в 3 т. Т. 3. Киев: Наукова Думка, 1977. 300 с.
 - Pidoplichko N.M. *Fungi-parasites of cultivated plants: a 3-vol. guide.* Vol. 3. Kiev: Naukova Dumka. 1977:300 p. (in Russian).
 17. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 486 с.
 - Sutton D., Forhergill A., Rinaldi M. *Guide to pathogenic and opportunistic fungi.* Moscow: Mir. 2001:486 p. (in Russian).
 18. Leslie J.F., Summerell B.A. *The Fusarium Laboratory Manual.* Oxford: Blackwell Publishing Ltd. 2006:388 p.
 19. Koch R. in *Verhandl. des X. International Med. Congress in Berlin, 1890.* Hirschwald. 1891:35-47 (in German).
 20. Ian Lipkin W. The changing face of pathogen discovery and surveillance. *Nature Reviews Microbiology.* 2013;11:133-141.
 21. Бондарев В.П., Захарова З.И. Агротехнические исследования по созданию интенсивных виноградных насаждений на промышленной основе / Новочеркасск, 1978. 173 с.
 - Bondarev V.P., Zakharova Z.I. *Agrotechnical research on the creation of intensive grape plantations on an industrial basis.* Novocherkassk. 1978:173 p. (in Russian).
 22. Wang C.W., Ai J., Liu Y.X., Lu H.Y., Fan S.T., Yang Y.M. *Fusarium avenaceum: a new pathogen causing amur grape (Vitis amurensis) fruit rot in Jilin Province.* *Plant Disease.* 2015; 99(6):899.
 23. Wang Y., Wang C.W., Gao J. First report of the *Fusarium proliferatum* causing fruit rot on grape (*Vitis vinifera*) in China. *Plant Disease.* 2015;99(8):1180.
 24. Yurchenko E.G., Savchuk N.V., Porotikova E.V., Vinogradova S.V. First report of grapevine (*Vitis* sp.) cluster blight caused by *Fusarium proliferatum* in Russia. *Plant Disease.* 2020;104(3). <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-05-19-0938-PDN>
 25. Савчук Н.В. Патогенные штаммы грибов рода *Fusarium* в ампелоценозах Западного Предкавказья // Перспективы инновационного развития аутентичного виноградарства и виноделия: Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 2019. С. 45-47.
 - Savchuk N.V. Pathogenic strains of fungi of the genus *Fusarium* in ampeloceneses of the Western Ciscaucasia. The prospects for innovative development of authentic viticulture and winemaking: Materials of the International Scientific Conference of Students, Post-graduate Students and Young Scientists. 2019:45-47 (in Russian).
 26. Ghuffar S., Irshad G., Zhai F., Aziz A., Azadullah H.M., Mehmood N., Yang H., Bashir A., Ahmed M.Z., Aslam M.F., Ahmed R. First report of *Fusarium proliferatum* causing fruit rot of grapes (*Vitis vinifera*) in Pakistan. *International Journal of Phytopathology.* 2018;7(2):85-88.