

УДК 632.4.01/.08:575.174.015.3:57.083.182

UDC 632.4.01/.08:575.174.015.3:57.083.182

DOI 10.30679/2219-5335-2019-6-60-148-162

DOI 10.30679/2219-5335-2019-6-60-148-162

**ВИДОВАЯ СТРУКТУРА
КОМПЛЕКСА МИКРОМИЦЕТОВ,
ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ГНИЛИ
СЕРДЦЕВИНЫ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**SPECIFIC STRUCTURE
OF MICROMYCETES COMPLEXES,
CAUSES OF ROTS
OF APPLE FRUITS CORE
IN THE KRASNODAR REGION**

Якуба Галина Валентиновна
канд. биол. наук
старший научный сотрудник
лаборатории биотехнологического
контроля фитопатогенов
и фитофагов
galyayaku@gmail.com

Yakuba Galina Valentinovna
Cand. Biol. Sci.
Senior Research Associate
of Biotechnological Control
of Phytopathogens
and Phytophages Laboratories
galyayaku@gmail.com

Астапчук Ирина Леонидовна
канд. биол. наук
младший научный сотрудник
лаборатории биотехнологического
контроля фитопатогенов
и фитофагов
irina_astapchuk@mail.ru

Astapchuk Irina Leonidovna
Cand. Biol. Sci.
Junior Research Associate
of Biotechnological Control
of Phytopathogens and Phytophages
Laboratories
irina_astapchuk@mail.ru

Насонов Андрей Иванович
канд. биол. наук
заведующий лабораторией
биотехнологического контроля
фитопатогенов и фитофагов
nasoan@mail.ru

Nasonov Andrei Ivanovich
Cand. Biol. Sci.
Head of Biotechnological Control
of Phytopathogens and Phytophages
Laboratories
nasoan@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Изучение гнили семенной камеры плодов яблони в насаждениях двух районов Краснодарского края позволило выявить микокомплекс из 7 видов грибов: 5 видов рода *Fusarium* Link и 2 вида рода *Alternaria* Nees. Встречаемость видов на сортах и в различных садах была неоднородной. Однако для каждого сорта и сада набор видов оказался уникальным.

Studying the rot of the seed chamber leads to the appearance of a micocomplex of 7 species fungi: 5 species of *Fusarium* Link and 2 species of *Alternaria* Nees. Presence of species on varieties in different gardens were heterogeneous. The set of plant species was unique for every variety and garden. The most number of species of pathogenic

Наибольшее число видов патогенных грибов было встречено на сорте Айдаред в Тимашевском районе. Два вида из рода *Fusarium* были обнаружены впервые как возбудители гнили плодов яблони в Краснодарском крае – *F. solani* (Mart.) Sacc. и *F. semitectum* Berk. & Ravenel. Оба вида найдены в Динском районе: один на сорте Ред Делишес, второй – на сорте Старкримсон. Установлено инфицирование цветков одновременно двумя или тремя патогенами, которые далее совместно развивались в семенной камере плода. Вид *F. Sporotrichioides* Sherb. был самым распространенным в патокомплексах. Изучение культуральных признаков изолятов выделенных в этом исследовании видов показало соответствие культуральных характеристик описанным ранее для этих таксономических единиц. У отдельных видов были отмечены различия в скорости роста, высоте, структуре и цвете воздушного мицелия. Большинство изолятов видов *F. solani*, *F. semitectum*, *F. proliferatum* (Matsushima), *A. tenuissima* Kunze ex Nees et T. Nees: Fries и *A. Alternata* (Fries) Keissler характеризовались быстрыми темпами роста. По структуре воздушного мицелия колоний встречались гомогенные изоляты – виды *F. solani*, *F. semitectum*, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc и гетерогенные изоляты – виды *F. proliferatum*, *F. sporotrichioides*. Цвет воздушного мицелия в большинстве случаев являлся гомогенным.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, ГНИЛИ СЕРДЦЕВИНЫ ПЛОДОВ, *FUSARIUM*, *ALTERNARIA*, ИЗОЛЯТ, МОРФОТИП

fungi was found on the Idared variety in the Timashevsky district. Two species of *Fusarium* was first discovered as rot causing agent of apple fruits in the Krasnodar Territory – *F. solani* (Mart.) Sacc and *F. semitectum* Berk. & Ravenel. Both species were found in the Dinsky district: one – at the Red Delicious variety, and the second – at the Starkrimson variety. Infection of flowers at the same time with two or three pathogens, which later co-developed in the seed chamber of the fruit, was established. The species of *F. sporotrichioides* Sherb. was the most common in pathocomplexes. A study of the morphological and cultural characteristics of isolates of selected species in this study showed that cultural characteristics corresponded to those described earlier for these taxonomic units. For some species, the differences in growth rate, height, structure and color of aerial mycelium were noted. Most isolates of the species *F. solani*, *F. semitectum*, *F. proliferatum* (Matsushima), *A. tenuissima* ex Nees et T. Nees: Fries, and *A. alternata* (Fries: Fries) Keissler were characterized by rapid growth rates. According to the structure of the colonial aerial mycelium, homogeneous isolates – species *F. solani*, *F. semitectum*, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc and heterogeneous isolates — species *F. proliferatum*, *F. sporotrichioides*, were found. The color of aerial mycelium in most cases was homogeneous.

Key words: APPLE-TREE, ROTS OF FRUIT CORE, *FUSARIUM*, *ALTERNARIA*, ISOLATE, MORPHOTYPE

Введение. На Северном Кавказе яблоня занимает от 60 до 90 % площади насаждений плодовых культур. Востребованность плодов яблони связана с их прекрасными вкусовыми качествами, лежкостью и транспортабельностью, а сама культура характеризуется повышенной адаптивно-

стью к абиотическим факторам среды, в частности зимостойкостью [1]. Однако в насаждениях яблони Краснодарского края в последние два десятилетия наблюдается снижение общего иммунитета у деревьев, ослабленных погодными стрессами.

С другой стороны, в меняющихся экологических условиях микромицеты, благодаря адаптационным свойствам, согласно принципу «плотной упаковки» Мак-Артура стремятся использовать для существования все возможности, предоставляемые средой, в том числе максимально увеличить биопродуктивность в конкретном биотопе [2]. Результатом является появление новой специализации у микроорганизмов, в частности органотропной. В агроценозе яблони процесс «упаковки», или дифференциации экологических ниш, привел не просто к появлению нового заболевания – «гниль сердцевины плодов», но и вывел его в группу доминантов [3].

В литературе имеются лишь отдельные сведения о гнили сердцевины плодов яблони. J. Rotem (1994) описывает заражение цветков яблони грибом *Alternaria alternata* (Fries: Fries) Keissler, который проникает в цветоложе и по мере созревания плода развивается в семенной камере [4]. Поражение яблони «сердцевинной гнилью», вызываемое грибами рода *Fusarium* Link, приводит А.И. Райлло (1950): заражение происходит через рыльце пестика. Затем споры прорастают, и мицелий через микропиле проникает в завязь.

Заболевание было распространено в Европе, Северной Америке, Новой Зеландии, а также в СССР: в Ленинградской, Курской областях, Украине, Узбекистане, на Северном Кавказе. Считалось, что поражаются сорта, у которых во время цветения чашечка цветка остается открытой или не вполне закрывается, например Кальвиль, Кандиль Синап, Антоновка. Однако в условиях сада болезнь не проявлялась. Она развивалась во время длительного хранения плодов и только при нарушении условий содержа-

ния плодов в холодильных камерах, например при повышенной температуре. Возбудителями гнили сердцевины были *F. avenacium* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W. G. Smith) Sacc., *F. oxysporum* Schlecht. и некоторые другие. Считалось, что единственным способом защиты от болезни является замена сортов на более защищенные от проникновения инфекции [5].

В связи с обнаружением с 2001 г. в насаждениях яблони Краснодарского края поражения плодов гнилью сердцевины на первом этапе исследований ежегодно определялся видовой состав возбудителей болезни, уточнялись признаки проявления, были проанализированы основные причины ее появления, разработаны элементы технологии защиты от болезни [6].

За период с 2009 по 2018 гг. были выявлены и идентифицированы один вид рода *Alternaria* Nees – *A. alternata* и семь видов рода *Fusarium*: *F. avenaceum*, телеоморфа *Gibberella avenaceae* R.J. Cook; *F. langsethiae* Torp and Nirenberg; *F. oxysporum*; *F. proliferatum* (Matsushima) Nirenberg, телеоморфа *Gibberella intermedia* (Kuhlmann) Samuels, Nirenberg, Siefert; *F. sambucinum* Fuskel, телеоморфа *Gibberella pulicaris* (Fr.) Sacc.; *F. sporotrichioides* Sherb.; *F. verticilloides* (Sacc.) Nirenberg, телеоморфа *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenw [3].

Актуальность продолжения исследований вызвана возрастанием распространенности, вредоносности данного заболевания, а также регулярным расширением видового состава комплекса видов, вызывающих гниль сердцевины плодов. Так, в Краснодарском крае с 2003 года количество участков плодоносящей яблони, на которых отмечается заражение цветков возбудителями гнили сердцевины, а также спектр поражаемых заболеваниями сортов ежегодно увеличиваются [7]. В то же время, как показал мониторинг 2018-2019 гг., эффективность разработанных для защиты от болезни мероприятий в отдельных садах недостаточная: не превышает

60-70 %. В связи с этим актуальными являлись выполненные в составе комплексной программы 0498-2019-0002 исследования по изучению структуры патогенного комплекса возбудителей гнили сердцевины плодов яблони в насаждениях Краснодарского края. Результаты изучения служат основой для разработки методов управления фитосанитарным состоянием, позволяющих нанести наименьший экологический урон агроценозам при обеспечении высокой эффективности защитных мероприятий.

Цель исследования: уточнить в меняющихся средовых условиях видовую структуру комплекса микромицетов, вызывающих гниль сердцевины плодов яблони, охарактеризовать культуральные признаки выделенных грибов в культуре *in vitro*.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись чистые культуры грибов-возбудителей гнили сердцевины плодов, выделенные в 2019 году. Сбор образцов с симптомами заболеваний произведен путем маршрутных обследований по общепринятым методикам в Краснодарском крае: две точки отбора в Динском и одна точка отбора в Тимашевском районе [1, 8].

Исследования проведены в 2019 году в лаборатории биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов ФГБНУ СКФНЦСВВ с использованием общепринятых и адаптированных методик [9, 10].

Выделение микромицетов осуществлено с использованием микробиологического метода. Без предварительной поверхностной стерилизации из семенной камеры свежих плодов брали части мицелия гриба и наносили его уколом в чашку Петри на картофельно-глюкозный агар (КГА). Культуральные признаки изолятов учитывали на 7 сутки роста при температуре 24-26 °С. Определение видового состава микопатогенов яблони, а также изучение культуральных признаков изолятов грибов проводилось с ис-

пользованием стандартных методик, отечественной и зарубежной определительной литературы [11-27].

Обсуждение результатов. В результате проведенных исследований были выделены 2 вида грибов рода *Alternaria* и 5 видов грибов рода *Fusarium* (табл. 1). При этом два вида из рода *Fusarium* были обнаружены впервые как возбудители гнили плодов яблони в Краснодарской крае: *F. semitectum* Berk. & Ravenel; *F. solani* (Mart.) Sacc.

Таблица 1 – Возбудители гнили сердцевины плодов яблони домашней (Краснодарский край, 2019)

Сорт, № образца		<i>F. solani</i>	<i>F. semitectum</i>	<i>F. avenaceum</i>	<i>F. sporotrichiodes</i>	<i>F. proliferatum</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>A. alternata</i>
Тимашевский р-н								
Айдаред	1			+	+			
	2				+	+		
	3			+	+	+		
Динской р-н								
Ред Делишес	1	+						
	2	+						
	3	+						
Старкримсон	1		+					
	2		+					
	3		+					
Новелла	1						+	
	2						+	+
	3						+	

Было подтверждено варьирование видового состава патогенного микоконплекса по месту отбора и по приуроченности к сорту (см. табл. 1). В Динском районе были выделены возбудители из обоих родов: *Fusarium* и *Alternaria*. При этом все виды патогенных грибов были найдены на плодах разных сортов. В Тимашевском районе были встречены виды только рода *Fusarium*; видовой состав и количество видов было иным, чем в промышленном насаждении яблони Динского района: все три гриба были выявлены на сорте Айдаред.



Особенностью этого заболевания является специфическая этиология – участие целого комплекса различных видов грибов в инфекционном процессе. За период 2015-2018 гг. доля совместного инфицирования цветков яблони возбудителями гнили сердцевины достигала 30 % от общего числа заражений. Наиболее распространенными патоконплексами были *A. alternata* – *F. sporotrichioides*; *A. alternata* – *F. sporotrichioides* – *F. proliferatum*; *F. oxysporum* – *F. avenaceum*; *F. sambucinum* – *F. sporotrichioides*, а самыми встречаемыми видами – *A. alternata* и *F. sporotrichioides* [3, 6, 7].

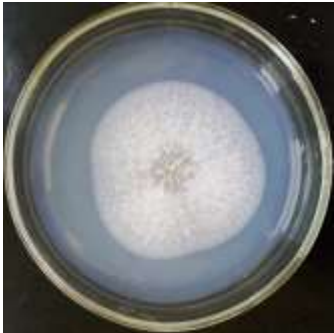
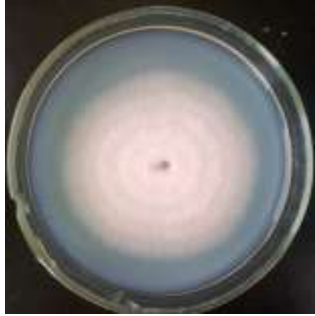
В 2019 году также было установлено инфицирование цветков одновременно двумя или тремя патогенами, которые далее совместно развивались в семенной камере плода, вид *F. sporotrichioides* был самым распространенным в патоконплексах.

Полученные результаты совместного развития в одной семенной камере плодов яблони нескольких видов возбудителей соответствуют принципу «плотной упаковки» Мак-Артура [2].

Найденные виды грибов были выделены в чистую культуру и подвергнуты культуральному анализу. Среди проанализированных культур у отдельных видов были отмечены различия в скорости роста, высоте, структуре и цвете воздушного мицелия (табл. 2).

Таблица 2 – Культуральные признаки изолятов видов *Alternaria* и *Fusarium*, возбудителей гнили сердцевины плодов

Фотография изолята	Морфолого-культуральный признак	Вариации признака
<i>Fusarium solani</i>		
	Диаметр	8,7 см
	Высота	1,0 мм
	Профиль	Плоский
	Форма	Правильная
	Край колонии	Ровный, реснитчатый
	Воздушный мицелий	Гомогенный, плотный, войлочный
	Центр колонии	Бугорок d=3 мм, темно-винный
	Цвет мицелия	Гетерогенный, цветовые зоны от центра: винный, бело-розовый, розовый, бело-розовый и розовый
	Реверс	Гетерогенный, повторяет цвет культуры
<i>Fusarium semitectum</i>		
	Диаметр	7,5 см
	Высота	2,0 мм
	Профиль	Приподнятый
	Форма	Правильная
	Край колонии	Ровный, реснитчатый, светлый
	Воздушный мицелий	Гомогенный, рыхлый, пушистый
	Центр колонии	Более светлый
	Цвет мицелия	Гетерогенный, винный
	Реверс	Гетерогенный, цветовые зоны

Фотография изолята	Морфолого- культуральный признак	Вариации признака
<i>Fusarium avenaceum</i>		
	Диаметр	6,0 см
	Высота	1,5 мм
	Профиль	Приподнятый
	Форма	Правильная
	Край колонии	Ровный, ворсинчатый
	Воздушный мицелий	Гомогенный, рыхлый, паутинистый
	Центр колонии	Углубление без воздушного мицелия
	Цвет мицелия	Гомогенный, белый с оттенком
	Реверс	Гомогенный, бело-серый
<i>Fusarium sporotrichioides</i>		
	Диаметр	6,7 см
	Высота	1,5 мм
	Профиль	Приподнятый
	Форма	Правильная
	Край колонии	Ровный, реснитчатый, светлый
	Воздушный мицелий	Гетерогенный, плотный, войлочный
	Центр колонии	Видна точка посева
	Цвет мицелия	Гомогенный, бело-розовый,
	Реверс	Гомогенный, бело-розовый

Фотография изолята	Морфолого- культуральный признак	Вариации признака
<i>Fusarium proliferatum</i>		
	Диаметр	9 см
	Высота	1-3 мм
	Профиль	Слабоконический
	Форма	Правильная
	Край колонии	Неровный, реснитчатый
	Воздушный мицелий	Гетерогенный, ватообразный
	Центр колонии	Более рыхлый мицелий
	Цвет мицелия	Гетерогенный, бело-серый
	Реверс	Гетерогенный, темный, слабая зональность
<i>Alternaria tenuissima</i>		
	Диаметр	8,0 см
	Высота	0,3 мм
	Профиль	Плоский
	Форма	Неправильная
	Край колонии	Волнистый, реснитчатый
	Воздушный мицелий	Гомогенный, плотный, войлочный
	Центр колонии	Бугорок, образованный плотным белым воздушным мицелием
	Цвет мицелия	Гетерогенный, в центре тёмно- серый с зеленоватым оттенком, затем белый, по краю серовато- белый
	Диаметр	8,0 см
Реверс	Гетерогенный, темно-серый с концентрическими зонами, по краю светлый	

Фотография изолята	Морфолого-культуральный признак	Вариации признака
<i>Alternaria alternata</i>		
	Диаметр	9,0 см
	Высота	4-5 мм
	Профиль	Приподнятый
	Форма	Правильная
	Край колонии	Ровный, реснитчатый
	Воздушный мицелий	Гомогенный, ватообразный, рыхлый
	Центр колонии	Белые вкрапления диаметром 2-3 мм
	Цвет мицелия	Серый
	Реверс	Гетерогенный, темно-серый, видны концентрические зоны

По скорости большинство изолятов видов *F. solani*, *F. semitectum*, *F. proliferatum*, *A. tenuissima* и *A. alternata* характеризовались быстрыми темпами роста и, как следствие, большими размерами культуры в диаметре ($d = 7-9$ см). Только у изолятов двух видов – *F. avenaceum* и *F. sporotrichioides* – культуры характеризовались средней скоростью роста ($d = 5-6$ см).

Большинство изученных изолятов имели приподнятый профиль с высотой воздушного мицелия свыше 1,5 мм. Исключение составили изоляты *F. solani* и *A. tenuissima*: высота их колоний не превышала 1мм.

По структуре воздушного мицелия колоний встречались гомогенные (однородные) изоляты – виды *F. solani*, *F. semitectum*, *F. avenaceum* и гетерогенные (неоднородные) изоляты – виды *F. proliferatum*,

F. sporotrichiodes. Плотность воздушного мицелия у видов варьировала от рыхлого до плотного, встречались изоляты с войлочным, паутинистым и ватообразным мицелием.

Цвет воздушного мицелия в большинстве случаев являлся гомогенным, однако явные цветовые переходы наблюдались у изолятов микромицета *F. Solani* – от бело-розового до темно-винного и *F. semitectum* – оттеночные варианты винного, а также у изолятов видов *F. proliferatum* и *A. tenuissima*, которые имели цветовую зональность от белого до темно-серого.

В целом, полученные на картофельно-глюкозном агаре культуральные признаки изолятов изученных видов соответствуют описанным в литературе характеристикам для этих таксономических единиц [11-27].

Выводы. В меняющихся средовых условиях уточнена видовая структура возбудителей гнили семенной камеры плодов яблони из насаждений Краснодарского края. Выявлен микокомплекс из 7 видов грибов: 5 видов рода *Fusarium* и 2 вида рода *Alternaria*. Встречаемость видов на сортах и в различных садах была неоднородной. Однако для каждого сорта и сада набор видов оказался уникальным.

Наибольшее число видов патогенных грибов было встречено на сорте Айдаред в Тимашевском районе. Два вида из рода *Fusarium* в качестве возбудителей гнили плодов яблони в Краснодарской крае были обнаружены впервые – *F. solani* и *F. semitectum*. Оба вида найдены в Динском районе: первый – на сорте Ред Делишес, второй – на сорте Старкримсон.

Изучение в культуре *in vitro* культуральных признаков изолятов, выделенных в этом исследовании видов, показало соответствие их характеристик описанным в литературе для этих таксономических единиц.

Литература

1. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству / Под общ. ред. Е.А. Егорова. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. 300 с.
2. Бондарцева М.А. Экоморофология грибов // Современная микология в России, Т. 2, Тез. докл. Второго съезда микологов России. М.: «Национальная академия микологии», 2008. С. 220-221.
3. Экологическое обоснование формирования фитосанитарно устойчивых многолетних агроценозов / Е.Г. Юрченко, Г.В. Якуба Г.В., М.Е. Подгорная, А.И. Насонов, И.Г. Мищенко, А.В. Васильченко, Ю.П. Кащиц // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 23. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2019. С. 176-180. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-23-176-180. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38191415> (дата публикации: 21.01.2019).
4. Rotem, J. The genus *Alternaria* / Biology, epidemiology and pathogenicity. – Minnesota: APS Press, 1994. – 326 p.
5. Райлло, А.И. Грибы рода фузариум / Под ред М.В. Горленко. М: Госуд. изд-во с.-х. лит-ры, 1950. 415 с.
6. Якуба Г.В. Структура патогенного комплекса возбудителей микозов наземной части растений яблони в условиях изменения климата // Научные труды ГНУ СКЗНИИСИВ. Т. 5. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2014. С. 151-157.
7. Якуба Г.В., Мищенко И.Г. Распространение грибов рода *Fusarium* на плодовых культурах юга России // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 58. С. 206-211. URL: https://vstisp.org/vstisp/images/Contents-58_volume.pdf (дата публикации: 01.10.2019).
8. Фитосанитарный и токсикологический мониторинг в садах и ягодниках. Краснодар, 2002. 57 с.
9. Методы экспериментальной микологии / Под ред. В.И. Билай. Киев: Наукова думка, 1973. 240 с.
10. Основные методы фитопатологических исследований / Под ред. Е.А. Чумакова. М.: Колос, ВНИИЗР, 1974. 189 с.
11. Фузариоз зерновых культур / Т.Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова, М.М. Левитин, К.В. Новожилов // Защита и карантин растений. 2011. № 5. Приложение. 51 с.
12. Ганнибал Ф.Б. Виды рода *Alternaria* в семенах зерновых культур в России // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42. № 2. С. 359–368.
13. Ганнибал Ф.Б., Орина А.С., Левитин М.М. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России // Защита и карантин растений. 2010. № 5. С. 30-32.
14. Ганнибал, Ф.Б. Мелкоспоровые виды рода *Alternaria* на злаках // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38. № 3. С. 19–28.
15. Левкина, Л.М. Род *Alternaria* Nees // Новое в систематике и номенклатуре грибов / Под ред. Ю.Т. Дьякова, Ю.В. Сергеева. М.: Национальная академия микологии, «Медицина для всех». 2003. С. 276-303.
16. Шипилова, Н.П. Систематика и диагностика грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах / Н.П. Шипилова, В.Г. Иващенко // СПб., 2008. 84 с.
17. Bottalico, A. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe/ A. Bottalico, G. Perrone // Eur. J. Plant Pathol. – 2002. – Vol. 108. – P. 611–624.
18. Gerlach, W. The genus *Fusarium* / W. Gerlach, H. Nirenberg // A pictorial Atlas. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirsch. Berlin-Dachlem, 1982. – 406 p.
19. Kosiak, B. *Alternaria* and *Fusarium* in Norwegian grains of reduced quality – a matched pair sample study / B. Kosiak B., M. Torp, E. Skjerve, Andersen B. // Inter. J. of Food Microbiol. –2004. – Vol. 93. – P. 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.10.006>

20. Michielse, C.B. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum* / C.B. Michielse, M. Rep // Mol. Plant Pathol. – 2009. – Vol. 10. – P. 311–324. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2009.00538.x
21. Nelson, P.E. *Fusarium* Species: An Illustrated Manual for Identification / P.E. Nelson, T.A. Toussoun, W.F.O. Marasas. – Pennsylvania State University Press, University Park and London, 1983. – 193 p.
22. Nicholson, P. Molecular tools to study epidemiology and toxicology of *Fusarium* head blight of cereals / P. Nicholson, E. Chandler, R.C. Draeger et al. // Eur. J. Plant Pathol. – 2003. – Vol. 109. – P. 691–703. DOI: 10.1023/A:1026026307430
23. Sarver, B.A.J. Novel *Fusarium* head blight pathogens from Nepal and Louisiana revealed by multilocus genealogical concordance / B.A.J. Sarver, T.J. Ward, L.R. Gale et al. // Fungal Genet. Biol. – 2011. – Vol. 48. – P. 1096–1107. DOI: 10.1016/j.fgb.2011.09.002
24. Simmons, E.G. *Alternaria* taxonomy: current status, viewpoint, challenge // In *Alternaria Biology, Plant Diseases and Metabolites*. – 1992. – Vol. 3. – P. 1–35.
25. Waalwijk, C. Major changes in *Fusarium* spp. in the Netherlands / C. Waalwijk, P. Kastelein, I. de Vries et al. // Eur. J. Plant Pathol. – 2003. – Vol. 109. – P. 743–754. DOI: 10.1023/A:1026086510156
26. Yli-Mattila, T. Molecular and morphological diversity of *Fusarium* species in Finland and northwestern Russia / T. Yli-Mattila, S. Paavanen-Huhtala, P. Parikka et al. // Eur. J. Plant Pathol. – 2004. – Vol. 110. – P. 573–585. DOI: 10.1023/B:EJPP.0000032397.65710.69
27. Yli-Mattila, T. *Fusarium sibiricum* sp. nov., a novel type A trichothecene-producing *Fusarium* from northern Asia closely related to *F. sporotrichioides* and *F. langsethiae* / T. Yli-Mattila, T.J. Ward, K. O'Donnell et al. // Int. J. Food Microbiology. – 2011. – Vol. 147. – P. 58–68. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.03.007

References

1. Metodicheskoe i analiticheskoe obespechenie issledovanij po sadovodstvu / Pod obshch. red. E.A. Egorova. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2010. 300 s.
2. Bondarceva M.A. Ekomorofologiya gribov // *Sovremennaya mikologiya v Rossii*, T. 2, Tez. dokl. Vtorogo s"ezda mikologov Rossii. M.: «Nacional'naya akademiya mikologii», 2008. S. 220-221.
3. Ekologicheskoe obosnovanie formirovaniya fitosanitarno ustojchivyh mnogoletnih agrocenozov / E.G. Yurchenko, G.V. Yakuba G.V., M.E. Podgornaya, A.I. Nasonov, I.G. Mishchenko, A.V. Vasil'chenko, Yu.P. Kashchic // *Nauchnye trudy SKFNCSVV*. T. 23. Krasnodar: FGBNU SKFNCSVV, 2019. S. 176-180. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-23-176-180. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38191415> (data publikacii: 21.01.2019).
4. Rotem, J. The genus *Alternaria* / *Biology, epidemiology and pathogenicity*. – Minnesota: APS Press, 1994. – 326 r.
5. Rajillo, A.I. Griby roda fuzarium / Pod red M.V. Gorlenko. M: Gosud. izd-vo s.-h. lit-ry, 1950. 415 s.
6. Yakuba G.V. Struktura patogenogo kompleksa vzbuditelej mikozy nazemnoj chasti rastenij yabloni v usloviyah izmeneniya klimata // *Nauchnye trudy GNU SKZNIISiV*. T. 5. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2014. S. 151-157.
7. Yakuba G.V., Mishchenko I.G. Rasprostranenie gribov roda *Fusarium* na plodovykh kul'turah yuga Rossii // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2019. T. 58. S. 206-211. URL: https://vstisp.org/vstisp/images/Contents-58_volume.pdf (data publikacii: 01.10.2019).
8. Fitosanitarnyj i toksikologicheskij monitoring v sadah i yagodnikah. Krasnodar, 2002. 57 s.
9. Metody eksperimental'noj mikologii / Pod red. V.I. Bilaj. Kiev: Naukova dumka, 1973. 240 s.

10. Osnovnye metody fitopatologicheskikh issledovaniy / Pod red. E.A. Chumakova. M.: Kolos, VNIIZR, 1974. 189 s.
11. Fuzarioz zernovykh kul'tur / T.Yu. Gagkaeva, O.P. Gavrilova, M.M. Levitin, K.V. Novozhilov // Zashchita i karantin rastenij. 2011. № 5. Prilozhenie. 51 s.
12. Gannibal F.B. Vidy roda *Alternaria* v semenah zernovykh kul'tur v Rossii // Mikologiya i fitopatologiya. 2008. T. 42. № 2. S. 359–368.
13. Gannibal F.B., Orina A.S., Levitin M.M. Al'ternariozy sel'skohozyajstvennykh kul'tur na territorii Rossii // Zashchita i karantin rastenij. 2010. № 5. S. 30-32.
14. Gannibal, F.B. Melkosporovyie vidy roda *Alternaria* na zlakah // Mikologiya i fitopatologiya. 2004. T. 38. № 3. S. 19–28.
15. Levkina, L.M. Rod *Alternaria* Nees // Novoe v sistematike i nomenklature gribov / Pod red. Yu.T. D'yakova, Yu.V. Sergeeva. M.: Nacional'naya akademiya mikologii, «Medicina dlya vsekh». 2003. S. 276-303.
16. Shipilova, N.P. Sistematika i diagnostika gribov roda *Fusarium* na zernovykh kul'turah / N.P. Shipilova, V.G. Ivashchenko // SPb., 2008. 84 s.
17. Bottalico, A. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe/ A. Bottalico, G. Perrone // Eur. J. Plant Pathol. – 2002. – Vol. 108. – P. 611–624.
18. Gerlach, W. The genus *Fusarium* / W. Gerlach, H. Nirenberg // A pictorial Atlas. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirsch. Berlin-Dachlem, 1982. – 406 p.
19. Kosiak, B. *Alternaria* and *Fusarium* in Norwegian grains of reduced quality – a matched pair sample study / V. Kosiak B., M. Torp, E. Skjerve, Andersen B. // Inter. J. of Food Microbiol. –2004. – Vol. 93. – R. 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.10.006>
20. Michielse, C.B. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum* / S.V. Michielse, M. Rep // Mol. Plant Pathol. – 2009. – Vol. 10. – P. 311–324. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2009.00538.x
21. Nelson, P.E. *Fusarium* Species: An Illustrated Manual for Identification / P.E. Nelson, T.A. Toussoun, W.F.O. Marasas. – Pennsylvania State University Press, University Park and London, 1983. – 193 p.
22. Nicholson, P. Molecular tools to study epidemiology and toxicology of *Fusarium* head blight of cereals / R. Nicholson, E. Chandler, R.C. Draeger et al. // Eur. J. Plant Pathol. – 2003. – Vol. 109. – P. 691–703. DOI: 10.1023/A:1026026307430
23. Sarver, B.A.J. Novel *Fusarium* head blight pathogens from Nepal and Louisiana revealed by multilocus genealogical concordance / B.A.J. Sarver, T.J. Ward, L.R. Gale et al. // Fungal Genet. Biol. – 2011. – Vol. 48. – P. 1096–1107. DOI: 10.1016/j.fgb.2011.09.002
24. Simmons, E.G. *Alternaria* taxonomy: current status, viewpoint, challenge // In *Alternaria* Biology, Plant Diseases and Metabolites. – 1992. – Vol. 3. – P. 1–35.
25. Waalwijk, C. Major changes in *Fusarium* spp. in the Netherlands / S. Waalwijk, R. Kastelein, I. de Vries et al. // Eur. J. Plant Pathol. – 2003. – Vol. 109. – P. 743-754. DOI: 10.1023/A:1026086510156
26. Yli-Mattila, T. Molecular and morphological diversity of *Fusarium* species in Finland and northwestern Russia / T. Yli-Mattila, S. Paavanen-Huhtala, R. Parikka et al. // Eur. J. Plant Pathol. – 2004. – Vol. 110. – P. 573–585. DOI: 10.1023/B:EJPP.0000032397.65710.69
27. Yli-Mattila, T. *Fusarium sibiricum* sp. nov., a novel type A trichothecene-producing *Fusarium* from northern Asia closely related to *F. sporotrichioides* and *F. langsethiae* / T. Yli-Mattila, T.J., Ward, K. O'Donnell et al. // Int. J. Food Microbiology. – 2011. – Vol. 147. – P. 58–68. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.03.007