

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОМИЦЕТОВ НА ОВСЕ ПОСЕВНОМ (*AVENA SATIVA* L.) В УСЛОВИЯХ СТУПИНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

DOI: 10.30901/2227-8834-2019-3-96-105

УДК 636.086.13: 632.4

Поступление/Received: 30.08.2019

Принято/Accepted: 18.09.2019

Ю. И. ВАРГАЧ^{1*}, С. Е. ГОЛОВИН¹, И. Г. ЛОСКУТОВ²¹ *Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, 115598 Россия, г. Москва, ул. Загорьевская, 4;*^{*} ulvargach@gmail.com² *Федеральный исследовательский центр**Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР),**190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44;*i.loskutov@vir.nw.ruRESEARCH ON MICROMYCETES IN OATS (*AVENA SATIVA* L.)

UNDER THE CONDITIONS OF STUPINO DISTRICT, MOSCOW PROVINCE

J. I. VARGACH^{1*}, S. E. GOLOVIN¹, I. G. LOSKUTOV²¹ *All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery (ARHIBAN),**4 Zagoryevskaya St., Moscow 115598, Russia;*^{*} ulvargach@gmail.com² *N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR),**42, 44 Bolshaya Morskaya Street,**St. Petersburg 190000, Russia;*i.loskutov@vir.nw.ru

Актуальность. Грибные болезни являются ключевой причиной ухудшения качества зерна и понижения урожая зерновых и зернофуражных культур. Сокращение посевных площадей и, как следствие, нарушение правил севооборотов, перенасыщение их зерновыми культурами, весенне-летние засухи содействуют массовому появлению и обширному распространению новых облигатных и факультативных заболеваний во всех регионах страны. Поэтому сейчас особо остро стоит вопрос о поиске разнообразных доноров и источников устойчивости. **Объект исследования** – зерновки 41 образца овса из коллекции генетических ресурсов растений ВИР, полученные в 2016–2018 гг. в полевых севооборотах НИО генофонда Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства (ВСТИСП; п. Михнево, Ступинский р-н, Московская обл.). Выявление видового разнообразия микромицетов на зерне проводилось **методом** «влажных камер» Литвинова и световой микроскопии. Видовую принадлежность микромицетов определяли по определителям. **Результаты.** Установлен преобладающий паток-комплекс микромицетов на зерне овса в Московской области из родов: *Alternaria* (*A. infectoria*, *A. tenuissima*), *Cladosporium* (*Cl. cladosporioides*, *Cl. herbarum*) и *Fusarium* (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. heterosporum*, *F. nivale* var. *nivale*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *F. sporotrichioides* var. *minus*, *F. tricinctum*). **Заключение.** Выделены образцы, характеризовавшиеся наименьшей зараженностью фитопатогенами – голозерный Местный (к-15290, Великобритания), пленчатые – ‘Буланый’ (к-15277, РФ, Московская обл.) и ‘Закат’ (к-15384, Украина). Фузариевые грибы на данных образцах были представлены одним видом – *F. avenaceum*.

Ключевые слова: овес пленчатый, овес голозерный, микромицеты, патогены, болезни зерновых.

Background. Fungal diseases are the main cause of the deterioration of grain quality and lower yield of cereals crops. Reduction of acreage, and, as a consequence, violation of crop rotation rules, oversaturation of fields with cereals, spring and summer droughts contribute to the mass emergence and widespreading of new obligate and facultative diseases in all regions of the country. Therefore, the search for a variety of donors and sources of sustainability is a vital task. **Materials and methods.** Materials engaged in the research were kernels of 41 oat accessions from the VIR collection of plant genetic resources, obtained in 2016–2018 in field crop rotations by the Genetic Diversity Research Department of ARHIBAN (Mikhnevo, Stupino District, Moscow Province). The specific diversity of micromycetes in grain was identified using Litvinov’s “wet chambers” technique and light microscopy. **Results.** The dominant pathocomplex of micromycetes in oat grain in Moscow Province was found to belong to the genera *Alternaria* (*A. infectoria*, *A. tenuissima*), *Cladosporium* (*Cl. cladosporioides*, *Cl. herbarum*) and *Fusarium* (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. heterosporum*, *F. nivale* var. *nivale*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *F. sporotrichioides* var. *minus*, and *F. tricinctum*). **Conclusion.** The hulled cultivars ‘Bulanyi’ (VIR-15277, Russia, Moscow Prov.) and ‘Zakat’ (VIR-15384, Ukraine), and the naked cultivar Mestnyi (VIR-15290, UK) demonstrated the least contamination with pathogens: *Fusarium* fungi in these accessions were represented by one species – *F. avenaceum*.

Key words. hulled oats, naked oats, micromycetes, pathogens, diseases of cereals.

Введение

По данным ФАО (FAOSTAT, 2018), потери урожая зерновых и зернофуражных культур от болезней составляют в мире порядка 9%. Болезни не только снижают урожай, но также являются основной причиной ухудшения качества зерна. За минувшие годы, ввиду ряда факторов, фитосанитарная обстановка на полях РФ ухудшилась. Наблюдается рост заболеваемости растений (Batalova, 2008), численности насекомых-вредителей, их активизация и миграция в северном направлении. Нарушение правил севооборотов, перенасыщение

их зерновыми культурами, весенне-летние засухи содействуют массовому появлению и обширному распространению новых облигатных и факультативных заболеваний. Ключевыми вредоносными заболеваниями овса в России являются корончатая и стеблевая ржавчины, пыльная и твердая головня. Начиная с 2000 г. ученые во всем мире обратили внимание на известное ранее, но недостаточно изученное заболевание – фузариоз зерна (Gavrilova et al., 2016). Все более вредоносными становятся факультативные грибные заболевания – гельминтоспориоз, септориоз, миратециум, корневые гнили, оливковая плесень.

Использование в производстве восприимчивых к болезням и вредителям генетически близких по генам устойчивости сортов может привести к эпифитотиям. Поэтому сейчас особенно остро стоит вопрос о поиске и выведении разнообразных доноров и источников устойчивости. Целью нашего исследования было уточнение видового состава микромицетов, входящих в патоккомплекс на овсе и ячмене в условиях Ступинского района Московской области и выделение наименее пораженных образцов.

Материалы и методы

Выявление видового разнообразия микромицетов на зерне и, в первый год изучения, на корнях и стеблях растений проводили в отделе биотехнологии и защиты растений Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства (ВСТИСП) в 2016–2019 гг. методом «влажных камер» Литвинова (Litvinov, 1969) и световой микроскопии.

Объектами исследований были 41 образец овса из коллекции ВИР, которые относились к гексаплоидному ($2n = 42$) культурному виду *Avena sativa* L. Данный набор образцов имел широкое эколого-географическое происхождения с различной степенью селекционной проработки (местные, примитивно-селекционные и современные селекционные сорта). Среди образцов овса посевного 21 относится к пленчатому подвиду (*A. sativa* subsp. *sativa* Rod. et Sold.), 20 – к голозерному (*A. sativa* subsp. *nudisativa* (Husnot.) Rod. et Sold.).

Образцы были получены с полевого севооборота НИО генофонда ВСТИСП (пос. Михнево, Ступинский р-н, Московская обл.) в 2016–2018 гг. Фенологические наблюдения и иммунологические оценки проводились согласно методическим указаниям, разработанным в ВИР (Loskutov et al., 2012).

Для изучения зараженности образцов, материал (зерновки, корни и стебли) помещали во влажные камеры на 8–10 суток (после поверхностной стерилизации полови-

ны из них 70-процентным этанолом, другой половины – дистиллированной водой).

Некоторые изоляты грибов для уточнения видовой принадлежности помещали на картофельно-сахарозную агаризированную (КГА) среду (Gagkaeva et al., 2011). Видовую принадлежность микромицетов определяли по определителям (Pidoplichko, 1977; Gerlach, Nirenberg, 1982; Simmons, 2007; Bensch et al., 2012).

Результаты и обсуждение

В результате микологических исследований нами было идентифицировано в общей сложности 46 видов микромицетов с различной степенью встречаемости, которая была обусловлена абиотическими факторами и устойчивостью образцов. Чаще всего фиксировались грибы из родов *Alternaria* Sacc., *Fusarium* Link ex Fr., *Cladosporium* Link, *Acremonium* Fr., *Rhizopus* Ehrenb., которые, по сообщениям многих исследователей, входят в патоккомплекс на зерновых культурах (Grigoriev, 2016; Kiseleva et al., 2016; Gavrilova et al., 2016). На рисунке 1 и в таблице 1 отображены основные фитопатогены, которые были обнаружены за годы изучения.

Среди видов из рода *Alternaria* на растениях овса в 2016 г. доминировал вид *A. infectoria* E. G. Simmons (рис. 4), а в 2017 и 2018 г. – *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire (рис. 5); последний доминировал по частоте встречаемости (см. табл. 1).

Из видов рода *Cladosporium* наиболее часто встречались два: *Cl. cladosporioides* (Fres.) de Vries и *Cl. herbarum* (Pers.) Link ex Fr., при том что первый вид имел частоту встречаемости значительно выше (см. табл. 1).

Из грибов рода *Fusarium* наиболее часто встречались такие виды, как *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. (19,2%), *F. proliferatum* (Matsush.) Nirenberg (16,9%), *F. poae* (Peck.) Wollenw. (16,7%) (рис. 2), *F. heterosporum* Ness & T. Ness (8%), реже *F. oxysporum* Schldtl., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. (рис. 3), *F. nivale* (Fr.) Sorauer, *F. solani* (Mart.) Sacc.

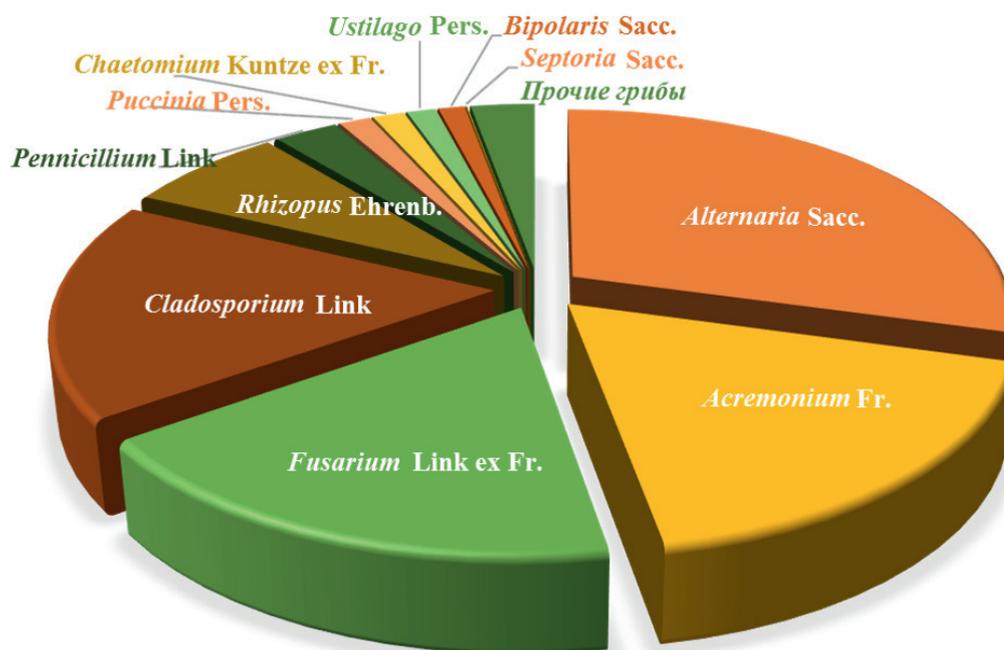


Рис. 1. Родовой состав микоценоза зерна овса (%)

Fig. 1. Generic composition of the mycocenosis on oat grain (%)

Таблица 1. Видовой состав микоценоза зерна овса (Михнево, 2016–2018 гг.)
Table 1. Species composition of the mycocenosis on oat grain (Mikhnevo, 2016–2018)

Виды грибов	Частота встречаемости, %							
	Пленчатые формы				Голозерные формы			
	2016	2017	2018	\bar{X}	2016	2017	2018	\bar{X}
<i>Acremoniella atra</i>	0,8	–	–	0,8	–	–	–	–
<i>Acremonium</i> spp.	47,7	34,9	68,3	50,3	31,9	46,7	70,8	49,8
<i>Alternaria</i> spp.	31,8	0,8	–	16,3	18,8	0,8	–	9,8
<i>A. infectoria</i>	28,0	4,0	–	16,0	11,8	1,7	–	6,7
<i>A. tenuissima</i>	29,5	92,9	85,7	69,4	17,4	53,3	55,0	41,9
<i>Arthrotrichum oligospora</i>	1,5	–	–	1,5	3,5	–	–	3,5
<i>Aspergillus</i> spp.	–	–	–	–	0,7	–	–	0,7
<i>Aureobasidium</i> spp.	–	–	0,8	0,8	–	–	–	–
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	6,1	0,8	–	3,4	6,3	0,8	0,8	2,6
<i>Chaetomium</i> spp.	1,5	0,8	15,1	5,8	0,7	–	0,8	0,8
<i>Cladosporium</i> spp.	42,4	–	–	42,4	38,2	–	–	38,2
<i>Cl. cladosporioides</i>	0,8	28,6	23,8	17,7	–	48,3	13,3	30,8
<i>Cl. herbarum</i>	0,8	22,2	7,1	10,0	–	7,5	5,8	6,7
<i>Compostosporium</i> spp.	–	0,8	–	0,8	–	0,8	–	0,8
<i>Fusarium</i> spp.	7,6	8,7	0,8	5,7	7,6	9,2	1,7	6,2
<i>F. avenaceum</i>	15,9	15,9	2,4	11,4	4,9	10,8	–	7,8
<i>F. culmorum</i>	1,5	–	–	1,5	2,1	–	–	2,1
<i>F. heterosporum</i>	3,0	1,6	0,8	1,8	7,6	9,2	1,7	6,2
<i>F. nivale</i> var. <i>nivale</i>	3,0	–	0,8	1,9	–	1,7	–	1,7
<i>F. oxysporum</i>	–	1,6	3,2	2,4	2,8	4,2	4,2	3,7
<i>F. poae</i>	13,6	3,2	9,5	8,8	10,4	3,3	10,0	7,9
<i>F. proliferatum</i>	16,7	4,8	1,6	7,7	7,6	9,2	10,8	9,2
<i>F. solani</i>	–	0,8	–	0,8	1,4	–	–	1,4
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	1,5	4,0	–	2,7	1,4	3,3	–	2,4
<i>F. tricinctum</i>	–	0,8	2,4	1,6	3,5	–	1,7	2,6
<i>Penicillium</i> spp.	4,5	2,4	4,8	3,9	13,9	9,2	30,0	17,7
<i>Puccinia graminis</i> var. <i>avenae</i>	0,8	10,3	1,6	4,2	2,1	3,3	–	2,7
<i>Rhizopus</i> spp.	31,8	0,8	15,9	16,2	31,3	5,8	78,3	38,5
<i>Stigmella trimera</i>	–	4,8	–	4,8	–	0,8	0,8	0,8
<i>Thrioderma</i> spp.	–	–	–	–	0,7	–	–	0,7
<i>Thriothecium roseum</i>	–	0,8	2,4	1,6	0,7	–	–	0,7
<i>Ustilago avenae</i>	1,5	13,5	1,6	5,5	–	–	–	–
<i>Septoria avenae</i>	0,8	–	–	0,8	–	–	–	–
<i>Mucor</i> spp.	1,5	–	–	1,5	–	–	–	–
<i>Laptochaeria avenaria</i>	0,8	–	–	0,8	–	–	–	–
<i>Rhizoctonia solani</i>	0,8	–	–	0,8	–	–	–	–
<i>Torula</i> spp.	–	–	–	–	0,7	–	–	0,7
<i>Helicomyces</i> spp.	–	–	–	–	0,7	–	–	0,7
Бактерии	3,8	0,8	–	2,3	3,5	4,2	1,7	3,1
Прочие грибы	1,5	–	1,6	1,6	6,3	0,8	–	7,1



Рис 2. Макро- и микроконидии *Fusarium poae*
(Михнево, 2016)

Fig. 2. Macro- and microconidia of *Fusarium poae*
(Mikhnevo, 2016)



Рис 4. Конидии *Alternaria infectoria*
(Михнево, 2016)

Fig. 4. Conidia of *Alternaria infectoria*
(Mikhnevo, 2016)



Рис 3. Макроконидии *Fusarium culmorum*
(Михнево, 2016)

Fig. 3. Macroconidia of *Fusarium culmorum*
(Mikhnevo, 2016)



Рис 5. Конидии *Alternaria tenuissima*
(Михнево, 2017)

Fig. 5. Conidia of *Alternaria tenuissima*
(Mikhnevo, 2016)

Исследуемые образцы в 2016–2017 гг. были сильно заражены возбудителем ржавчины зерновых – грибом *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *avenae* Eriks. Частота встречаемости этого гриба составила 56,2% на растениях овса и 6% на зерновках (см. табл. 1). Возбудитель красно-бурой пятнистости *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, (= *Helminthosporium sativum* Pammel, C.M. King & B.) был выделен на зерне 5% проанализированных образцов.

Встречались видоспецифические патогены, такие как возбудитель пыльной головни овса – *Ustilago avenae* (Pers.) Jens. и возбудитель септориоза овса – *Septoria avenae* Frank.

Почвенные микромицеты *Rhizoctonia solani* (J.G. Kühn), *Cylindrocarpon* Wollenw. spp., *Pythium Pringsheim* spp., *Typhula* (Pers.) Fr. spp., которые известны как возбудители корневых и прикорневых гнилей многих культурных растений, встречались очень редко.

Многие грибы из рода *Acremonium* Link (*Cephalosporium*) могут являться микопаразитами и паразитировать на гифах других почвенных грибов. В частности, в нашем исследовании мы наблюдали, как некоторые виды из этого рода паразитировали на гифах таких микромицетов, как *Rhizopus nigricans* (Ehrenb.) Vuill., *Alternaria* spp. и *Bipolaris sorokiniana*.

Некоторые различия по видовому составу микромицетов наблюдаются между образцами овса. Наименьшее количество фузариевых грибов за три года было найдено на голозерном образце Местный (к-15290) (табл. 2) и на пленчатых образцах 'Буланный' (к-15277) и 'Закат' (к-15384) – *Fusarium avenaceum* (табл. 3). В среднем же находили от двух до пяти видов фузариевых грибов на пленчатых и до семи – на голозерных образцах.

Bipolaris sorokiniana был отмечен только на 15 образцах, а на остальных этот гриб не встречался.

Для оценки возможности переноса видов микромицетов с зерном овса в поле осенью 2016 г. был проведен микологический анализ зерна некоторых образцов после сбора урожая. Виды из рода *Fusarium* наиболее часто встречались на зерне овса. В частности, *F. proliferatum* имел высокую частоту встречаемости как на зерне, так и на растениях овса в поле. Другой вид *F. culmorum* был обнаружен только у сорта 'Bötö' на зерне и на растениях в поле. Тем не менее некоторые виды из этого рода, например, *F. avenaceum*, на зерне отмечены не были, но из растений выделялись. По-видимому, заражение растений этим грибом произошло в поле.

Таблица 2. Частота выделения (%) микромицетов из зерна голозерных образцов овса (Михнево, 2016–2018 гг.)
 Table 2. Frequency of isolation (%) of micromycetes from the grain of naked oat cultivars (Mikhnevo, 2016–2018)

Микромицеты	(к-14851) Numbat	(к-14960) Вятский	(к-15063) Сибирский голозерный	(к-15290) Местный	(к-15339) Прогресс	(к-15372) Татар	(к-15493) UFRGS 106150-3	(к-15647) Yuan Za 2	(к-15648) Bai Yan 5	(к-15649) Bai Yan 1	(к-15650) Bai Yan 4	(к-15653) Pin 16	(к-15657) Bai Yan 10	(к-15665) Bai You 3	(к-151475) Бекас	(к-15505) Авгол	(к-15520) Din Yan 4	(к-15382) Смяный (Скарб Украинь)	(к-15461) Королек	(к-14717) Пушкинский
<i>Acromonium</i> spp.	++	+++	+++	++	++++	++++	+++	+++	+++	++++	+	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++
<i>Alternaria</i> spp.			+	+	+				+		+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Al. infectoria</i>	+		+	+					+	+	+			+	+		+		+	
<i>Al. tenuissima</i>	++	++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++	++	++	+++	++	+++	+++
<i>Arthrobotrys oligospora</i>								+			+	+	+					+		
<i>Aspergillus</i> spp.											+									
<i>Bipolaris sorokiniana</i>		+	+		+		+		+					+	+		+			
<i>Chaetomium</i> spp.	+									+										
<i>Cladosporium</i> spp.		++	+	+	++	+	+	++	+		++	+	+	+	+	+	++	+	+	+
<i>Cl. cladosporioides</i>	+	+	++	+	+	+	++	++	+	++	++	+	+++		+	++	++	+	+	++
<i>Cl. herbarum</i>	+	++			+	+			+					+			+			
<i>Compostosporium</i> spp.										+										
<i>Fusarium</i> spp.		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. avenaceum</i>	+				+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. culmorum</i>	+						+			+										
<i>F. heterosporum</i>	+		+				++				+	+	++	+			+	+	+	
<i>F. nivale</i> var. <i>nivale</i>									+											
<i>F. oxysporum</i>		+						++	+	+	+	+								+
<i>F. poae</i>	+	+	+		+	+		+	++		+	+		+						+

Таблица 2. (окончание)
Table 2. (continued)

Микромицеты	(к-14851) Numbat	(к-14960) Вятский	(к-15063) Сибирский голуберный	(к-15290) Местный	(к-15339) Проресс	(к-15372) Татар	(к-15493) UFRGS 106150-3	(к-15647) Yuan Za 2	(к-15648) Bai Yan 5	(к-15649) Bai Yan 1	(к-15650) Bai Yan 4	(к-15653) Pin 16	(к-15657) Bai Yan 10	(к-15665) Ba You 3	(к-151475) Бекас	(к-15505) Аврол	(к-15520) Din Yan 4	(к-15382) Смяный (Скарб Украйны)	(к-15461) Королек	(к-14717) Пушкинский
<i>F. proliferatum</i>	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	++	+	-	+	++	+
<i>F. solani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>F. tricinatum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp.	+	++	++	+	+	+	++	+	+	++	++	+	+	+	++	+++	+	-	+	+
<i>Puccinia graminis</i> var. <i>avenae</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pythium</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizopus nigricans</i>	++	++	++	++	+++	++	+++	++	++	++	+++	++	++	+++	++	+++	++	++	++	+++
<i>Stigmata trimera</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Thrioderma</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thriothecium roseum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Бактерии	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
Saccharomycetaceae	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+
Прочие грибы	+++	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-

Примечание: степень встречаемости: (+) – низкая (5–20%); (++) – ниже средней (21–40%); (+++) – средняя (41–60%); (++++) – выше средней (61–80%); (+++++) – высокая (81–100%); (–) – не встречаются.

Таблица 3. Частота выделения (%) микромицетов из зерна пленчатых образцов овса (Михнево, 2016–2018 гг.)
 Table 3. Frequency of isolation (%) of micromycetes from the grain of hulled oat cultivars (Mikhnevo, 2016–2018)

Микромицеты	(к-15277) Булачный	(к-15349) Z 615-4	(к-15352) Нава	(к-15357) GN 08207	(к-15358) GN 08214	(к-15367) Boto (Veggerlose)	(к-15384) Закал	(к-15391) Авену	(к-15400) Аутелл	(к-15402) Јарелуп	(к-15403) Белно	(к-15404) Минце	(к-15405) Равен	(к-15413) Ефективне	(к-15421) Малин	(к-15516) Zorro	(к-15517) Дакар	(к-15462) Фристайл	(к-15463) Элегант	(к-15500) Мирт	(к-14231) Улов
<i>Acremonia atra</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acremonium</i> spp.	++	+++	+++	++	+++	++	+	+++	+++	+	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Alternaria</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Al. infectoria</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Al. tenuissima</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Arthrobotrys oligospora</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Aureobasidium</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chaetomium</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cladosporium</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cl. cladosporioides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cl. herbarum</i>	+	+	++	+	+	+	+	++	+	+	+	++	+	+	+	+	+	++	+	+	+
<i>Compostosporium</i> spp.	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fusarium</i> spp	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. avenaceum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++	++	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. culmorum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. heterosporum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. nivale</i> var. <i>nivale</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. oxysporum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Таблица 3. (окончание)
Table 3. (continued)

Микромицеты	(к-15277) Булавый	(к-15349) Z 615-4	(к-15352) Нага	(к-15357) GN 08207	(к-15358) GN 08214	(к-15367) Bötö (Veggerlose)	(к-15384) Закал	(к-15391) Авену	(к-15400) Ауенти	(к-15402) Јарелур	(к-15403) Белно	(к-15404) Минце	(к-15405) Равен	(к-15413) Ефективе	(к-15421) Малин	(к-15516) Zorto	(к-15517) Дакар	(к-15462) Фристайл	(к-15463) Элегант	(к-15500) Мирт	(к-14231) Улов
<i>F. poae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	±	±
<i>F. proliferatum</i>	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. solani</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. tricinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Penicillium</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Puccinia graminis</i> var. <i>avenae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rhizopus nigricans</i>	+	±	+	+	±	+	±	+	+	±	+	±	±	±	+	+	+	+	+	+	+
<i>Stigmata trimera</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Thriothecium roseum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ustilago avenae</i>	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Septoria avenae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Бактерии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Saccharomycetaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Прочие грибы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание: степень встречаемости: (+) – низкая (1–20%); (++) – ниже средней (21–40%); (+++) – средняя (41–60%); (++++) – выше средней (61–80%); (+++++) – высокая (81–100%); (–) – не встречаются

О заражении растений овса в поле также говорит тот факт, что такие патогены, как *Puccinia graminis*, *Ustilago avenae* и *Septoria avenae*, на зерне овса в первый год изучения отмечены не были, а растения в поле были ими поражены.

Виды из родов *Alternaria* и *Cladosporium* также выделялись из зерна овса и из растений в поле.

Почвенные микромицеты *Acremonium* spp. и *Rhizopus nigricans* встречались на зерне овса, а также присутствовали на растениях в поле.

Проведенные исследования показали, что в условиях Ступинского района Московской области на растениях овса присутствует патоконкомплекс микромицетов из родов *Bipolaris*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*. Эти данные соответствуют сообщениям многих авторов (Alekhin et al., 2004; Kazakova et al., 2013; Gavrilova et al., 2016; Grigoriev, 2016; Kiseleva et al., 2016), которые отмечали наличие данного патоконкомплекса на зерновых культурах в России. Тем не менее наши данные по видовому составу несколько отличаются от данных других исследователей. В частности, О. П. Гаврилова с соавторами (Gavrilova et al., 2016) сообщали, что в условиях Северо-Западного региона РФ на зерне овса было отмечено 12 видов из рода *Fusarium*. Нами были идентифицировано 10 видов, 4 из которых совпали с указанными у данных авторов: *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides* var. *minus*, *F. tricintum*; другие отмечены только нами – *F. culmorum*, *F. heterosporum*, *F. nivale* var. *nivale*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. solani*. Наиболее опасные среди них: *F. culmorum*, вырабатывающий микотоксины ДОН (дезоксиниваленол) и ЗЕН (зеараленон), и *F. sporotrichioides*, вырабатывающий Т2-токсин. *F. culmorum* мы определяли на сортах 'Bai Yan 1' (к-15649, Китай); 'Bötö' ('Veggerlose'; к-15367, Дания) и селекционной линии UFRGS 106150-3 (к-15493, Бразилия); *F. sporotrichioides* – на сортах 'Tatran' (к-15372, Словакия), 'Bai Yan 5' (к-15648, Китай), 'Din Yan 4' (к-15520, Китай), 'Элегант' (к-15463, Беларусь), 'Мирт' (к-15500, Беларусь), 'Улов' (к-14231, РФ, Московская обл.) и селекционной линии GN 08207 (к-15357, Норвегия). У короткостебельного сорта 'Numbat' (к-14851, Австралия) оба вида были идентифицированы на растениях.

Эти же авторы (Gavrilova et al., 2016) сообщали, что из видов *Alternaria* в условиях Северо-Западного региона на зерне овса преобладали виды *A. tenuissima* и *A. arborenszens*. Тем не менее в наших условиях преобладали виды *A. tenuissima* и *A. infectoria*, а вид *A. arborenszens* встречался редко.

Следует отметить, что наши данные о том, что овес не сильно поражается грибом *Bipolaris sorokiniana*, совпадают с данными исследователей из Мордовии (Kiseleva et al., 2016), которые изучали патоконкомплекс грибов из родов *Bipolaris* и *Fusarium* на яровой пшенице, ячмене и овсе.

Из рода *Cladosporium* на овсе было идентифицировано два вида – *Cl. cladosporioides* и *Cl. herbarum*. Причем на овсе виды из этого рода часто ассоциировались с почернениями метелки и выделялись с такой же частотой, как и грибы из рода *Alternaria*. Необходимо подчеркнуть, что большинство исследователей не уделяют достаточного внимания грибам из рода *Cladosporium* в патоконкомплексе микромицетов на зерновых культурах, хотя некоторые из них (Alekhin et al., 2004) отмечают способность этих полупаразитных грибов свываживаемыми сапротрофными свойствами вызывать чернь колоса.

Заключение

Установлено, что в условиях Ступинского района Московской области на растениях овса преобладает патоконкомплекс микромицетов из родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*.

Грибы из рода *Fusarium* были представлены 10 видами (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. heterosporum*, *F. nivale* var. *nivale*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *F. sporotrichioides* var. *minus*, *F. tricintum*). Из этих видов наиболее часто встречались *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. heterosporum* и *F. proliferatum*. Виды *F. culmorum*, *F. proliferatum* и *F. poae*, *F. solani* и *F. oxysporum* были отмечены на зерне овса перед посевом. У 27% изученных образцов выявлено присутствие видов *F. sporotrichioides* и *F. culmorum*, которые продуцируют опасные для здоровья человека и животных микотоксины: ДОН (дезоксиниваленол), ЗЕН (зеараленон) и Т2-токсин. Наименьшее количество фузариевых грибов за два года было найдено на голозерном местном сорте (к-15290, Великобритания), а также на пленчатых сортах овса 'Буланый' (к-15277, РФ, Московская обл.) и 'Закат' (к-15384, Украина) – *F. avenaceum*.

Грибы из рода *Alternaria*, встречающиеся на овсе, были представлены в основном двумя видами: *A. infectoria* и *A. tenuissima*, с преобладанием *A. tenuissima*. Эти патогены встречались на всех образцах без исключения.

Грибы из рода *Cladosporium* были представлены двумя видами: *Cl. cladosporioides* и *Cl. herbarum*. Эти виды на овсе ассоциировались с чернью колоса (оливковой плесенью).

Почвенные микромицеты – возбудители корневых и прикорневых гнилей, такие как *Rhizoctonia solani*, *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten и *Typhula* spp., встречались относительно редко.

References/Литература

- Alekhin V.T., Navolotsky V.D., Sokolova E.A. Fungal diseases of malting barley in the Central Non-Chernozem Zone of the Russian Federation: Distribution, harmfulness, and protection systems (Gribnye bolezni pivovarennogo yachmenya v TsChR RF: rasprostranennost, vredonosnost i sistemy zashchity) Moscow: MSKha; 2004. [in Russian] (Алехин В.Т., Наволоцкий В.Д., Соколова Е.А. Грибные болезни пивоваренного ячменя в ЦЧР РФ: Распространенность, вредоносность и системы защиты. Москва: МСХА; 2004).
- Batalova G.A., Lisitsin E.M., Rusakova I.I. Biology and genetics of oats (Biologiya i genetika ovsa). Kirov; 2008. [in Russian] (Баталова Г.А., Лисицын Е.М., Русакова И.И. Биология и генетика овса. Киров; 2008).
- Bensch K., Braun U., Groenewald J.Z., Crous P.W. The genus *Cladosporium*. *Stud Mycol.* 2012;72(1):1–401. DOI: 10.3114/sim0003
- FAOSTAT: Food and Agriculture Data from 245 Countries and Territories. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [accessed Oct 18, 2018].
- Gakaeva T.U., Gavrilova O.P., Levitin M.M., Novozilov K.V. Fusarium head blight of cereal crops (Fuzarioz zernovykh kultur). *Zashchita i karantin rasteniy = Plant Protection and Quarantine*. 2011;(5) Suppl:69–120. [in Russian] (Гагаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Левитин М.М., Новожилов К.В. Фузариоз зерновых культур. *Защита и карантин растений*. 2011;(5) Приложение:69–120).
- Gavrilova O.P., Gannibal Ph.B., Gakaeva T.Yu. *Fusarium* and *Alternaria* fungi in grain of oats grown in the North-Western Russia regarding cultivar specificity. *Agricultural Biology*. 2016;51(1):111–118. [in Russian] (Гаврилова О.П., Ганнибал Ф.Б., Гагаева Т.Ю. Зараженность зерна овса грибами *Fusarium* и *Alternaria* и ее сортовая специфика в условиях Северо-запада России. *Сельскохозяйственная биология*. 2016;51(1):111–118). DOI: 10.15389/agrobiol.2016.1.111rus
- Gerlach W., Nirenberg H. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas. *Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*. 1982;209:1–406

- Grigoriev M.F. Root rot of cereal crops and regularities of their manifestation on the example of the Central Non-Chernozem Region of Russia (Kornevye gnili zernovykh kultur i zakonmernosti ikh proyavleniya na primere Tsentralnogo Nechernozemya Rossii). Moscow: ARHIBAN; 2016. [in Russian] (Григорьев М.Ф. Корневые гнили зерновых культур и закономерности их проявления на примере Центрального Нечерноземья России. Москва: ФГБНУ ВСТИСП, 2016).
- Kazakova O.A., Tороpova E.Yu., Vorobyova I.G. Environmental determinants of perennial and seasonal dynamics of pathogenic micromycetes barley seeds in forest-steppe of Western Siberia and eastern Trans-Ural region. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2013;(12):18-21. [in Russian] (Казакова О.А., Торопова Е.Ю., Воробьева И.Г. Экологические факторы, определяющие многолетнюю и сезонную динамику популяций патогенных микромицетов семян ячменя в лесостепи Западной Сибири и Восточного Зауралья. *Достижения науки и техники АПК*. 2013;(12):18-21).
- Kiseleva M.I., Zhemchuzhina N.S., Dubovoi V.P., Lapina V.V. Identification of root rot pathogens isolated on spring grain crops in Republic of Mordovia. *Agricultural Biology*. 2016;51(1):119-127. [in Russian] (Киселева М.И., Жемчужина Н.С., Дубовой В.П., Лапина В.В. Видовой состав возбудителей корневой гнили на яровых зерновых в Республике Мордовия. *Сельскохозяйственная биология*. 2016;51(1):119-127). DOI: 10.15389/agrobiology.2016.1.119rus
- Litvinov M.A. Methods of studying soil microscopic fungi. Leningrad: Nauka; 1969. [in Russian] (Литвинов М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Ленинград: Наука; 1969).
- Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oat (Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyu mirovoy kollektzii yachmenya i ovsa). St. Petersburg: VIR; 2012. [in Russian] (Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Санкт-Петербург: ВИР; 2012).
- Pidoplichko N.M. Fungi, parasites of cultivated plants. Identification guide. Vol. 2. Imperfect fungi (Griby – parazity kulturnykh rasteniy. Opredelitel. T. 2. Griby nesovershenneye). Kiev: Naukova dumka; 1977. [in Russian] (Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель. Т. 2. Грибы несовершенные. Киев: Наукова думка; 1977).
- Simmons E.G. *Alternaria: an identification manual*. In: *CBS Biodiversity Series. Vol. 6*. Utrecht: CBS; 2007.

Прозрачность финансовой деятельности/The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования/How to cite this article

Варгач Ю.И., Головин С.Е., Лоскутов И.Г. Изучение микромицетов на овсе посевном (*Avena sativa* L.) в условиях Ступинского района Московской области. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019;180(3):96-105. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-3-96-105

Vargach J.I., Golovin S.E., Loskutov I.G. Research on micromycetes in oats (*Avena sativa* L.) under the conditions of Stupino District, Moscow Province. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019;180(3):96-105. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-3-96-105

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы/The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

Дополнительная информация/Additional information

Полные данные этой статьи доступны/Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-3-96-105>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы/The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Все авторы одобрили рукопись/All authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует/No conflict of interest