

«»

УДК: 633.1:632.484(470)

**СОСТАВ ПАТОГЕННОЙ И САПРОФИТНОЙ МИКОФЛОРЫ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В КЛИНСКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2021 ГОДУ**

Н.С. Жемчужина*, М.И. Киселева, С.А. Елизарова, С.Ю. Белякова

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вяземы, Россия

*Эл. почта: zhemch@mail.ru

Статья поступила в редакцию 24.0.2022; принята к печати 05.12.2022

Установлен круг патогенных и сапрофитных грибов, развивающихся на посевах озимой пшеницы в 2021 году в Клинском районе Московской области. Материалом для исследований служили образцы растений озимой пшеницы с признаками поражения грибными инфекциями на листьях и корнях. Всего из образцов анализируемой пшеницы было выделено и идентифицировано 24 вида микромицетов. В ценозе озимой пшеницы сформировался комплекс микромицетов с различной трофической специализацией. Среди них на листьях отмечены гембиотрофы из родов *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*. К группе грибов-сапротрофов, которые преимущественно встречались в ризосфере озимой пшеницы, отнесены виды родов *Arthrimum*, *Byssochlamys*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Epicoccum*, *Microdochium*, *Mortierella*, *Verticillium*, *Trichotecium* и др.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, микофлора, сапрофит, гембиотроф.

THE COMPOSITION OF PATHOGENIC AND SAPROPHYTIC MYCOPHORA ON WINTER WHEAT IN KLINSKY DISTRICT OF MOSCOW REGION IN 2021

Zhemchuzhina N.S.*, Kiseleva M.I., Elizarova S.A., Belyakova S.Yu.

All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazhemy, Russian Federation

*E-mail: zhemch@mail.ru

The range of pathogenic and saprophytic fungi developing on winter wheat crops in 2021 in Klinsky District of Moscow Region has been established. Samples of affected winter wheat plants with signs of fungal infections on their leaves and roots served as the material for research. In total, about 24 species of micromycetes were isolated from the wheat samples and identified. A complex of micromycetes featuring various trophic specializations was formed in winter wheat cenosis. Among the micromycetes there those of the genera *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria* were noticed on the leaves. The group of saprotrophic fungi that mainly occurred in the rhizosphere of winter wheat includes species of the genera *Arthrimum*, *Byssochlamys*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Epicoccum*, *Microdochium*, *Mortierella*, *Verticillium*, *Trichotecium*, etc.

Key words: winter wheat, cultivar, mycophora, saprophyte, hemibiotrophus.

Введение

Известно, что микромицеты, обитающие на озимой пшенице, хорошо адаптированы к меняющимся внешним факторам окружающей среды. Это свойство обеспечивает грибам возможность не только выживать в широком диапазоне погодных условий, но и встречаться, практически везде,

где произрастает культура [1]. Выживаемость патогенных и сапрофитных видов микромицетов сохраняется благодаря способности переходить к формированию покоящихся структур или развиваться в виде мицелия, вызывая новые заражения живых тканей культуры и заселение отмерших частей растений [2, 3].

Видовой состав грибов на посевах озимой пшеницы определяется условиями погоды, а также и устойчивостью высеваемых сортов, предшественниками, агротехникой и многими другими факторами [4]. В связи со сложившимися в последние годы объективными причинами, в числе которых на первые места выходят изменения климата, нарушения технологии обработки посевных площадей, несоблюдение севооборотов, бесконтрольное использование семенного материала, происходит трансформация видовой состава грибов, обитающих на озимой пшенице, независимо от того, являются ли они возбудителями вредоносных болезней или непатогенными видами.

Целью работы являлось определение видовой состава микромицетов на растениях озимой пшеницы, собранных в июне 2021 года на территории Клинского района Московской области.

Материал и методы исследования

Материалом для исследований служили растения озимой пшеницы с признаками поражения грибными инфекциями на листьях, стеблях и корнях. Образцы районированных сортов пшеницы были собраны во второй декаде июня 2021 года на посевах Клинского района Московской области. Образцы шести районированных сортов озимой пшеницы: Московская 56, Мироновская 808, Янтарная 50 (по 2 образца), Немчиновская 17, Скипетр, Фелиция (по 1 образцу) были собраны с 9 полей (по 5-10 растений с поля) в фазе начало колошения.

Фитосанитарное состояние образцов оценивали по общепринятым в фитопатологии методикам. Виды грибов определяли по морфологии спор под микроскопом при увеличении $\times 400$.

Грибы из образцов пшеницы изолировали по стандартной методике [5]. Для этого отмытые водопроводной водой растения каждого образца разрезали на фрагменты размером 5-10 мм, стерилизовали в 50% спирте в течение 20-30 секунд и в асептических условиях раскладывали на поверхность 2% картофельно-глюкозного агар-агара в чашки Петри (по 4 фрагмента в каждую). Каждый образец был представлен не менее чем 100 фрагментами пораженной ткани. Чашки Петри помещали в термостат с температурой 22-24°C. Наблюдение за развитием грибов проводили ежедневно. По мере роста колоний грибов делали отсев кусочком мицелия на питательную среду в центр чашки Петри. Чистые культуры грибов просматривали под микроскопом. По морфологии спор идентифицировали виды грибов. В качестве справочной литературы при установлении видовой принадлежности гриба использовали определители Р. М. Kirk [1], Т. Watanabe [6] и др.

Эксперименты выполнялись с использованием оборудования ЦКП ГКФМ ФГБНУ ВНИИФ (<http://www.vniif.ru/vniif/page/ckp-gkmf/1373>).

Биологические пробирики с изолятами грибов на косяках питательной среды помещали на хранение в холодильники при температуре 3-5°C в лаборатории ГКФМ ФГБНУ ВНИИФ.

Результаты и обсуждение

Первичный осмотр сортообразцов озимой пшеницы показал на растениях наличие признаков поражения корней гнилью, а корневой шейки и листьев нижнего яруса - пятнистостями. Всего из образцов анализируемой пшеницы было выделено и идентифицировано 24 вида микромицетов, относящихся к сапротрофным и фитопатогенным видам грибов. Как правило, микромицеты, изолированные с корней, были представлены более широким видовым составом, чем с листьев или стеблей (табл. 1).

Табл. 1.

Микромицеты, обнаруженные на посевах озимой пшеницы в 2021 году в Клинском районе Московской области.

Вид гриба	Количество изолятов гриба, выделенных с органов растений			Всего изолятов	
	корни	стебель	лист	ед.	%
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	+++	+++	+++	141	25,9
<i>Arthrrium arundinis</i> (Corda) Dyko & B. Sutton	+	-	+	10	1,8
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoemaker	+++	++	+	24	4,4
<i>Byssochlamys lagunculariae</i> (C. Ram) Samson, Houbraken & Frisvad	+	-	-	3	0,6
<i>Colletotrichum dematium</i> (Pers.) Grove	-	+	-	3	0,6
<i>Epicoccum</i> sp.	+++	+++	++	43	7,9
<i>Fusarium fujikuroi</i> Nirenberg	++	+	-	11	2,0
<i>Fusarium incarnatum</i> (Desm.) Sacc.	-	+	-	5	0,9
<i>Fusarium lolii</i> (Wm.G. Sm.) Sacc.	+++	+++	-	41	7,5
<i>Fusarium oxysporum</i> Schltdl.	+++	+	-	22	4,0
<i>Fusarium redolens</i> Wollenw.	+	+	-	7	1,3
<i>Fusarium roseum</i> Link	+	-	-	4	0,7
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	+	-	-	5	0,9
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	-	+	-	2	0,4
<i>Fusarium tricinctum</i> (Corda) Sacc.	-	-	+	4	0,7
<i>Microdochium bolleyi</i> (R. Sprague) de Hoog & Herm.-Nijh.	+	-	-	7	1,3
<i>Mortierella alpina</i> Peyronel	+++	+++	-	47	8,6
<i>Papulaspora immersa</i> Hotson	+	-	-	3	0,6
<i>Periconia macrospinosa</i> Lefebvre & Aar.G. Johnson	+	-	-	4	0,7
<i>Rhizopus</i> sp.	+++	+++	+++	91	16,7
<i>Trichoderma asperellum</i> Samuels, Lieckf. & Nirenberg	++	+	+	30	5,5
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	++	-	+	11	2,0
<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.	+	-	-	4	0,7
Всего изолятов:				545	100

Примечание: + от 1 до 5 изолятов одного вида; ++ от 6 до 10 изолятов одного вида; +++ от 11 и больше изолятов одного вида.

Значительное количество изолятов грибов относились к сапротрофам. Эти виды грибов выделялись в чистую культуру, как с нижних, так и верхних частей растений. К группе грибов-сапротрофов, которые встречались в ризосфере озимой пшеницы, отнесены виды родов *Arthrinium*, *Byssochlamys*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Epicoccum*, *Microdochium*, *Mortierella*, *Trichotecium* и другие. Большинство микромицетов этой группы являются почвенными видами, поэтому изоляция их в культуру наблюдалась чаще из отмерших фрагментов корней, чем приземных частей стеблей и листьев озимой пшеницы. Изоляты *Rhizopus* и *Epicoccum* встречались практически с одинаково высокой частотой на любых частях растений.

Некоторые виды грибов были отнесены к факультативным сапрофитам, имеющим смешанный тип питания. На вегетирующих растениях микромицеты этой группы ведут себя как биотрофы, т.е. растут в межклеточном пространстве, а после гибели клеток растения продолжают развиваться как некротрофы. Самым частым симптомом проявления болезней, вызываемых факультативными сапрофитами, являются пятнистости, потемнение тканей листьев, стеблей, корней, вызванные накоплением фенольных пигментов как ответной реакции на заражение. Такие признаки характерны, например, для грибов из рода *Fusarium*. Часто они проявляются как возбудители фузариозной гнили корней, вызывая ослабление и гибель молодых растений и образуя некрозы на верхних листьях. В последние десятилетия в районах возделывания озимой пшеницы в России отмечается усиление нарастания заболевания, вызываемого грибами этого рода. По данным литературы, в России на пшенице паразитирует 28 видов грибов рода *Fusarium*. В южных районах страны преобладают виды *F. graminearum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. tricinctum*, *F. nivale* [2].

При проведении микологических исследований тканей опытных образцов было отмечено, что грибы рода *Fusarium* симптоматически не различались на органах растений, и идентификация видов микромицетов становилась возможной с появлением характерного мицелия и конидии при культивировании их в течение 3-5 дней во влажной камере. В наших исследованиях было определено 9 видов: *F. fujikuroi* Nirenberg, *F. incarnatum* (Desm.) Sacc., *F. lolii* (Wm.G. Sm.) Sacc., *F. oxysporum* Schltdl., *F. redolens* Wollenw., *F. roseum* Link., *F. solani* (Mart.) Sacc., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. tricinctum* (Corda) Sacc. (табл. 1).

При анализе полученных данных было отмечено влияние сорта озимой пшеницы на частоту выделяемых изолятов грибов (табл. 2). Сорта озимой пшеницы с более высокими показателями устойчивости растений к патогенам, как правило, не отличались разнообразием видового состава грибов рода *Fusarium*. Так, на сортах Немчиновская 17, Янтарная 50 и Фелиция были найдены единичные изоляты наиболее распространенных грибов *F. oxysporum* и *F. lolii*.

Кроме факультативных сапротрофов из рода *Fusarium*, нами были изучены и изоляты *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker., выделенные из пораженных тканей двух сортов озимой пшеницы: Мироновская 808 и Московская 56. На листьях грибок проявлялся в виде окаймленных пятен, на корнях - в виде мацерации тканей. Частота встречаемости изолятов гриба, идентифицированных на тканях корней, была выше, чем на образцах стеблей и листьев пшеницы. Площадь поражения листьев нижнего яруса у отдельных растений пшеницы колебалась от 20% до 60%, что зависело не только от устойчивости сорта озимой пшеницы, но и от места произрастания образца, состава почвы, увлажненности [7].

Табл. 2.

Микромицеты из рода *Fusarium*, выделенные с сортов озимой пшеницы в 2021 году в Клинском районе Московской области

Сорта озимой пшеницы	Интенсивность поражения растений, %	Проверено изолятов, ед.	Найдено видов микромицетов	В т.ч. видов из рода <i>Fusarium</i>	<i>F. fujikuroi</i>	<i>F. incarnatum</i>	<i>F. lolii</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. redolens</i>	<i>F. roseum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. sporotrichioides</i>	<i>F. tricinctum</i>
Московская 56	60	61	8	3	+		+	+					
Московская 56	80	96	8	5		+	+		+		+	+	
Мироновская 808	80	95	10	5		+	+	+		+			+
Мироновская 808	60	66	10	3			+	+				+	
Янтарная 50	40	32	5	1			+						
Янтарная 50	20	32	5	2			+		+				
Немчиновская 17	20	37	5	1				+					
Скипетр	20	78	9	5	+		+	+		+	+		
Фелиция	40	36	8	2			+	+					
Количество изолятов, ед.					11	5	41	22	7	4	5	2	4

Наиболее часто на образцах озимой пшеницы встречались представители рода *Alternaria*. Это - 141 изолят *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. Изоляты рода *Alternaria* на растениях четко не визуализировались, а выделялись в чистую культуру при микроскопических исследованиях попутно. Как правило, их выявляли с высокой частотой из всех анализируемых частей пшеницы: корней, листьев нижнего яруса и прикорневых частей стебля. Возможно, грибы этого рода сохранялись в тканях зимующих растений в форме мицелия и в отмерших тканях в виде покоящихся микроструктур и при появлении благоприятных условий весеннего периода стали активно развиваться.

Из живых тканей и отмерших частей растений озимой пшеницы были выделены микромицеты различных биологических групп. В осенне-зимний период в агроценозе пшеницы сформировался комплекс микромицетов с различной трофической специализацией. Согласно данным литературы, патогены, поражающие растения в период вегетации, сохраняются на живых и погибших частях растений в форме мицелия, анаморфной или телеоморфной стадии. При наступлении благоприятных для развития гриба условий окружающей среды сформировавшийся патогенный потенциал переходит на развивающиеся растения пшеницы, вызывая различные виды микозов.

Факультативные сапрофиты, представителями которых являются виды родов *Bipolaris*, *Fusarium* и *Alternaria*, широко распространены на посевах озимой пшеницы, вызывая поражения листьев и корневые гнили, благодаря их способности сохраняться в зимний период на растениях и растительных остатках.

Представители *Arthrinium*, *Byssochlamys*, *Colletotrichum*, *Epicoccum*, *Microdochium*, *Mortierella*, *Verticillium*, *Cladosporium* и *Rhizopus*, согласно данным научной литературы, относят к эпифитам, то есть они развиваются исключительно на продуктах жизнедеятельности растения, не причиняя ему вреда, но вместе с тем ухудшают качество урожая, приводя к тусклости зерна и плесени. В то же время большое количество грибов сапрофитной микрофлоры, выделенной с образцов озимой пшеницы, вызывает образование метаболитов, токсичных для растений и животных, тем самым причиняя существенный ущерб сельскохозяйственной продукции [8].

По данным литературы, такими свойствами обладает обширная группа грибов, наиболее известными из которых являются представители из родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Rhizopus* и другие [9, 10].

Выводы

Микологический анализ образцов озимой пшеницы свидетельствует о том, что мониторинг видового состава грибов на зерновых культурах является актуальным для принятия профилактических мер и для развития стратегии предотвращения негативных последствий от развития болезней.

Литература

1. Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA. Anamorphic fungi. In: Dictionary of the Fungi. 2008. P. 28-31.
2. Жалиева ЛД. Грибы рода *Fusarium* в агроценозе озимой пшеницы в условиях Краснодарского края. Паразитизм и симбиоз. Иммунопатология, аллергия, инфектология. 2010;1:101-4.
3. Торопова ЕЮ, Казакова ОА, Воробьева ИГ, Селюк МП. Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири и Зауралье. Защита и карантин растений. 2013;(9):23-6.
4. Чулкина ВА, Торопова ЕЮ, Стецов ГЯ. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии. М.: Колос; 2009.
5. Билай ВИ, Элланская ИА. Основные микологические методы в фитопатологии. В кн.: Билай ВИ, ред. Методы экспериментальной микологии. Справочник. Киев: Наукова думка. 1982.
6. Watanabe T. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Third Edition. CRC Press; 2010.
7. Ашмарина ЛФ. Особенности жизненного цикла возбудителя корневой гнили *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. Современная микология в России. 2015;5:11-3.
8. Руковицина ИВ. Биология и экология альтернариоза, фузариоза и гельминтоспориоза пшеницы. Монография. Шортанды; 2008.
9. Li F, Yoshizawa T. *Alternaria* mycotoxins in weathered wheat from China. J Agric Food Chem. 2000;48(7):2920-4.
10. Thrane U, Adler A, Clasen PE. Diversity in metabolite production by *Fusarium langsethiae*, *Fusarium poae*, and *Fusarium sporotrichioides*. Int J Food Microbiol. 2004;95:257-66.

References

1. Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA. Anamorphic fungi. In: Dictionary of the Fungi. 2008. P. 28-31.
2. Zhaliyeva LD. [Fungi of the genus *Fusarium* in the agroecosis of winter wheat in the conditions of Krasnodar Territory. Parasitism and symbiosis]. Immunopatologiya Allergiya Infektologiya. 2010;1:101-4. (In Russ.)
3. Toropova YeYu, Kazakova OA, Vorobyeva IG, Seliuk MP. [Fusarium root rot of grain crops in Western Siberia and the Trans-Urals]. Zashchita i Karantin Rasteniy. 2013;(9):23-6. (In Russ.)
4. Chulkina VA, Toropova YeYu, Stetsov GYa. Integrirovannaya Zashchita Rasterniy: Fitosanitarnye Sistemy i Tikhnologii [Integrated Plant Protection: Phytosanitary Systems and Technologies. Moscow: Kolos; 2009. (In Russ.)
5. Bilay VI, Ellanskaya IA. [Basic mycological methods in phytopathology]. In: Bilay VI, ed. Metody Eksperimentalnoy Mikologii. Spravochnik [Methods of Experimental Mycology. A Handbook]. Kiev: Naukova Dumka; 1982. (In Russ.)
6. Watanabe T. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Third Edition. CRC Press; 2010.
7. Ashmarina LF. [Features of the life cycle of the root rot pathogen *Bipolaris Sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker]. Sovremennaya Mikologiya v Rossii. 2015;5:11-3. (In Russ.)
8. Rukavitsyna IV. Biologiya i Ekologiya Alternarioza, Fuzarioza i Gelmintosporooza Pshenitsy [Biology and Ecology of Alternariosis, Fusariosis and Helminthosporiosis of Wheat] Shortandy; 2008.
9. Li F, Yoshizawa T. *Alternaria* mycotoxins in weathered wheat from China. J Agric Food Chem. 2000;48(7):2920-4.
10. Thrane U, Adler A, Clasen PE. Diversity in metabolite production by *Fusarium langsethiae*, *Fusarium poae*, and *Fusarium sporotrichioides*. Int J Food Microbiol. 2004;95:257-66.

«»