

УДК 582:288.45:633.1(471.32)

DOI: 10.17277/voprosy.2015.04.pp.016-022

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА ДОМИНИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ФУЗАРИОЗНОЙ СЕМЕННОЙ ИНФЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ В ЦЧР РОССИИ

Г. Н. Бучнева, Ю. В. Зеленева,
О. И. Корабельская, Ю. М. Денисова

ГБНУ «Тамбовский научно-исследовательский
сельскохозяйственный институт Федерального агентства
научных организаций», Среднерусский филиал, г. Тамбов;
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет
им. Г. Р. Державина», г. Тамбов

Рецензент д-р с.-х. наук, профессор А. М. Пучнин

Ключевые слова: грибы рода *Fusarium*; доминирующий комплекс видов; пшеница; распространенность; скрытая зараженность семян; соотношение видов.

Аннотация: Цикл исследований 2002 – 2006 и 2010 – 2013 гг. показал, что видовое разнообразие фузариев представлено 18 видами, семь из которых входят в группу доминантов, но наибольшую значимость имеют четыре вида – *Fusarium sporotrichioides*, *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. culmorum*. Статус экологически пластичных грибов, широко распространенных на озимой и яровой пшенице в ЦЧР России, имеют *F. sporotrichioides* и *F. poae* (доминанты). *F. eguisei*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum* составляют минорную группу и достигают значений доминант 1 раз в 9 лет.

Изменение соотношения видов в группе доминантов отмечается в экологически контрастные годы: в крайне засушливые возрастает доля *F. eguisei*, избыточно влажные – *F. culmorum* (Тамбовская область, 2010). Доминантный комплекс в 2010 – 2013 гг. отличался от такового в 2002 – 2006 гг. и включал *F. sporotrichioides*, *F. culmorum* и *F. poae*, суммарная доля которых

Бучнева Галина Николаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории патофизиологии; Зеленева Юлия Витальевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета растений, e-mail: zeleneva@mail.ru; Корабельская Ольга Ивановна – младший научный сотрудник лаборатории патофизиологии, ГБНУ «Тамбовский научно-исследовательский сельскохозяйственный институт Федерального агентства научных организаций», Среднерусский филиал; Денисова Юлия Михайловна – ассистент кафедры иностранных языков в сфере профессиональной коммуникации Международного департамента медицинского образования Медицинского института, ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», г. Тамбов.

составила 74,8 %. В умеренно и избыточно увлажненные годы (2004 и 2012) зараженность семян возрастает до 15 и 20 % соответственно, при увеличении доли *F. avenaceum* и *F. culmorum* до 75 и 54,5 %.

Указанные виды вызывают скрытую зараженность зерна (*F. avenaceum*, *F. culmorum*) и явную, их полевая диагностика затруднена, а удаление из семенных партий практически невозможно, что обуславливает межсезонный перенос семенами инфекционного начала.

Введение

Фузариоз колоса относится к широко распространенным заболеваниям зерновых колосовых культур, снижающим урожай и качество сельскохозяйственной продукции.

Многолетнее изучение образцов хлебных злаков в европейской и азиатской частях России позволили выявить зоны типичного проявления фузариоза колоса и зоны латентного течения болезни, отличающейся формированием преимущественно скрытой зараженности семян. Согласно исследованиям, проведенным в 1990-е годы, Центрально-Черноземный регион (ЦЧР) России отнесен к зонам умеренной зараженности семян [1]. Ранее предполагалось [2], что среди грибов рода *Fusarium* наибольшую значимость будут иметь *F. sporotrichioides*, *F. graminearum*, *F. verticillioides* (*F. moniliforme*).

Анализ видового состава возбудителей фузариоза колоса в ЦЧР России, показал, что доля эпифитотийно опасных видов *F. graminearum* и *F. culmorum* не превышает 5 %, а на доминирующие позиции вышли *F. sporotrichioides* и *F. poae*, доля которых в разные годы колебалась в пределах 24,0 – 40,9 % и 16,0 – 31,9 % соответственно [3]. При изучении внутривидового полиморфизма грибов секции *Sporotrichiella* установлено [4], что суммарная доля ее представителей на зерне овса достигает 82 – 84 %; ячменя – 36 – 46 %. Изменения в патогенном комплексе возбудителей фузариоза колоса отмечают и другие авторы. В работе [5] отмечено, что в лесостепной зоне Украины на первые места в патогенном комплексе возбудителей фузариоза выходят грибы секции *Sporotrichiella*, штаммы которых в лабораторных условиях (26...28 °С) способны в три раза быстрее накапливать микотоксины [6].

Анализ зараженности зерна и видового состава грибов рода *Fusarium* на территории РФ в 2004 – 2006 гг. показал их высокую встречаемость в партиях пшеницы и ячменя (35,3 – 89,2 %), а также и зараженность зерна – 0,7 – 5,5 % в среднем, при ее максимальных значениях 23 % [7]. Эти данные указывают на масштабность происходящих в патогенных комплексах изменений, актуальность их своевременной фиксации и определения мер профилактики в агроценозах зерновых культур.

Материалы и методы

Объект изучения – семена районированных сортов пшеницы, отобранные при маршрутных обследованиях полей. Для выделения грибов из семян использованы общепринятые методы [8, 9]. Видовую принад-

лежность грибов устанавливали по W. Gerlach, H. Nirenberg [10] и P. E. Nelson et al. [11]. Экспериментальные данные статистически обработаны методом дисперсионного анализа [12] с использованием компьютерных статистических программ Excel.

Результаты исследований

Согласно результатам двух циклов исследований, фитосанитарное состояние семян пшеницы в ЦЧР России в 2001 – 2006 и 2010 – 2013 гг. имело как сходные, так и отличительные характеристики, обусловленные обилием и сохранностью источников инфекции и условиями для репродукции и переноса спор грибов в период формирования и налива зерна пшеницы.

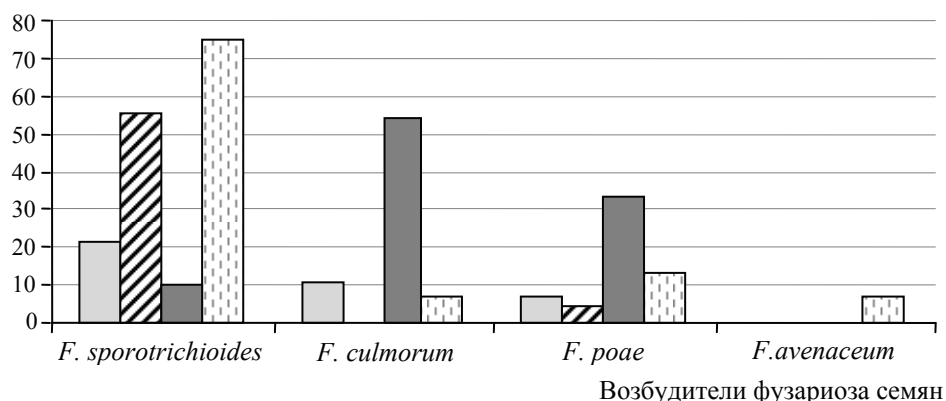
Общим для двух периодов исследований является представленность в составе возбудителей видов секции *Sporotrichella* (*F. sporotrichioides*, *F. poae*) в широком диапазоне климатических условий и независимо от сортового разнообразия озимой и яровой пшеницы (68 образцов из пяти областей). Отличительным является появление в 2010 – 2013 гг. в составе патогенного комплекса гриба *F. culmorum*, более вредоносного, чем *F. avenaceum*, что позволяет судить о его присутствии в составе возбудителей корневой гнили пшеницы, преимущественно с растительных остатков которой осуществляется перенос инфекционного начала *F. culmorum* на семена, то есть формирование двух-трехлетней (а в коротких севооборотах и многолетней) инфекционной цепи.

Не пополнен в 2010 – 2013 гг. новыми видами установленный ранее (2001 – 2006 гг.) комплекс возбудителей, включающий 18 видов, 16 из которых способны вызывать скрытый фузариоз семян [3]. Важно отметить, что за девятилетний период исследований проявлений явного фузариоза семян не наблюдалось (кроме увлажненных 2004 и 2011 гг.), но микологический анализ всегда подтверждал наличие скрытой инфекции, позволяющей судить о степени здоровья семян.

Результаты фитосанитарного мониторинга зараженности семян яровой и озимой пшеницы в 2010 – 2013 гг. в целом подтверждают данные исследований 2001 – 2006 гг. как по видовому составу в целом, так и комплексу доминирующих видов, представленных *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum* и *F. poae*. Лишь в умеренно увлажненном 2012 г. скрытая зараженность возросла до 20 %, а состав доминантов пополнился *F. culmorum*, вышедшем на первое место по соотношению видов – 54,4 % (рисунок).

Наличие преимущественно скрытой зараженности семян *F. culmorum*, вероятно, связано с поздним распространением и колонизацией колоса аэрогенной инфекцией этого эпифитотийно опасного вида. Вместе с тем вопросам мониторинга и профилактики взаимосвязанных болезней (фузариоз семян – корневые гнили) важно уделять больше внимания, поскольку *F. culmorum* часто проявляется в те же годы, что и *F. graminearum*, образующий сумчатую стадию (*G. zeae*) на растительных остатках многих культур.

Зараженность семян, %



Соотношение грибов рода *Fusarium* в доминирующем комплексе видов, %:

□ – 2010; ▨ – 2011; ■ – 2012; □ – 2013

Как видно из приведенных на рисунке данных, доминантный комплекс в 2010 – 2013 гг. уже отличался от такового в 2001 – 2006 гг. и включал *F. culmorum*, *F. sporotrichioides* и *F. poae*, доля которых составила 40,6, 18 и 16,2 % (суммарно 74,80 %), причем в 2012 г. *F. culmorum* стал преобладающим видом. Наиболее стабильный в Тамбовской области доминант *F. sporotrichioides* имел в 2011 г. более высокое соотношение в образцах зерна – 55,6 %, чем отмеченный в это же время в Белгородской и Курской областях – 39,8 % [13].

В группу доминантов за оба периода исследований (2002 – 2006 и 2010 – 2013 гг.) входили семь видов из 16: *F. sporotrichioides*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. eguisei*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*. Независимо от экологических условий этот статус ежегодно сохранял только *F. sporotrichioides* (9 лет из 9), практически столько же – *F. poae* (8 из 9) и *F. avenaceum* (3 из 9), остальные четыре вида – по году. В умеренно увлажненные годы (как, например, 2011 и 2012) в группу основных доминантов входил *F. culmorum* (2 из 9), в крайне засушливом 2010 г. – *F. eguisei*.

Скрытая фузариозная инфекция зерна озимой и яровой пшеницы в ЦЧР России (2002 – 2006; 2010 – 2013 гг.)

Возбудители фузариоза	Виды рода <i>Fusarium</i> , входящие в группу доминантов за девятилетний период									
	2002	2003	2004	2005	2006	2010	2011	2012	2013	
<i>F. sporotrichioides</i>					+					+
<i>F. poae</i>										-
<i>F. culmorum</i>				-				+		
<i>F. avenaceum</i>		+			-					
<i>F. eguisei</i>			-				+		-	
<i>F. proliferatum</i>				+						
<i>F. oxysporum</i>		-		-		-		+		-

Наиболее экологически пластичный – гриб *F. sporotrichioides*, доля которого менялась от 10 % в умеренно увлажненном 2012 г. до 55,6 – 75 % в благоприятные 2011 и 2013 гг. Наиболее значима в этом комплексе патогенов доля *F. sporotrichioides* и *F. poae*, достигавшая в сумме 63,6 – 88 % в 2003 и 2013 гг., а совместно с *F. avenaceum* – 85,6 – 95,0 % в 2003 и 2013 гг. соответственно (таблица).

Выводы

Проведенные исследования (девятилетний цикл исследований) показали, что видовое разнообразие возбудителей фузариоза представлено 18 видами, семь из которых входят в группу доминантов, но наибольшую значимость имеют четыре вида: *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. culmorum*. Перечисленные виды относятся к наиболее токсинообразующим грибам [14]. Статус экологически пластичных видов фузариев, широко распространенных на озимой и яровой пшенице в ЦЧР России, сохраняют *F. sporotrichioides*, *F. poae* (доминанты). Они вызывают скрытую зараженность зерна, их полевая диагностика затруднена, а удаление из семенных партий практически невозможно, что обуславливает межсезонный перенос инфекционного начала.

Изменение соотношения видового состава патогенов в группе доминантов отмечается в экологически контрастные годы: в крайне засушливые возрастает доля *F. eguisei* (Тамбовская область, 2010); избыточно влажные – *F. culmorum*.

Отсутствие визуальных симптомов фузариоза зерна после обмолота не является доказательством здоровья семян, поскольку при их зараженности выше пороговой – более 15 % [3], как это установлено в Воронежской области в 2006 г. на сорте Безенчукская 380 (19 и 28 %), отмечается снижение всхожести семян.

Для снижения вредоносности заболевания и загрязнения семян микотоксинами необходимо разработать систему агротехнических, биологических и химических защитных мероприятий.

Список литературы

1. Иващенко, В. Г. Грибы рода *Fusarium* на семенах хлебных злаков в основных зерновых регионах России (ареалы, частота встречаемости, соотношение) / В. Г. Иващенко, Н. П. Шипилова ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ защиты растений, ООО «Инновац. центр защиты растений». – СПб. : Инновац. центр защиты растений, 2004. – 20 с.

2. Marasas, W. F. O. *Fusarium* Mycotoxins in the Third Millennium / W. F. O. Marasas // 6th European *Fusarium* Seminar & Third Cost 835 Workshop of Agriculturally Important Toxigenic Fungi (Berlin, Germany, 11 – 16 September 2000) : Book of abstracts / Ed. by Helgard I. Nirenberg. – Berlin, 2000. – P. 42.

3. Бучнева, Г. Н. Биологическое обоснование приемов снижения инфекционного потенциала возбудителей фузариоза колоса пшеницы в ЦЧР России : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Бучнева Галина Николаевна. – СПб., 2008. – 115 с.

4. Гаврилова, О. П. Внутривидовой полиморфизм грибов в секции *Sporotrichiella* рода *Fusarium* и характер взаимоотношений их с серыми хлебами : дис. ... канд. биол. наук : 03.02.12 / Гаврилова Ольга Павловна. – СПб., 2010. – 196 с.

5. Ретьман, С. Фузариоз колоса. Изменения в патогенном комплексе возбудителей фузариоза [Электронный ресурс] / С. Ретьман, Т. Кислых // *Зерно : журн. соврем. агропромышленника : офиц. сайт.* – Режим доступа : <http://www.zerno-ua.com/?p=10901> (дата обращения: 13.11.2015).
6. Трemasов, М. Я. Изучение токсикогенеза *Fusarium sporothrichiella* при повышенной температуре культивирования / М. Я. Трemasов, А. И. Сергейчев, А. З. Равилов // *Микология и фитопатология.* – 2000. – Т. 4, № 34. – С. 59 – 62.
7. Зараженность зерна и видовой состав грибов рода *Fusarium* на территории РФ в 2004 – 2006 годах / Т. Ю. Гагкаева [и др.] // *АГРО XXI.* – 2009. – № 4–6. – С. 3 – 5.
8. Tempe, J. Handbook on Seed Health Testing / J. Tempe ; International Seed Testing Association. – Wageningen : International Seed Testing Association, 1961. – P. 1.
9. Наумова, Н. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н. А. Наумова. – Л. : Колос, 1970. – 208 с.
10. Gerlach, W. The Genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin, 1982. – 406 p.
11. Nelson, P. E. *Fusarium Species : an Illustrated Manual for Identification* / P. E. Nelson, T. A. Toussoun, W. F. O. Marasas. – Pennsylvania State University Press, 1983. – 193 p.
12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 259 с.
13. Павлюшин, В. А. Приоритетные направления развития защиты растений [Электронный ресурс] / В. А. Павлюшин // *Материалы Всерос. агроном. совещ., г. Москва, 12 февр. 2014.* – Режим доступа : http://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/26413.395.htm (дата обращения: 13.11.2015).
14. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева [и др.] ; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений (ВИЗР). – М. : [б. и.], 2011. – 52 с. – (Библиотечка по защите растений).

References

1. Ivashchenko V.G., Shipilova N.P. *Griby roda Fusarium na semenakh khlebnnykh zlakov v osnovnykh zernovykh regionakh Rossii (arealy, chastota vstrechaemosti, sootnoshenie)* (*Fusarium species on cereal seeds in main grain regions of Russia (ranges, the incidence ratio)*), St. Petersburg, 2004, 20 p.
2. Marasas W. F. O. *6th European Fusarium Seminar & Third Cost 835 Workshop of Agriculturally Important Toxigenic Fungi*, Berlin, Germany, 11-16 September, 2000, p. 42.
3. Buchneva G.N. *PhD Dissertation (Biology)*, St. Petersburg, 2008, 115 p.
4. Gavrilova O.P. *PhD Dissertation (Biology)*, St. Petersburg, 2010, 196 p.
5. Ret'man C., Kislykh T., available at: <http://www.zerno-ua.com/?p=10901> (accessed 11 November 2015).
6. Tremasov M.Ya., Sergeichev A.I., Ravilov A.Z. *Mikologiya i Fitopatologiya*, 2000, vol. 4, no. 34, pp. 59-62.
7. Gagkaeva T.Yu., Levitin M.M., Sanin S.S., Nazarova L.N. *AGRO XXI*, 2009, no. 4-6, pp. 3-5.
9. Tempe J. International seed testing Association. *Handbook on seed health testing*, Wageningen, 1961, p. 1.
10. Naumova N.A. *Analiz semyan na gribnyuyu i bakterial'nyuyu infektsiyu* (*Analysis of seed fungal and bacterial infections*), Leningrad: Kolos, 1970, 208 p.
11. Gerlach W., Nirenberg H. *The Genus Fusarium – a Pictorial Atlas*, Berlin, 1982, 406 p.

12. Nelson P.E., Toussoun T.A., Marasas W.F.O. *Fusarium species: an illustrated manual for identification*, Pennsylvania State University Press, 1983, 193 p.
13. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* (Methods of field experience), Moscow: Agropromizdat, 1985, 259 p.
14. Pavlyushin V.A. *Prioritetnye napravleniya razvitiya zashchity rastenii* (Priority directions of development of plant protection), available at: http://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/26413.395.htm (accessed 11 November 2015).
15. Gagkaeva T.Yu., Gavrilova O.P., Levitin M.M., Novozhilov K.V. *Fuzarioz zernovykh kul'tur* (Fusarium cereals), Moscow, 2011, 52 p.
-

Species Diversity and Structure of the Dominant Complex of Fusarium Seed Infection of Wheat in the Central Chernozem Region of Russia

G. N. Buchneva, Yu. V. Zeleneva,
O. I. Korabelskaya, Yu. M. Denisova

*Tambov Research Institute of Agriculture of the Federal Agency;
of Scientific Organizations Srednerussky Branch, Tambov;
Derzhavin Tambov State University, Tambov*

Keywords: dominant complex species; fungi of genus *Fusarium*; prevalence of latent infection of seeds; ratio of species; wheat.

Abstract: A series of studies conducted in 2002 – 2006 and 2010 – 2013 showed that *Fusarium* species diversity is represented by 18 species, 7 of which belong to the group of dominants, but the most important are 4 species of *Fusarium sporotrichioides*, *F. avenaceum*, *F. roae*, *F. culmorum*. The status of ecologically plastic fungi that are common in winter and spring wheat in the Central Chernozem region of Russia have *F. sporotrichioides* and *F. poae* (superdominant). *F. eguisei*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum* are a minor group and reach values of the dominant once in 9 years.

The change in the ratio of species in the group of dominants was observed in ecologically contrasting years: in extremely dry years the share of *F. eguisei* grew, but in the wet years the share of *F. culmorum* grew (the Tambov region, 2010). The dominant complex in 2010 – 2013 was different from those in 2002 – 2006 and included *F. sporotrichioides*, *F. culmorum* and *F. poae*, the total share of which amounted to 74.8 %. In moderately and excessively wet years (2004 and 2012) the infection of seeds increased to 15 % and 20 %, respectively, while the proportion of *F. avenaceum* and *F. culmorum* amounted to 75 and 54.5 %, respectively. These species cause infestation of grain (*F. avenaceum*, *F. culmorum* and explicit), their field diagnosis is complicated, and their removal from seeds is almost impossible, which results in off-season transfer of seeds infestation.

© Г. Н. Бучнева, Ю. В. Зеленева,
О. И. Корабельская, Ю. М. Денисова, 2015