

**Н.А. Крупенько, С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Е.И. Жук, Т.Г. Пилат,
В.А. Радивон, А.А. Жуковская, Н.А. Бурнос, Н.Г. Поплавская,
В.Г. Лешкевич, Н.Л. Свидуневич, А.Н. Халаев, И.Н. Одицова,
А.А. Апресян**

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ИНФИЦИРОВАННОСТЬ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ГРИБАМИ РОДА *FUSARIUM*

Дата поступления статьи в редакцию: 08.09.2023

Рецензент: доктор с.-х. наук Налобова В.Л.

Аннотация. Представлены данные по видовому составу грибов рода *Fusarium* на семенах озимых (пшеница, тритикале, рожь, ячмень) и яровых зерновых культур (пшеница, ячмень, тритикале, овес). Самая высокая инфицированность была на семенах озимой ржи – 22,7–41,2 %. В зависимости от культуры были идентифицированы от 4 до 7 видов. На озимой пшенице преобладали виды *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. culmorum* и *F. poae*; на озимой тритикале – *F. oxysporum* и *F. poae*, на озимой ржи – *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* и *F. poae*, на озимом ячмене – *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*. В партиях яровой пшеницы чаще встречались *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, яровых ячменя и тритикале – *F. avenaceum*, овса – *F. poae*, *F. equiseti*.

Ключевые слова: зерновые культуры, семена, виды *Fusarium*, частота встречаемости.

Введение. Фузариоз колоса зерновых культур, вызываемый грибами рода *Fusarium*, является одной из наиболее серьезных проблем во всех регионах мира. Помимо прямого отрицательного влияния на урожайность, возбудители болезни обуславливают ухудшение качества зерна за счет накопления микотоксинов, представляющих большую опасность для человека и теплокровных животных из-за нефротоксичных, иммуносупрессивных и канцерогенных свойств [12].

Типичные симптомы фузариоза колоса проявляются в виде обесцвечивания колосковых чешуй, хорошо заметного в начальный период созревания колоса на фоне зеленой окраски здоровой ткани. Многие виды грибов рода *Fusarium* вызывают слабовозметные или нетипичные симптомы заболевания – некротическое потемнение колосковых чешуй, штриховатость, глазковую пятнистость. При позднем развитии болезни внешние признаки поражения на колосе менее заметны.

В зависимости от региона на колосе могут присутствовать до 17 видов грибов рода *Fusarium* [11], при этом основные возбудители фузариоза колоса варьируют в зависимости от гидротермических условий

региона возделывания [7, 14]. В Республике Беларусь, по данным за 2005–2010 гг., фузариоз колоса вызывали в основном виды *F. culmorum*, *F. poae*, *F. oxysporum* [1, 4, 5].

Вместе с тем, в связи с изменением погодных условий, насыщением севооборота зерновыми культурами, постоянной сортосменой, видовой состав грибов рода *Fusarium*, контаминирующих колос, изменяется. Это приводит к тому, что в патогенных комплексах появляются ранее не встречавшиеся или не имевшие экономического значения виды. Так, на зерновых культурах возросла частота встречаемости вида *F. langsethiae* [3, 10, 13].

Учитывая большое видовое разнообразие грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах, целью работы было уточнение видового состава на семенах.

Материалы и методы. Исследования выполняли в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений». Зараженность семян грибами рода *Fusarium* определяли на картофельно-сахарозном агаре (КСА). Для этого семена поверхностно дезинфицировали в 1 %-м растворе гипохлорита натрия в течение 15–20 сек, дважды промывали стерильной дистиллированной водой, просушивали между слоями фильтровальной бумаги и раскладывали в чашки Петри на поверхность КСА с добавлением детергента Triton X-100 и 5 %-го раствора стрептомицина. Чашки инкубировали в течение 10 суток при температуре 22 °С, после чего пересевали выросшие колонии грибов рода *Fusarium* на КСА в пробирки. Идентификацию видов осуществляли на основании микроморфологических (форма, размеры апикальной и базальной клеток конидий; наличие, форма, способ образования микроконидий; конидиогенные структуры; хламидоспоры) и макроморфологических признаков (скорость роста колонии, окраска мицелия и его структура, пигментация) [9]. Частоту встречаемости вида в каждой партии семян вычисляли как отношение числа его изолятов к общему количеству грибов *Fusarium* spp. в этой пробе. В статье представлены усредненные данные по частоте встречаемости видов в проанализированных пробах каждой культуры.

Результаты исследований и их обсуждения. Инфицированность семян варьировала в зависимости от культуры и региона ее возделывания, сорта, вегетационного сезона (таблицы 1, 2). Так, значения показателя среди озимых культур были более высокими на озимой ржи – от 22,7 до 41,2 %. Это может быть обусловлено тем, что зачастую в хозяйствах страны защита колоса этой культуры от болезней не проводится. Однако, учитывая использование ржаной муки в хлебопечении, изготовлении кондитерских изделий, а также при производстве кормов, высокая зараженность зерна может обуславливать значительное содержание микотоксинов.

Таблица 1 – Зараженность (%) семян сортов озимых культур грибами рода *Fusarium* (РУП «Институт защиты растений»)

Культура	Сорт	2020 г.	2021 г.	В среднем
Пшеница	Богатка	21,6 ¹	2,0 ²	9,6
	Сейлор	24,3 ¹	0,0 ²	
	Элегия	9,5 ⁴	0,0 ⁴	
Тритикале	Благо	4,0 ¹	10,1 ¹	9,6
	Импульс	5,0 ¹	14,3 ¹	
	Гренадо	2,6 ²	21,3 ²	
Рожь	Голубка	41,2 ¹	25,8 ¹	28,6
	Офелия	25,0 ²	22,7 ²	
Ячмень	Изоцел	3,2 ²	4,1 ²	6,8
	Тереза	7,3 ²	–	
	Дипло	–	12,5 ²	

Примечание – Индексами обозначено происхождение проб: ¹ – Витебская область, Витебский район; ² – Брестская область, Ивановский район; ⁴ – Минская область, Червенский район.

Таблица 2 – Зараженность (%) семян сортов яровых культур грибами рода *Fusarium* (РУП «Институт защиты растений»)

Культура	Сорт	2021 г.	2022 г.	В среднем
Пшеница	Любава	11,0 ⁴	11,0 ⁴	16,3
	Славянка	30,0 ⁴	13,0 ⁴	
Тритикале	Дублет	15,0 ⁵	5,0 ⁵	12,3
	Садко	5,0 ⁶	1,0 ⁶	
	Новое	31,0 ⁶	17,0 ⁶	
	Гелио	1,0 ⁶	19,0 ⁶	
Овес	Лидия	28,0 ⁴	11,0 ⁴	13,0
	Шанс	16,0 ⁶	9,0 ⁶	
	Королек	10,0 ⁶	4,0 ⁶	
Ячмень	Бровар	2,0 ¹	12,0 ¹	5,0
	Добры	6,0 ¹	0,0 ¹	
	Радзіміч	8,0 ³	2,0 ³	

Примечание – Индексами обозначено происхождение проб: ¹ – Витебская область, Витебский район; ³ – Гомельская область, Рогачевский район; ⁴ – Минская область, Червенский район; ⁵ – Минская область, Несвижский район; ⁶ – Минская область, Смолевичский район.

Среди яровых культур зараженность семян варьировала, однако усредненные показатели свидетельствуют о том, что зерно ярового ячменя менее инфицировано – в среднем на уровне 5,0 % , что, вероятно, связано с биологическими особенностями культуры. Соприженность колошения и цветения (закрытый тип цветения) минимизирует вероятность заражения колоса. Максимальные значения показателя были на пшенице (сорт Славянка) и тритикале (сорт Новое) в 2021 г. – 30,0

и 31,0 % соответственно. Вызывает беспокойство достаточно высокая инфицированность семян овса – до 28 %. Учитывая использование зерна этой культуры в диетическом и детском питании, необходимы дальнейшие исследования по мониторингу инфицированности семян грибами, а также накоплению микотоксинов.

Проведенные исследования показали, что наибольшее разнообразие грибов было на озимой пшенице и овсе – по 7 видов, наименьшее – на озимой тритикале и яровом ячмене – по 4 вида. Данные по частоте встречаемости видов также позволяют сделать вывод, что общими на семенах всех культур видами были *F. avenaceum*, *F. culmorum* и *F. poae* (таблица 3). При этом *F. avenaceum* встречался во всех проанализированных пробах озимого ячменя, а также яровых пшеницы и тритикале.

Таблица 3 – Частота встречаемости (%) видов *Fusarium* в семенных партиях зерновых культур (РУП «Институт защиты растений»)

Гриб	Озимые				Яровые			
	пшеница	тритикале	рожь	ячмень	пшеница	ячмень	тритикале	овес
<i>F. avenaceum</i>	83,3	33,3	50,0	100	100	66,7	100	33,3
<i>F. cerealis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
<i>F. culmorum</i>	50,0	33,3	25,0	25,0	25,0	16,7	25,0	16,7
<i>F. equiseti</i>	16,7	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	12,5	50,0
<i>F. graminearum</i>	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0
<i>F. oxysporum</i>	33,3	83,3	50,0	75,0	25,0	0,0	0,0	16,7
<i>F. poae</i>	50,0	66,7	50,0	50,0	50,0	33,3	25,0	100
<i>F. sporotrichioides</i>	83,3	0,0	0,0	50,0	75,0	33,3	37,5	16,7
Проанализировано проб, шт.	6	6	4	4	4	6	8	6

Полученные данные согласуются с результатами исследований ряда авторов, которые выявили доминирование указанных видов на зерновых культурах в странах Европы, а также Северной и Южной Америки [6, 8].

Установлено, что *F. poae* встречался во всех образцах овса, что согласуется с данными Т. Schöeneberg и соавторов [13]. Причины высокой частоты встречаемости данного вида на овсе в настоящее время не ясны. Так, согласно некоторым данным, его распространенность увеличивается в засушливых условиях [2], однако в наших исследованиях частота встречаемости гриба была высокой как в засушливые вегетационные сезоны, так и при достаточном и избыточном увлажнении.

Полученные данные свидетельствуют о том, что структура доминирования грибов рода *Fusarium* варьирует в зависимости от культуры. Так, на озимой пшенице преобладали виды *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. culmorum* и *F. poae*; на озимой тритикале – *F. oxysporum* и *F. poae*, на озимой ржи – *F. avenaceum*, *F. equiseti*,

F. oxysporum и *F. poae*, на озимом ячмене – *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*.

В партиях яровой пшеницы чаще встречались *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, яровых ячменя и тритикале – *F. avenaceum*, овса – *F. poae*, *F. equiseti*.

Выводы. Инфицированность семян сортов озимой пшеницы грибами рода *Fusarium* достигала 24,3 %, озимой тритикале – 21,3 %, озимой ржи – 41,2 %, озимого ячменя – 12,5 %, яровой пшеницы – 30,0 %, яровой тритикале – 31,0 %, овса – 28,0 %, ярового ячменя – 12,0 %. Видовой состав грибов рода *Fusarium* представлен грибами *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. sporotrichioides*. Частота встречаемости каждого вида варьировала в зависимости от культуры. Полученные данные свидетельствуют о том, что за последние 20 лет, с момента начала изучения видовой состава грибов данного рода на зерновых культурах в Беларуси, в его структуре произошли значительные изменения.

Учитывая токсинообразующую способность грибов рода *Fusarium*, представляет интерес изучение накопления микотоксинов, т.к. зная видовой состав грибов рода *Fusarium* в патогенном комплексе, можно предполагать накопление определенных микотоксинов, что требует дальнейшего изучения для обоснования тактики и стратегии защиты зерновых культур от фузариоза колоса.

Исследования выполнены в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», подпрограмма «Плодородие почв и защита растений» по заданию «Изучение комплекса грибов рода Fusarium, паразитирующих на зерновых культурах (видовой состав, патогенность, взаимоотношения, вредоносность)».

Список литературы

1. Бойко, А. К. Биологическое обоснование защиты колоса ярового ячменя от болезней : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.11 / А. К. Бойко ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 2008. – 24 с.
2. Зараженность грибами рода *Fusarium* и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноземья / О. П. Гаврилова [и др.] // С.-х. биология. – 2009. – № 6. – С. 89–93.
3. Гаврилова, О. П. Новые сведения о распространении на территории России гриба *Fusarium langsethiae*, продуцирующего Т-2 и НТ-2 токсины / О. П. Гаврилова, Т. Ю. Гагкаяева // Вестн. защиты растений. – 2020. – № 103. – С. 24–26.
4. Жуковский, А. г. Биологическое обоснование защитных мероприятий против комплекса болезней озимого тритикале : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.11 / А. г. Жуковский ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, Мин. р-н, 2008. – 23 с.
5. Ильюк, А. Г. Биологическое обоснование защиты озимой пшеницы от септориоза и фузариоза колоса : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / А. Г. Ильюк. – Прилуки, Мин. р-н, 2011. – 134 л.

6. Occurrence and pathogenicity of *Fusarium poae* in barley in Argentina / D. Barreto [et al.] // Cereal Research Communications. – 2004. – Vol. 32. – P. 53–60.
7. Composition and predominance of *Fusarium* species causing *Fusarium* head blight in winter wheat grain depending on cultivar susceptibility and meteorological factors / T. Birr [et al.] // Microorganisms. – 2020. – Vol. 8, iss. 4. – P. 617.
8. Diversity and prevalence of *Fusarium* species from Quebec barley fields / J. V. Bourgades [et al.] // Canadian J. of Plant Pathology. – 2006. – Vol. 28. – P. 419–425.
9. Gerlach, W. The genus *Fusarium* : a pictorial atlas / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin; Hamburg : Parey, 1982. – 406 p.
10. Opoku, N. Development of *Fusarium langsethiae* in commercial cereal production / N. Opoku, M. Back, S. G. Edwards // Europ. J. of Plant Pathol. – 2013. – Vol. 136, iss. 1. – P. 159–170.
11. Parry, D. W. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals – a review / D. W. Parry, P. Jenkinson, L. McLeod // Plant Pathology. – 1995. – Vol. 44. – P. 207–238.
12. Pestka, J. J. Deoxynivalenol: mechanisms of action, human exposure, and toxicological relevance / J. J. Pestka // Archives of Toxicology. – 2010. – Vol. 84. – P. 663–679.
13. Influence of temperature, humidity duration and growth stage on the infection and mycotoxin production by *Fusarium langsethiae* and *Fusarium poae* in oats / T. Schöneberg [et al.] // Plant Pathology. – 2009. – Vol. 68. – P. 173–184.
14. Relationship between the fungal complex causing *Fusarium* head blight of wheat and environmental conditions / X. M. Xu [et al.] // Phytopathology. – 2008. – Vol. 98. – P. 69–78.

**N.A. Krupenko, S.F. Buga, A.G. Zhukovsky, E.I. Zhuk, T.G. Pilat,
V.A. Radivon, A.A. Zhukovskaya, N.A. Burnos, N.G. Poplavskaya,
V.G. Leshkevich, N.L. Svidunovich, A.N. Khalaev, I.N. Odintsova,
A.A. Apresyan**

RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

INFECTION OF GRAIN SEEDS WITH FUSARIUM GENUS FUNGI

Annotation. Species composition on grains of winter cereal crops (wheat, triticale, rye, barley) and spring ones (wheat, barley, triticale, oat) are shown. The most *Fusarium* incidence was on winter rye – 22,7–41,2 %. There were from 4 to 7 species depending on crop. On winter wheat *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. culmorum* and *F. poae* prevailed, on winter triticale *F. oxysporum* and *F. poae* prevailed, whereas on winter rye *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* and *F. poae* were the most frequently isolated, and on winter barley *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides* prevailed. On spring wheat the most common species were *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, whereas on spring barley and triticale *F. avenaceum* prevailed, and on oat *F. poae*, *F. equiseti* were the most frequent.

Key words: cereal crops, grain, *Fusarium*, frequency of isolation.