

## **ВРЕДНОСНОСТЬ БОЛЕЗНЕЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ГРИБАМИ РОДА *FUSARIUM*, В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ**

*Рецензент: канд. биол. наук Плескацевич Р.И.*

**Аннотация.** Поражение ярового тритикале фузариозной корневой гнилью и фузариозом колоса обуславливает существенное снижение урожайности. Вредоносность фузариозной корневой гнили проявляется в снижении длины колоса на 4,9-24,5 %, количества зерен в колосе – на 5,0-35,7 %, массы зерен с колоса – на 25,0-40,0 %, массы 1000 зерен – на 4,3-9,7 %. Поражение колоса фузариозом снижает массу зерен с колоса на 5,6-33,3 % и массу 1000 зерен – на 6,5-28,5 %.

**Ключевые слова:** яровое тритикале, вредоносность, грибы рода *Fusarium*, корневая гниль, фузариоз колоса, *Fusarium culmorum*.

**Введение.** Грибы рода *Fusarium* Link. представлены широким видовым разнообразием повсеместно, они были изолированы из почв всех континентов мира, кроме Антарктики [1]. Около 20 видов грибов рода *Fusarium* вызывают болезни вегетативных и генеративных органов зерновых культур [2], основными из которых являются фузариозная корневая гниль и фузариоз колоса.

Фузариозная корневая гниль – хроническая болезнь, которая развивается в течение всего периода вегетации, начиная со всходов. У инфицированных семян может образоваться пораженный росток или корешок, нередко такие семена не прорастают. Симптомы поражения проростков проявляются как побурение coleoptily, узла кушения, корней, эпикотилия, основания первого листа. В дальнейшем отмечается побурение, загнивание и отмирание первичных и вторичных корней, подземного междоузлия, реже основания стебля. Из-за трухлявости корней растения легко выдергиваются из почвы [3]. В посевах ярового тритикале развитие болезни достигает 50,6 % [4].

Вредоносность болезни проявляется в гибели проростков и всходов, снижении продуктивной кустистости и показателей урожайности, таких как количество и масса зерен с колоса, масса 1000 зерен. По результатам исследований С.Ф. Буга вредоносность фузариозной корневой гнили в посевах ярового ячменя характеризуется снижением продуктивной кустистости на 11,9 %, количества зерен в колосе – на 32,2 %. Наиболее чувствительным элементом, реагирующим на поражение растений

болезнью, является масса 1000 зерен: достоверное снижение показателя отмечалось с 13-15 % развития болезни [5]. В посевах озимой пшеницы развитие корневой гнили вызывает снижение массы 1000 зерен от 13,3 до 50,0 % в зависимости от балла поражения [6].

Основными возбудителями фузариозной корневой гнили в посевах зерновых культур в Республике Беларусь являются грибы: *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. oxysporum* Schltdl., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *Fusarium sporotrichioides* Sherb. Из них обычно в зависимости от культуры, сорта, стадии развития растений и года исследования выделяют 3-4 наиболее часто встречаемых вида [6, 7, 8, 9, 10]. Результаты исследований видового состава грибов, поражающих корневую систему ярового тритикале, проводившиеся в 2015-2017 гг., позволили установить, что основными возбудителями корневой гнили являются виды *F. equiseti*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. culmorum* и *F. avenaceum* [10]. Из представленного фузариозного комплекса наибольшей патогенностью по отношению к растениям ярового тритикале обладал гриб *F. culmorum*, все изоляты которого являлись высокопатогенными [11].

Фузариоз колоса – широко распространенное в мире заболевание, снижающее урожай и качество продукции злаковых культур. Грибы рода *Fusarium* в процессе жизнедеятельности выделяют токсичные метаболиты – микотоксины, в результате чего зерно становится непригодным для использования в пищу и на корм. Типичные симптомы фузариоза на колосе зерновых культур проявляются в виде обесцвечивания колосовых чешуй, хорошо заметного в начальный период созревания на фоне еще зеленой окраски здоровой ткани. При благоприятных условиях для развития гриба на колосе появляется налет мицелия и спороношение розово-оранжевого или красно-кирпичного цвета [12]. В условиях Республики Беларусь на пораженном колосе встречается от 7 до 12 видов грибов рода *Fusarium* в зависимости от культуры, наиболее часто встречаемыми являются *F. culmorum*, *F. poae*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum* [3].

А.Г. Ильюком в результате изучения особенностей биологии грибов-возбудителей фузариоза колоса озимой пшеницы, а также их патогенеза на искусственных инфекционных фонах выявлено, что критическим сроком для заражения является середина цветения. В результате инокуляции в этот период отмечено наибольшее развитие болезни (58,2 %). Максимальное снижение массы зерен с колоса наблюдалось при инфицировании колоса грибом *F. culmorum* – на 21,1 % [13]. По данным Т.Ю. Гагкаевой и коллег, проводивших инокуляцию колоса суспензией конидий гриба *F. graminearum* в период цветения, наблюдалось максимальное заражение зерен в колосе, что снизило урожай

на 60-80 %. Инокуляция колоса через неделю после цветения привела к уменьшению видимых симптомов фузариоза и снижению урожая на 50-60 %, при высоком общем заражении зерна (90-95 %). При более поздних сроках заражения площадь видимых симптомов заболевания на колосе и число зараженных зерновок уменьшались, а вес семян не изменялся [12].

Яровое тритикале является одной из высокоурожайных яровых зерновых культур, урожайность, которой в конккурентном сортоиспытании на сортоиспытательных станциях и участках за 2014-2016 гг. составляла до 95,6 ц/га (ГСХУ «Молодечненская СС», 2015 г.) [14]. В связи с тем, что болезни вызываемые грибами рода *Fusarium* являются высоковредоносными, приводящими к значительным потерям урожайности, возникла необходимость выявить влияние поражения данными грибами на продуктивность ярового тритикале.

**Методика проведения исследований.** Работа выполнена в 2016-2017 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений».

Для получения растений с различной степенью поражения фузариозной корневой гнилью и фузариозом колоса были подготовлены инфекционные фоны высокопатогенного гриба *F. culmorum*. В стадии восковой спелости (ст. 87) отбирали по 100 растений каждого балла пораженных корневой гнилью для последующей оценки влияния болезни на показатели длины колоса, количества зерен в одном колосе и их массы, массы 1000 зерен. В стадии ранней молочной спелости (ст. 73) колосья, пораженные фузариозом, этикетировали в соответствии с баллом поражения. Перед уборкой (ст. 89) отбирали образцы по 100 растений с разным баллом поражения болезнью.

Степень поражения растений корневой гнилью определяли на основании шкалы, предложенной А.Ф. Коршуновой, А.Е. Чумаковым и Р.И. Щекочиной [16]:

- 0 – здоровые растения;
- 1 – слабое побурение восприимчивых органов, не более 25 % от всего растения;
- 2 – сильное побурение корневой системы, не более 50 % от всего растения;
- 3 – очень сильное побурение корней, 50 % и более;
- 4 – гибель растения.

Для определения степени поражения фузариозом колоса использовали следующую балльную шкалу:

- 0 – отсутствие поражения;
- 1 – поражено до 10 % поверхности колоса;

- 2 – поражено 11-25 % поверхности колоса;
- 3 – поражено 26-50 % поверхности колоса;
- 4 – поражено свыше 50 % поверхности колоса.

Стадии развития растений приведены в соответствии со шкалой ВВСН [17].

**Результаты исследований.** На основании статистической обработки полученных данных по влиянию пораженности ярового тритикале фузариозной корневой гнилью на урожайность было выявлено снижение таких хозяйственных показателей, как длина колоса, количество зерен в колосе, масса зерен с колоса и масса 1000 зерен.

Достоверное снижение показателей длины колоса и количества зерен в колосе наблюдается при поражении корневой системы по 2-му баллу и более и составляет 23,0-24,5 % и 23,8-35,7 % соответственно (таблица 1).

**Таблица 1 – Влияние степени поражения корневой гнилью на длину колоса и количество зерен в колосе ярового тритикале (РУП «Институт защиты растений», инфекционный фон гриба *F. culmorum*, сорт Дублет, полевые опыты)**

Балл поражения	Длина колоса ±ДИ, см	Снижение длины колоса		Количество зерен в колосе ±ДИ, шт.	Снижение количества зерен в колосе	
		см	%		шт.	%
2016 г.						
0	6,1±0,2	-	-	36,1±2,5	-	-
1	5,8±0,2	0,3	4,9	34,3±2,5	1,8	5,0
2	4,7±0,2	1,4	23,0	27,5±2,4	8,6	23,8
3	4,7±0,2	1,4	23,0	25,3±2,4	10,8	29,9
НСР <sub>05</sub>		0,4			4,6	
2017 г.						
0	4,9±0,3	-	-	30,0±2,7	-	-
1	4,9±0,3	0,0	0,0	28,5±2,4	1,5	5,0
2	3,7±0,3	1,2	24,5	20,8±2,1	9,2	30,7
3	3,7±0,2	1,2	24,5	19,3±1,6	10,7	35,7
НСР <sub>05</sub>		0,5			4,0	

Примечание – ДИ – доверительный интервал

При поражении корневой системы фузариозом по первому баллу наблюдалось увеличение массы 1000 зерен относительно контроля на 1,0-1,3 % (таблица 2). Нередко незначительное поражение растений грибами-возбудителями болезней может стимулировать увеличение урожайности. В.И. Билай отмечает, что от пораженности зерна фузариозом зависит увеличение или уменьшение числа корней у проростков [18].

Так, по результатам данных А.Г. Ильюка поражение озимой пшеницы грибом *F. oxysporum* при латентном проявлении симптомов оказало стимулирующий характер на прорастаемость семян, которое выражалось в увеличении количества корешков и их длины [13]. В связи с этим можно предположить, что поражение растений грибом *F. culmorum* на депрессивном уровне положительно сказалось на развитии корневой системы и способствовало увеличению массы 1000 зерен.

Статистически достоверное снижение массы зерен с колоса и 1000 зерен отмечено при поражении растений по второму и третьему баллам: уменьшение количества зерен в колосе происходит на 25,0-40,0 %, массы 1000 зерен – на 5,1-9,7 %.

**Таблица 2 – Влияние степени поражения ярового тритикале корневой гнилью на длину колоса и количество зерен в колосе (РУП «Институт защиты растений»), инфекционный фон гриба *F. culmorum*, сорт Дублет, полевые опыты)**

Балл поражения	Масса зерен с колоса ±ДИ, г	Снижение массы зерен с колоса		Масса 1000 зерен ±ДИ, г	Снижение массы 1000 зерен	
		г	%		г	%
2016 г.						
0	1,2±0,1	-	-	35,1±0,3	-	-
1	1,2±0,1	0,0	0,0	36,4±1,3	+ 1,3	-
2	0,9±0,1	0,3	25,0	33,3±0,2	1,8	5,1
3	0,8±0,1	0,4	33,3	32,9±0,1	2,2	6,3
НСР <sub>05</sub>		0,2			1,1	
0	1,0±0,1	-	-	32,9±0,3	-	-
1	1,0±0,1	0,0	0,0	33,9±0,4	+1,0	
2	0,7±0,1	0,3	30,0	31,5±0,4	1,4	4,3
3	0,6±0,1	0,4	40,0	29,7±0,2	3,2	9,7
НСР <sub>05</sub>		0,2			0,6	

Примечание – ДИ – доверительный интервал.

Также было выявлено отрицательное влияние корневой гнили на посевные качества семян нового урожая. Лабораторная всхожесть зерновок, пораженных по 2-му баллу, снижалась на 4,3 %, по 3-му – на 9,8 %.

Поражение колоса грибом *F. culmorum* по 2 и 3-му баллам достоверно снижает массу зерен с колоса на 12,5-22,2 %, по 4-му – на 31,3-33,3 %. Наиболее чувствительным элементом урожайности является масса 1000 зерен, где статистически значимые потери наблюдаются уже при поражении по 1-му баллу (6,5-15,2 %). Поражение колоса фузариозом по 4-му баллу вызывает снижение показателя на 19,1-28,5 % (таблица 3).

**Таблица 3 – Вредоносность фузариоза колоса ярового тритикале (РУП «Институт защиты растений», инфекционный фон *F. culmorum*, сорт Узор, полевые опыты)**

Балл поражения	Масса зерен с колоса ±ДИ, г	Снижение массы зерен с колоса,		Масса 1000 зерен ±ДИ, г	Снижение массы 1000 зерен,	
		г	%		г	%
2016 г.						
0	1,6±0,1	-	-	32,4±0,1	-	-
1	1,5±0,1	0,1	6,3	30,3±0,3	2,1	6,5
2	1,4±0,1	0,2	12,5	30,1±0,2	2,3	7,1
3	1,4±0,1	0,2	12,5	29,1±0,2	3,3	10,2
4	1,1±0,1	0,5	31,3	26,2±0,1	6,2	19,1
HCP <sub>05</sub>		0,2			0,4	
2017 г.						
0	1,8±0,2	-	-	36,8±0,3	-	-
1	1,7±0,1	0,1	5,6	31,2±0,8	5,6	15,2
2	1,5±0,2	0,3	16,7	29,9±0,4	6,9	18,8
3	1,4±0,1	0,4	22,2	27,2±0,8	9,6	26,1
4	1,2±0,2	0,6	33,3	26,3±0,6	10,5	28,5
HCP <sub>05</sub>		0,3			1,0	

**Примечание** – ДИ – доверительный интервал.

Таким образом, высокопатогенный и один из наиболее часто встречаемых грибов *F. culmorum*, по результатам наших исследований, приводит к значительным потерям урожайности ярового тритикале. Поражение корневой системы патогеном снижает длину колоса на 24,5 %, количество зерен в колосе – на 35,7 %, массу зерен с колоса – на 40,0 %, массу 1000 зерен – на 9,7 %. Инфицирование колоса грибом *F. culmorum* приводит к снижению массы зерен с колоса на 33,3 %, массы 1000 зерен – на 9,7 %.

### Список литературы

1. Methods for Research on Soilborn Phytopathogenic Fungi / С.Е. Windels [et al.] // American Phytopathological Society. – St. Paul, USA, 1992. – P. 115–128
2. Gerlach, W. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas / W. Gerlach, H.I. Nirenberg // Mitt. Biol. Bundesanst Land-Forstw.– Berlin, 1982. – V. 209 – 406 p.
3. Буга, С.Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси: монография / С.Ф.Буга; РУП «Ин-т защиты растений». – Невиж: Несвиж укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 240 с.
4. Радивон, В.А. Динамика развития болезней в посевах сортов ярового тритикале / В.А. Радивон, А.Г. Жуковский // Молодежь в науке – 2016: сб. материалов Междунар. конф. молодых ученых (Минск, 22-25 ноября 2016 г. Аграрные науки / НАНБ. Совет молодых ученых; редкол.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 267–273.
5. Буга, С.Ф. Интегрированная система защиты ячменя от болезней : монография / С.Ф. Буга. – Минск : Ураджай, 1990. – 152 с.
6. Склименок, Н.А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Н.А. Склименок; РУП “Ин-т защиты растений”. – Прилуки, Мин. р.-н., 2015. – 23 с.
7. Артемова, О.В. Видовой состав грибов рода *Fusarium* LINK, встречающихся на

корневой системе растений озимой пшеницы / О.В. Артемова // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: С.В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2004. – Вып. 28. – С. 63–67.

8. Распространенность грибов рода *Fusarium* и структура фузариозных комплексов агрофитоценозов озимых зерновых культур Республики Беларусь / С.Ф. Буга [др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / БелНИИ защиты растений; редкол.: С.В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – Вып. 24. – С. 55–64.

9. Роль сорта в формировании видовой состав грибов рода *Fusarium* в агроценозах яровых зерновых культур Республики Беларусь / С.Ф. Буга [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / БелНИИ защиты растений; редкол.: С.В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – Вып. 24. – С. 48–54.

10. Радивон, В.А. Видовой состав грибов-возбудителей корневой гнили ярового тритикале / В.А. Радивон // Защита растений : сб. научн. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: С.В. Сорока [и др.]. – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 135–140.

11. Радивон, В.А. Патогенность грибов рода *Fusarium* вызывающих корневую гниль ярового тритикале / В.А. Радивон, А.Г. Жуковский // Фундаментальные и прикладные проблемы современной экологии и защиты растений: матер. международной науч.-практ. конф. факультета защиты растений Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева, 11-12 октября 2018 г. – Харьков: ХНАУ, 2018. – С. 104–107.

12. Фузариоз зерновых культур / Т.Ю. Гагкаева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2011. – №5. – С. 69–120.

13. Ильюк, А.Г. Биологическое обоснование защиты озимой пшеницы от септориоза и фузариоза колоса: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / А.Г. Ильюк; НАН Беларуси, РУП «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2011. – 134 с.

14. Результаты испытания сортов растений озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных на хозяйственную позность в Республике Беларусь за 2014-2016 годы / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2017. – 176 с.

15. Коршунова, А.Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А.Ф. Коршунова, А.Е. Чумаков, Р.И. Щекочихина // 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1976. – 184 с.

16. Шипилова, Н.П. Диагностика фузариозного поражения колоса и заражения зерна на северо-западе России // Н.П. Шипилова, Л.И. Нефедова, В.Г. Иващенко // Сборник метод. рекомендаций по защите растений. – СПб., 1998. – С.208-220.

17. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под ред. Ю.М. Стройкова. – Лимбургерхов, 2004. – 183 с.

18. Билай, В.И. Фузарии / В.И. Билай. – Киев : Наук. думка, 1977. – 433 с.

**V.A. Radivon, A.G. Zhukovsky**

*RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district*

## HARMFULNESS OF DISEASES CAUSED BY *FUSARIUM* GENUS FUNGI IN SPRING TRITICALE CROPS

**Annotation.** Spring triticale severity by fusarium root rot and fusarium head blight causes an essential yield decrease. Fusarium root rot is manifested in ear length decrease for 4,9-24,5 %, number of grains in the ear – for 4,3-9,7 %. Ear damage by fusariosis decreases grain weight from ear for 5,6-33,3 % and 1000 grain weight for 6,5-28,5 %.

**Key words:** spring triticale, harmfulness, *Fusarium* genus fungi, root rot, Fusarium head blight, *Fusarium culmorum*.