

**В.А. Радивон**

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

## ВИДОВОЙ СОСТАВ ГРИБОВ-ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ

Рецензент: канд. биол. наук Юзефович Е.К.

**Аннотация.** Приведены результаты исследования по определению видового состава корневой гнили ярового тритикале. Установлено, что грибы рода *Fusarium* в общей структуре грибов, поражающих корневую систему, занимают до 68,5%. Доминирующими видами являются грибы *F. equiseti*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. culmorum* и *F. avenaceum*. Определена частота встречаемости видов в зависимости от места возделывания и стадии развития культуры.

**Ключевые слова:** яровое тритикале, корневая гниль, видовой состав, частота встречаемости, *F. equiseti*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*.

**Введение.** Корневая гниль зерновых культур в Республике Беларусь распространена повсеместно. Наиболее широкое распространение получила корневая гниль фузариозной этиологии, представленная большим видовым разнообразием грибов рода *Fusarium*. Гельминтоспориозная корневая гниль преимущественно поражает ячмень и отмечается чаще в восточной части нашей страны [1].

Возбудители фузариозной корневой гнили по способу питания относятся к факультативным паразитам и способны поражать растения, начиная с момента их прорастания и до конца вегетации. У пораженных проростков наблюдается побурение coleoptily, узла кущения, корней, эпикотили, основания первого листа, что может привести к выпадению всходов. При более позднем поражении отмечается побурение, загнивание и отмирание первичных и вторичных корней, подземного междоузлия, реже основания стебля. Отличительной особенностью поражения фузариозной гнилью от гельминтоспориозной является то, что пораженные растения легко выдергиваются из почвы из-за трухлявости корней [2].

Исследования, проводимые на зерновых культурах в конце 90-х годов выявили, что патогенный комплекс грибов рода *Fusarium* в условиях центральной агроклиматической зоны Республики Беларусь представлен в основном видами *F. oxysporum* Schltdl., *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc., *F. sporotrichiella* Bilai, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. sambucinum* Fuckel, *F. equiseti* (Corda) Sacc. [3, 4]. Из данного комплекса на яровых зерновых преобладали *F. oxysporum*, *F. culmorum*, на озимых – также *F. sporotrichiella*. В настоящее время отмечаются изменения в структу-

ре патогенного комплекса. Так, на корневой системе озимой пшенице доминируют *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. equiseti* [5].

Структура доминирования грибов рода *Fusarium* может изменяться в зависимости от растения-хозяина, географии произрастания культуры, фенофазы развития растений, анализируемого вегетативного органа [3, 4, 6, 7, 8].

Развитие корневой гнили в посевах ярового тритикале достигает 50,6% [9]. При этом целенаправленных исследований, по изучению видового состава грибов паразитирующих на корневой системе культуры, до настоящего времени в республике не проводилось. Для усовершенствования системы защиты ярового тритикале от болезни, основанной на применении агротехнических и химических приемов в зависимости от особенностей биологии возбудителей, необходимо проведение ряда микологических исследований.

**Материалы и методы исследований.** Пробы корневой системы ярового тритикале сорта Узор отбирали на Государственных сортоиспытательных станциях (ГСС) и участках (ГСУ) Республики Беларусь в стадии 73-77, а также опытном поле РУП «Институт защиты растений» в стадии 32, 65, 85 в 2015-2017 гг. Образцы высушивали и хранили в холодильнике. Для выделения грибов-возбудителей из корневой системы отбирали пробу (25 растений) и промывали под проточной водой в течение часа. Затем корни нарезали на фрагменты длиной 1-1,5 см, погружали их в 70% спирт на 15-20 сек. для дезинфицирования, после просушивали между слоями стерильной фильтровальной бумаги и раскладывали в чашки Петри на поверхность картофельно-сахарозной или картофельно-глюкозной агаризованной среды, в которую предварительно добавляли детергент Triton X-100 и 5%-й раствор стрептомицина. Чашки инкубировали в течение 10 суток при температуре 22 °C, после чего пересевали выросшие колонии грибов в пробирки.

Идентификацию видов осуществляли на основании микро- и макро-морфологических признаков с использованием атласа W. Gerlach и H. Nirenberg [10]. Частоту встречаемости (%) рассчитывали как отношение количества изолятов вида к общему количеству выросших колоний. Стадии развития растений приведены в соответствии со шкалой BBCH [11].

**Результаты и их обсуждение.** Микологический анализ проб корневой системы ярового тритикале, отобранных во время маршрутного обследования, показал, что грибы рода *Fusarium* в структуре грибов, поражающих корневую систему ярового тритикале, занимали от 27,3 до 68,5% в зависимости от места возделывания культуры и года исследования. Гриб *B. sorokiniana* выделялся с частотой 1,7 (Горецкая ГСС) и 8,9% (Лепельская ГСС) в 2015 г., а в 2017 г. не был выделен. Сапротрофные грибы рода *Alternaria* изолировались с частотой от 1,2 до 29,1% (таблица 1).

**Таблица 1 – Структура доминирования грибов, поражающих корневую систему ярового тритикале (лабораторные опыты, сорт Узор, ст. 73-77)**

| Грибы                  | Частота встречаемости, % |               |              |                |                |
|------------------------|--------------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
|                        | Кобринская ГСС           | Щучинская ГСУ | Горецкая ГСС | Молодечная ГСС | Лепельская ГСС |
| 2015 г.                |                          |               |              |                |                |
| <i>Fusarium</i> spp.   | 30,8                     | 39,2          | 68,5         | 27,3           | 33,3           |
| <i>B. sorokiniana</i>  | 0,0                      | 0,0           | 1,7          | 0,0            | 8,9            |
| <i>Alternaria</i> spp. | 6,3                      | 9,6           | 6,9          | 10,1           | 20,0           |
| Прочие                 | 62,9                     | 51,2          | 22,9         | 62,6           | 37,8           |
| 2017 г.                |                          |               |              |                |                |
| <i>Fusarium</i> spp.   | 52,3                     | 64,8          | 46,2         | 46,4           | 37,4           |
| <i>B. sorokiniana</i>  | 0,0                      | 0,0           | 0,0          | 0,0            | 0,0            |
| <i>Alternaria</i> spp. | 29,1                     | 11,4          | 2,9          | 1,2            | 0,0            |
| Прочие                 | 18,6                     | 23,8          | 50,9         | 52,4           | 62,6           |

Видовое разнообразие грибов рода *Fusarium* было представлено 7 видами. Доминировали грибы *F. equiseti* и *F. solani* независимо от места отбора проб. Гриб *F. avenaceum* с высокой частотой встречался в условиях Молодечненской ГСС в 2015 г. и Щучинского ГСУ в 2017 г. – 24,8 и 22,0% соответственно. Повсеместно, с несколько более низкой частотой, отмечался гриб *F. oxysporum* (таблица 2).

**Таблица 2 – Структура доминирования грибов рода *Fusarium* на корневой системе ярового тритикале (лабораторные опыты, сорт Узор, ст. 73-77).**

| Грибы                | Частота встречаемости, % |               |              |                |                |
|----------------------|--------------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
|                      | Кобринская ГСС           | Щучинская ГСУ | Горецкая ГСС | Молодечная ГСС | Лепельская ГСС |
| 2015 г.              |                          |               |              |                |                |
| <i>F. equiseti</i>   | 28,6                     | 24,2          | 33,4         | 15,7           | 23,8           |
| <i>F. oxysporum</i>  | 16,2                     | 19,6          | 12,3         | 11,4           | 4,7            |
| <i>F. solani</i>     | 14,3                     | 21,2          | 34,6         | 0,0            | 14,2           |
| <i>F. avenaceum</i>  | 8,1                      | 4,6           | 0,0          | 24,8           | 0,0            |
| <i>F. culmorum</i>   | 0,0                      | 0,0           | 0,0          | 13,2           | 0,0            |
| <i>F. cerealis</i>   | 4,2                      | 0,0           | 3,6          | 0,0            | 0,0            |
| <i>F. poae</i>       | 0,0                      | 0,0           | 0,0          | 0,0            | 4,8            |
| <i>Fusarium</i> spp. | 28,6                     | 30,4          | 16,1         | 34,9           | 52,5           |
| 2017 г.              |                          |               |              |                |                |
| <i>F. equiseti</i>   | 47,8                     | 25,4          | 64,3         | 43,6           | 35,7           |
| <i>F. oxysporum</i>  | 13,0                     | 9,6           | 0,0          | 10,3           | 0,0            |
| <i>F. solani</i>     | 12,3                     | 21,9          | 17,6         | 23,1           | 46,9           |
| <i>F. avenaceum</i>  | 5,8                      | 22,0          | 0,0          | 2,6            | 0,0            |
| <i>F. culmorum</i>   | 3,7                      | 6,1           | 0,0          | 0,0            | 0,0            |
| <i>Fusarium</i> spp. | 17,4                     | 15,0          | 18,1         | 20,4           | 17,4           |

Высокая встречаемость видов *F. equiseti*, *F. solani* и *F. oxysporum* относительно других грибов рода *Fusarium* связана с тем, что данные виды значительно дольше сохраняются в почве на растительных остатках из-за их способности обильно образовывать хламидоспоры. Хламидоспоры сохраняют жизнеспособность до десяти лет и при наступлении благоприятных условий прорастают в новый мицелий [12].

В связи с высокой частотой встречаемости грибов рода *Fusarium* в условиях Республики Беларусь нами были проведены опыты по определению видового состава грибов-возбудителей корневой гнили ярового тритикале в течение всего периода вегетации в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений». Результаты анализов позволили установить, что встречаемость грибов рода *Fusarium* постепенно увеличивается со стадией развития растений. Так, в первой половине вегетации культуры до ст. 32 встречаемость грибов рода *Fusarium* не превышала 17,6%, а к ст. 85 достигала 49,0%. Также следует отметить, что частота встречаемости гриба *B. sorokiniana* за все годы исследования находилась на уровне 2,0-3,7%.

В общей сложности из грибов рода *Fusarium* было идентифицировано 11 видов. В период кушение – выход в трубку видовое разнообразие было представлено грибами *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, которые выделялись с большей частотой встречаемости и грибами *F. sporotrichioides*, *F. graminearum* Schwabe, а также комплекс видов *Gibberella fujikuroi* доля которых была несколько ниже.

Во второй половине вегетации наиболее часто встречаемым видом являлся гриб *F. equiseti*. В 2017 г. в ст. 65 с высокой частотой выделялся *F. solani* однако в ст. 85 его доля снизилась. Также на протяжении всего периода исследований отмечалась увеличение частоты встречаемости гриба *F. culmorum* к концу вегетации растений и на этом фоне снижение доли гриба *F. equiseti* (таблица 3).

**Таблица 3 – Структура доминирования грибов рода *Fusarium* на корневой системе ярового тритикале (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Узор, ст. 65-85)**

| Грибы                | Частота встречаемости, % |        |         |        |         |        |
|----------------------|--------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|
|                      | 2015 г.                  |        | 2016 г. |        | 2017 г. |        |
|                      | ст. 65                   | ст. 85 | ст. 65  | ст. 85 | ст. 65  | ст. 85 |
| <i>F. equiseti</i>   | 62,2                     | 27,9   | 35,7    | 25,0   | 6,7     | 33,3   |
| <i>F. oxysporum</i>  | 16,2                     | 39,5   | 10,7    | 6,3    | 4,4     | 4,2    |
| <i>F. solani</i>     | 0,0                      | 0,0    | 0,0     | 0,0    | 64,4    | 8,3    |
| <i>F. avenaceum</i>  | 5,4                      | 4,7    | 17,8    | 0,0    | 0,0     | 0,0    |
| <i>F. culmorum</i>   | 13,5                     | 16,3   | 0,0     | 28,1   | 0,0     | 20,8   |
| <i>Fusarium</i> spp. | 2,7                      | 11,6   | 35,8    | 40,6   | 24,5    | 33,4   |

Известно, грибы рода *Fusarium* являются антагонистами, которые конкурируют с другой почвенной микрофлорой, а также между собой [13]. Исследования проводимые ранее сотрудниками лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений» показали, что гриб *F. culmorum* проявляет фунгистатический односторонний антагонизм по отношению к грибам *F. equiseti* и *F. avenaceum*, который проявляется в прекращении их активного роста [14]. Гриб *F. avenaceum* обладает низкой ингибирующей активностью по отношению к виду *F. oxysporum* и ряду других грибов рода *Fusarium* [15, 16]. На этом основании можно объяснить увеличение частоты встречаемости гриба *F. culmorum* и снижение *F. avenaceum* к концу вегетации культуры.

**Выводы.** На основании результатов анализа по определению видового состава грибов, поражающих корневую систему ярового тритикале, было установлено, что основными грибами-возбудителями болезни являются грибы рода *Fusarium*, частота встречаемости которых достигала 68,5%. Поражаемость корневой системы грибами рода *Fusarium* возрастает к концу вегетации растений. Видовое разнообразие грибов рода *Fusarium* представлено 11 видами. Из них наиболее часто встречаемыми являются *F. equiseti*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. culmorum* и *F. avenaceum* при этом доля каждого в патогенном комплексе изменяется в зависимости от стадии развития растений.

#### Список литературы

1. 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.
2. Коршунова, А.Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А.Ф. Коршунова, А.Е. Чумаков, Р.И. Щекочицина. – Л.: Колос, 1976. – 184 с.
3. Артемова, О.В. Видовой состав грибов рода *Fusarium* LINK, встречающихся на корневой системе растений озимой пшеницы / О.В. Артемова // Защита растений: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: С.В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2004. – Вып. 28. – С.63–67.
4. Роль сорта в формировании видового разнообразия грибов рода *Fusarium* в агроценозах яровых зерновых культур Республики Беларусь / С.Ф.Буга [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / БелНИИ «Ин-т защиты растений»; редкол.: С.В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – Вып. 24. – С.48–54.
5. Склименок, Н.А. Видовой состав грибов, паразитирующих на корневой системе озимой пшеницы / Н.А. Склимено // Защита растений: сб. науч. тр. / БелНИИ «Ин-т защиты растений»; редкол.: С.В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Вып. 39. – С.108–113.
6. Григорьев, М.Ф. Изучение патогенных комплексов возбудителей наиболее распространенных типов корневых гнилей зерновых культур в Центральном Нечерноземье России / М.Ф. Григорьев // Изв. ТСХА. – 2012. – №2. – С. 111–125.
7. Хацкевич, Л.К. Патогенный комплекс возбудителей корневой гнили яровой пшеницы на Южном Урале / Л.К. Хацкевич, А.Н. Нестеров // Микология и фитопатология. – 1994. – Т. 28. – №6. – С. 71–75.

8. Ключковская, Е.А. Эколого-биохимическая характеристика *Fusarium* spp. на озимой пшенице в Причерноморской степи Украины / Е.А. Ключковская // Микология и фитопатология. – 1999. – Т. 33. – №4. – С. 280–289.
9. 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 / НАН РБ, Совет молодых ученых; редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 267–273.
10. Gerlach, W. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas / W. Gerlach, H.I. Nirenberg // Mitt. Biol. Bundesanst Land-Forstw.– Berlin, 1982. – V. 209. – 406 p.
11. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под ред. Ю.М. Стойкова. – Лимбургерхов, 2004. – 183 с.
12. Фузариоз зерновых культур / Т.Ю. Гагкаева [и др.]. // Защита и карантин растений. – 2011. – №5. – С. 69–120.
13. Tinline, R.D. Multiple infection of subcrown internodes of wheat (*Triticum aestivum*) by common root rot fungi / R.D. Tinline // Canad. J. of Botany. – 1977. – Vol. 55, №1. – P. 30–34.
14. Склименок, Н.А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Н.А. Склименок; НАН Беларуси, РНДУП «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 170 с.
15. Буга, С.Ф. Взаимоотношения грибов, доминирующих в патогенном комплексе корневой системы озимой пшеницы / С.Ф. Буга, Н.А. Склименок // Защита растений : сб. науч. тр. / РУП “Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию”, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие “Ин-т защиты растений”; редкол.: Л.И. Трепашко [и др.]. – Несвиж, 2013. – Вып.37. – С.75–81.
16. Артемова, О.В. Изучение взаимоотношений между грибами рода *Fusarium* как основа для биологической защиты пшеницы от корневых гнилей / О.В. Артемова // Природа, человек, экология : материалы V междунар. конф. студентов и аспирантов, (Горки, 8-10 нояб. 2000 г.) / Белорус. гос. с.-х. акад. ; ред.: А.Р. Цыганов [и др.]. – Горки, 2001. – С. 9.

**V.A. Radivon**

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

## **SPECIFIC COMPOSITION OF FUNGI-AGENTS OF SPRING TRITICALE ROOT ROT**

**Annotation.** The results of researches on spring triticale root rot specific composition are stated. It is determined that the fungi of genus *Fusarium* in the total structure of fungi infecting root system take up to 68,5%. The dominant species are the fungi *F. equiseti*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. culmorum* and *F. avenaceum*. The frequency of species occurrence depending on place of cultivation and crop stage.

**Key words:** spring triticale, root rot, specific composition, frequency of occurrence, *F. equiseti*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*.