

10. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / под ред. С. Ф. Буга; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 512 с.
11. Миравис™ – мощный фунгицид для вашего сада [Электронный ресурс] / Syngenta. Беларусь. – Режим доступа: <https://www.syngenta.by/novosti/plodovye-kultury/miravistm-moshchnyy-fungicid-dlya-vashego-sada>. – Дата доступа: 27.12.2021.
12. Новак, А. М. Развитие садоводства в Беларуси – приоритетные направления / А. М. Новак // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 20. – С. 78–83.
13. Плесацкевич, Р. И. Эффективность нового фунгицидного препарата Азофос Форт в системе защиты яблони / Р. И. Плесацкевич, Е. Е. Берлинчик, П. М. Кислушко // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 2. – С. 64–66.
14. Развитие растениеводства // Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы: Указ Президента Респ. Беларусь, 25 марта 2005 г., № 150 / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – С. 42–46.
15. Рулев, В. А. Современные тенденции мирового производства и перспективы его развития в Украине / В. А. Рулев // Плодоводство: науч. тр. / Ин-т плодоводства Нац. акад. наук Беларуси; редкол.: В. А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]; рец.: М. И. Вышинская [и др.]. – Самохваловичи, 2005. – Т. 17, ч. 2: Современное плодоводство: состояние и перспективы развития: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию основания Ин-та плодоводства НАН Беларуси. – С. 24–28.
16. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2016. – 230 с.
17. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2019. – 212 с.
18. Сухоцкий, М. И. Современное садоводство / М. И. Сухоцкий. – Минск: МФЦП, 2009. – 528 с.
19. Температура влияет на эффективность фунгицидов [Электронный ресурс] // Инфоиндустрия. – Режим доступа: <https://infoindustria.com.ua/temperatura-vliyaet-na-effektivnost-fungitsidov>. – Дата доступа: 27.12.2021.
20. Ципродинил [Электронный ресурс] / АГРОХХИ. – Режим доступа: https://www.agroxxi.ru/goshandbook/wiki/active_substance/cyprodinil.html. – Дата доступа: 27.12.2021.
21. Ципродинил [Электронный ресурс] / Пестициды.ru. – Режим доступа: https://www.pesticity.ru/active_substance/cyprodinil. – Дата доступа: 27.12.2021.
22. Эффективность фунгицида Приам, КЭ против парши на яблоне / В. Р. Кажарский [и др.] // Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., г. Курск, 11–13 дек. 2019 г.: в 2 ч. / Курск. гос. с.-х. акад.; редкол.: Е. В. Харченко [и др.]. – Курск, 2020. – Ч. 1. – С. 20–25.

УДК 633.1«324»:632.4

Видовой состав грибов рода *Fusarium*, вызывающих корневую гниль яровых зерновых культур

*Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, С. Ф. Буга, доктор с.-х. наук, А. Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук, Е. И. Жук, кандидат с.-х. наук, В. А. Радивон, Н. Г. Поплавская, А. Н. Халаев, научные сотрудники
Институт защиты растений*

(Дата поступления статьи в редакцию 11.01.2022)

*Видовое разнообразие грибов рода *Fusarium*, изолированных из корневой системы яровых пшеницы, ячменя, тритикале и овса, варьировало в зависимости от вегетационного сезона и региона возделывания. На пшенице повсеместно доминировал *F. equiseti*, на западе и в центре Беларуси с высокой частотой встречался также *F. oxysporum*. Из корневой системы ячменя в восточной части республики изолировали *F. equiseti*, *F. oxysporum* и *F. solani*, в центральном регионе – *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, на западе – *F. oxysporum*, *F. solani* и *F. equiseti*. На тритикале из восточной части страны доля грибов *F. solani*, *F. oxysporum* и *F. equiseti* была на одном уровне, тогда как в центральной и западной частях преобладал *F. equiseti*. Доминирующим видом на овсе на западе и в центре страны был *F. equiseti*, а на востоке – *F. avenaceum*.*

*The research was carried out on spring cereal crops (wheat, triticale, barley, oat) in 2018–2021. Biodiversity of *Fusarium* fungi causing root rot varied depending on growing season and region of the republic. On wheat *F. equiseti* dominated, on western and central regions *F. oxysporum* was also isolated. On barley roots on eastern part of Belarus *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. solani* were isolated, whereas on central part *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. culmorum* dominated. At the same time on western part *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti* prevailed. On triticale from eastern region *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. equiseti* dominated whereas at the center and on the west *F. equiseti* prevailed. On oats from west and central part of the country *F. equiseti* dominated, and from the east *F. avenaceum* prevailed.*

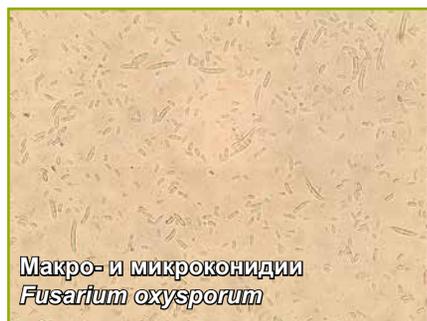
Введение

Корневая гниль относится к числу наиболее часто встречаемых и вредоносных болезней зерновых культур во всем мире [1, 6, 8–11].

Возбудителями болезни могут быть различные микромицеты [2, 5], среди которых в условиях республики преобладают *Fusarium* spp. [4]. Данные грибы весьма разнообразны по видовому составу, патогенности и ви-

рулентности даже в пределах определенного агроценоза [3, 7, 12].

Поэтому изучение видового разнообразия возбудителей корневой гнили не теряет своей актуальности. Такие исследования особенно интересны как с фундаментальной, так и прикладной точек зрения, если проводятся в течение продолжительного периода времени в определенном регионе. Это позволяет выявить закономерности формирования видового состава, особенно



применительно к грибам, которые преобладают в ценозе и определяют динамику патологического процесса, что особенно важно для обоснования защитных мероприятий.

Материалы и методы исследований

Для оценки видового состава грибов рода *Fusarium* в 2018–2021 гг. во время проведения маршрутных обследований посевов яровых – пшеницы, ячменя, тритикале и овса – в период молочно-восковой спелости в восточной (ГСХУ «Горецкая СС», Горецкий район) и западной (Щучинский ГСУ, Щучинский район) частях республики отбирали пробы по 10 растений в каждой. К центральной части страны относили образцы, собранные с опытного поля РУП «Институт защиты растений» (Минский район). В связи с тем, что в условиях конкурсного сортоиспытания на Горецкой СС овес не возделывался в период исследований, на востоке отбирали пробы культуры в условиях ГСХУ «Лепельская СС» (Лепельский район).

Выделение грибов из корневой системы осуществляли на картофельно-сахарозном агаре в лабораторных условиях после предварительной промывки и стерилизации корней, нарезанных на фрагменты длиной 0,5–1 см. Чашки Петри инкубировали в течение 7–10 дней, после

чего пересевали выросшие колонии на скошенный агар в пробирках для дальнейшей идентификации и хранения. Частоту встречаемости каждого вида в образце оценивали в процентах как количество его колоний к общему числу изолятов рода *Fusarium*.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования показали, что на яровой пшенице видовой состав варьировал в зависимости от региона и вегетационного сезона. Из корневой системы изолировали от одного (2019 г.) до пяти (2021 г.) видов грибов рода *Fusarium*. В среднем за период исследований в восточной части республики чаще всего встречался *F. equiseti* – 54,5 %. В центре и на западе страны доминировали *F. equiseti* и *F. oxysporum*, доля которых в среднем составила 43,4–45,0 и 28,0–29,5 % соответственно (таблица 1).

Из корневой системы ярового ячменя было изолировано до 5 видов грибов р. *Fusarium*, в зависимости от региона и вегетационного сезона менялась также структура доминирующих видов. В целом на востоке республики преобладали виды *F. equiseti*, *F. oxysporum* и *F. solani*, доля которых в среднем составила 34,0 %,

Таблица 1 – Видовой состав грибов рода *Fusarium* на корневой системе яровой пшеницы в зависимости от региона республики

Виды	Восточная часть				Центральная часть				Западная часть			
	частота встречаемости (%) в годы исследований								2019	2020	2021	среднее
	2019	2020	2021	среднее	2019	2020	2021	среднее				
<i>F. avenaceum</i>	0,0	30,0	6,3	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	1,3	10,0	5,0
<i>F. culmorum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. equiseti</i>	77,8	20,0	65,6	54,5	18,8	73,3	38,1	43,4	7,4	67,5	60,0	45,0
<i>F. graminearum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. oxysporum</i>	0,0	20,0	12,5	10,8	31,3	0,0	57,1	29,5	81,5	2,6	0,0	28,0
<i>F. solani</i>	0,0	5,0	12,5	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	10,4	20,0	12,6
<i>F. sporotrichioides</i>	0,0	0,0	3,1	1,0	0,0	0,0	4,8	1,6	0,0	2,6	0,0	0,9
<i>Fusarium</i> spp.*	22,2	25,0	0,0	15,7	34,3	26,7	0,0	20,3	0,0	15,6	10,0	8,5

Примечание – *Не идентифицированные виды из различных секций.

24,6 и 20,3 %. В центральной части страны в среднем за период исследований доминировали *F. equiseti* (36,4 %), *F. oxysporum* (22,1 %), *F. culmorum* (20,7 %), тогда как в западной – *F. oxysporum* (36,7 %), *F. solani* (26,3 %) и *F. equiseti* (22,5 %) (таблица 2).

Из корневой системы ярового тритикале в восточной части республики в среднем за период исследований с примерно одинаковой частотой (29,4–33,0 %) изолированы виды *F. solani*, *F. oxysporum* и *F. equiseti*. В центре страны преобладали виды *F. equiseti* (31,5 %), *F. solani* (21,0 %) и *F. oxysporum* (19,5 %). На западе преобладал вид *F. equiseti* с частотой встречаемости 32,3 %, доля грибов *F. solani* и *F. oxysporum* была 14,6 и 16,4 % соответственно (таблица 3).

Видовое разнообразие грибов на овсе было самым широким среди всех яровых зерновых культур. Так, оно достигало 8 видов в центральной части в 2021 г. В восточной части республики доминировали (в порядке убывания) *F. avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. solani* и *F. culmorum*, частота встречаемости которых варьировала в пределах 15,6–22,7 %. В то же время в центре страны доминировал *F. equiseti*, доля которого составила в среднем за годы исследования 40,7 %. Этот же вид преобладал на западе (таблица 4).

Заключение

Установлено, что видовое разнообразие грибов рода

Fusarium варьировало в зависимости от региона возделывания яровых зерновых культур, а также вегетационного сезона.

Доминирующим видом на яровой пшенице независимо от региона ее возделывания был *F. equiseti* (в среднем 43,4–54,5 %), на западе и в центре республики отмечена высокая частота встречаемости гриба *F. oxysporum* (28,0–29,5 %).

На яровом ячмене на востоке республики преобладали (в порядке убывания частоты встречаемости) *F. equiseti*, *F. oxysporum* и *F. solani*, в центре – *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, на западе – *F. oxysporum*, *F. solani* и *F. equiseti*.

На корнях ярового тритикале из восточной части страны доля грибов *F. solani*, *F. oxysporum* и *F. equiseti* была примерно на одном уровне, тогда как в центральной и западной частях преобладал *F. equiseti*.

Доминирующим видом на овсе на западе и в центре страны был *F. equiseti*, а на востоке – *F. avenaceum*.

Исследования выполнены по заданию «Изучение комплекса грибов рода *Fusarium*, паразитирующих на зерновых культурах (видовой состав, патогенность, взаимоотношения, вредоносность)» в рамках Государственной научной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», подпрограммы «Плодородие почв и защита растений», номер Государственной регистрации 20211442.

Таблица 2 – Видовой состав грибов рода *Fusarium* на корневой системе ярового ячменя в зависимости от региона республики

Виды	Восточная часть					Центральная часть					Западная часть				
	частота встречаемости (%) в годы исследований														
	2018	2019	2020	2021	среднее	2018	2019	2020	2021	среднее	2018	2019	2020	2021	среднее
<i>F. avenaceum</i>	0,0	23,1	0,0	7,7	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	8,3
<i>F. culmorum</i>	0,0	23,1	0,0	0,0	5,8	24,3	53,3	5,1	0,0	20,7	7,9	3,4	0,0	0,0	2,8
<i>F. equiseti</i>	77,3	23,1	20,0	15,4	34,0	25,7	26,7	93,2	0,0	36,4	68,4	13,3	0,0	8,3	22,5
<i>F. oxysporum</i>	0,0	7,7	60,0	30,7	24,6	13,5	0,0	0,0	75,0	22,1	18,4	70,0	0,0	58,4	36,7
<i>F. poae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	5,0	0,0	13,3	0,0	0,0	3,3
<i>F. solani</i>	22,7	15,3	20,0	23,1	20,3	28,4	0,0	0,0	25,0	13,4	5,3	0,0	100	0,0	26,3
<i>F. tricinctum</i>	0,0	0,0	0,0	7,7	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fusarium</i> spp.*	0,0	7,7	0,0	15,4	5,8	8,1	0,0	1,7	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Примечание – *Не идентифицированные виды из различных секций.

Таблица 3 – Видовой состав грибов рода *Fusarium* на корневой системе ярового тритикале в зависимости от региона республики

Виды	Восточная часть					Центральная часть					Западная часть				
	частота встречаемости (%) в годы исследований														
	2018	2019	2020	2021	среднее	2018	2019	2020	2021	среднее	2018	2019	2020	2021	среднее
<i>F. avenaceum</i>	4,2	0,0	0,0	9,1	3,3	10,2	0,0	13,2	0,0	5,9	2,3	0,0	33,3	0,0	8,9
<i>F. cerealis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. culmorum</i>	8,3	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	14,3	10,5	0,0	6,2	3,4	0,0	0,0	0,0	0,9
<i>F. equiseti</i>	8,3	0,0	100	9,1	29,4	5,1	32,1	55,3	33,3	31,5	29,3	100	0,0	0,0	32,3
<i>F. graminearum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,9	0,0	5,3	0,0	4,3	1,2	0,0	0,0	40,0	10,3
<i>F. oxysporum</i>	0,0	37,5	0,0	81,8	29,8	40,7	7,1	7,9	22,2	19,5	12,1	0,0	33,3	20,0	16,4
<i>F. solani</i>	69,4	62,5	0,0	0,0	33,0	0,0	39,3	0,0	44,5	21,0	18,4	0,0	0,0	40,0	14,6
<i>Fusarium</i> spp.*	8,3	0,0	0,0	0,0	2,1	27,0	7,2	7,8	0,0	10,5	34,4	0,0	33,3	0,0	16,9

Примечание – *Не идентифицированные виды из различных секций.

Таблица 4 – Видовой состав грибов рода *Fusarium* на корневой системе овса в зависимости от региона республики

Виды	Восточная часть					Центральная часть					Западная часть			
	частота встречаемости (%) в годы исследований										2019	2020	2021	среднее
	2018	2019	2020	2021	среднее	2018	2019	2020	2021	среднее				
<i>F. avenaceum</i>	4,3	1,9	57,8	26,9	22,7	10,0	5,3	17,0	16,9	12,3	2,5	5,4	6,0	4,6
<i>F. cerealis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,2	2,5	0,0	1,3	1,3
<i>F. culmorum</i>	30,4	24,5	0,0	7,5	15,6	5,0	2,6	13,2	22,1	10,7	12,5	10,7	4,8	9,3
<i>F. equiseti</i>	10,9	17,0	7,7	1,1	9,2	50,0	44,7	34,0	33,9	40,7	15,0	41,1	38,6	31,6
<i>F. graminearum</i>	2,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	2,6	0,0	1,7	1,1	2,5	0,0	0,0	0,8
<i>F. oxysporum</i>	10,9	5,7	19,2	41,9	19,4	0,0	13,2	7,5	8,5	7,3	15,0	8,9	33,7	19,2
<i>F. poae</i>	0,0	1,9	3,8	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. solani</i>	21,7	39,6	3,8	4,3	17,4	10,0	23,7	7,5	8,5	12,4	27,5	25,0	4,2	18,9
<i>F. sporotrichioides</i>	0,0	1,9	0,0	3,2	1,3	0,0	0,0	0,0	2,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. tricinctum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Gibberella fujikuroi</i> *	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	6,3	2,5	0,0	0,0	0,8
<i>Fusarium</i> spp.**	19,6	7,5	7,7	15,1	12,5	0,0	5,3	20,8	5,1	7,8	20,0	8,9	11,4	13,4

Примечание – *Комплекс видов; **не идентифицированные виды из различных секций.

Литература

1. Видовое соотношение возбудителей корневой гнили и болезней колоса на посевах пшеницы в Оренбургской области / А. В. Овсянкина [и др.] // RJOAS. – 2017. – Vol. 1. – P. 276–281. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2017-01.30>.
2. 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.
3. 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. / Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: С. В. Сорока [и др.]. – Минск, 2000. – Вып. 24. – С. 48–54.
4. Biodiversity of the *Fusarium* fungi causing root rot of winter cereals in Belarus / N. A. Krupenko, A. G. Zhukovskiy, S. F. Buga, I. N. Odintsova, A. A. Zhukovskaya, T. G. Pilat, V. G. Leshkevich // Вестник защиты растений. – 2021. – Т. 104, вып. 2. – С. 124–127. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2021-104-2-14631>.
5. Cook, R. J. Management of wheat and barley root diseases in modern farming systems / R. J. Cook // Austral. Plant Pathol. – 2001. – Vol. 39. – P. 119–126. <https://doi.org/10.1071/AP01010>.
6. Dependence of species composition and development of root rots pathogens of spring barley on abiotic factors in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine / V. P. Turenko [et al.] // Ukr. J. Ecol. – 2019. – Vol. 9. – P. 179–188.
7. Hudec, K. Influence of temperature and species origin on *Fusarium* spp. and *Microdochium nivale* pathogenicity to wheat seedlings / K. Hudec, D. Muchova // Plant Protection Science. – 2010. – Vol. 46, № 2. – P. 59–65.
8. Impacts of previous crops on inoculum of *Fusarium culmorum* in soil, and development of foot and root rot of durum wheat in Tunisia / E. Khemir [et al.] // Phytopath. Mid. – 2020. – Vol. 59. – P. 187–201. <https://doi.org/10.14601/Phyto-10827>.
9. Kazan, K. *Fusarium* crown rot caused by *Fusarium pseudograminearum* in cereal crops: recent progress and future prospects / K. Kazan, D. M. Gardner // Mol. Plant Pathol. – 2018. – Vol. 19. – P. 1547–1562. <https://doi.org/10.1111/mpp.12639>.
10. The occurrence of *Fusarium* spp., on oat (*Avena sativa* L.) and susceptibility of seedlings of selected genotypes to infection with *Fusarium graminearum* Schwabe / I. Kiecana, [et al.] // Acta Agrobot. – 2014. – Vol. 67. – P. 57–66. <https://doi.org/10.5586/aa.2014.025>.
11. Distribution and prevalence of crown rot pathogens affecting wheat crops in southern Chile / E. Moya-Elizonfo [et al.] // Chilean J. Agr. Res. – 2015. – Vol. 75. – P. 78–84. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100011>.
12. Pathogenicity of Turkish crown and head scab isolates on stem bases on winter wheat under greenhouse conditions / B. Tunali [et al.] // Plant Pathology J. – 2006. – Vol. 5, № 2. – P. 143–149.

УДК 631.54:632.954:632.51:633.521

Эффективность применения баковых смесей гербицидов в посевах льна-долгунца

В. А. Прудников, доктор с.-х. наук, Н. В. Степанова, кандидат с.-х. наук, С. Р. Чуйко, старший научный сотрудник
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 18.01.2022)

В статье представлены результаты исследований по изучению биологической и хозяйственной эффективности двух- и трехкомпонентных баковых смесей гербицидов против однолетних и некоторых многолетних двудольных сорных растений в посевах льна-долгунца, включающих препараты с действующим веществом МЦПА-кислоты, производных сульфонилмочевины, кло-

The article presents the results of studying the biological and economic efficiency of two- and three-component tank mixtures of herbicides against annual and some perennial dicotyledonous weeds in flax crops, including preparations with the active substance MCPA-acid, sulfonylurea derivatives, clopyralid with reduced consumption rates. The most effective two-component mixtures of herbicides have