

Н.Л. Свидунович

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

ВИДОВОЙ СОСТАВ ГРИБОВ, ПАРАЗИТИРУЮЩИХ НА КОРНЕВОЙ СИСТЕМЕ КУКУРУЗЫ, В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 05.06.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Халаева В.И.

Аннотация. Проведены исследования по изучению видового состава грибов, паразитирующих на корневой системе кукурузы в условиях Республики Беларусь. В структуре грибов рода *Fusarium* Link установлено доминирование грибов *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, *F. oxysporum* Schltdl., частота встречаемости которых достигала 51,0 и 27,8 % соответственно. Патогенный комплекс грибов *Fusarium* spp. на корнях кукурузы был представлен следующими видами: *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. graminearum* Schwabe, *F. sporotrichioides* Sherb, *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, корни, видовой состав, распространенность, частота встречаемости, *Fusarium* spp., *Penicillium* spp.

Введение. Кукуруза – одна из важных и урожайных зерновых культур в мире [10, 15]. Посевная площадь кукурузы, возделываемой на зерно, в республике в последние годы достигала 221 тыс. га с урожайностью 65,2 ц/га, а валовый сбор составил 1138 тонн зерна [17].

В настоящее время отмечается ухудшение фитопатологической обстановки в посевах культуры из-за увеличения посевных площадей, выращивания кукурузы в монокультуре, отсутствия устойчивых гибридов, изменения климата, внедрения агротехнических приемов с минимальной обработкой почвы, способствующих накоплению и сохранению инфекции, что приводит к увеличению распространенности болезней.

В результате многолетних исследований установлено, что среди микромицетов, встречающихся на кукурузе, первостепенное место принадлежит грибам рода *Fusarium*, которые паразитируют на вегетативных и генеративных частях культуры, вызывая различные заболевания: плесневение семян, поражение проростков, корневую и стеблевую гнили, фузариоз початков [6]. Так, в условиях Республики Беларусь максимальная распространенность фузариоза початков в 2012 г. на гибридах кукурузы всех групп спелости достигала 100 % на ГСХУ

«Мозырская СС». В посевах ГСХУ «Кобринская СС» максимальная пораженность среднеспелых гибридов фузариозом початков составила 76,0 %. Посевной материал кукурузы ежегодно инфицирован грибами рода *Fusarium* от 11,3 до 53,4 % (2013–2016 гг.), пораженность проростков грибами *Fusarium* spp. в полевых условиях достигала 70,5 % [13]. Немаловажное значение играет скрытая форма заражения семян, которая способствует последующему развитию болезни на всходах [5]. Интенсивное инфицирование семян может вызвать снижение их всхожести до 35,0–40,1 %, а по некоторым данным – до 81,0 %, или полную гибель ослабленных проростков [1, 7, 21].

Плесневение семян, гниль проростков и корневую гниль вызывают преимущественно грибы *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. culmorum* и др. [6, 8], а также *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. [7, 18, 19].

Согласно литературным данным, основным возбудителем фузариоза кукурузы является гриб *F. verticillioides*. Это один из наиболее распространенных видов, поражающих корни, стебли и початки кукурузы в большинстве регионов ее возделывания [6].

Ранее с помощью микологического исследования початков кукурузы в Республике Беларусь нами было установлено, что доминирующими в структуре патогенов на зернах являются грибы рода *Fusarium* – *F. verticillioides*, *F. graminearum* и *F. oxysporum* [12].

Поскольку семена являются одним из источников инфекции болезней проростков и корней кукурузы, а по некоторым литературным данным [6], грибы рода *Fusarium* могут перемещаться по растению диффузно и заражать другие органы растений, возник интерес изучения видового состава грибов, встречающихся в конце вегетации на корневой системе культуры.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений». Сбор растений кукурузы осуществляли в период проведения маршрутных обследований посевов культуры в 2013–2016 гг. на Государственных сортоиспытательных станциях (ГСС) и участках (ГСУ) республики, а также на опытном поле в стадии восковой – полной спелости зерна (ст. 85–89) по шкале ВВСН.

Метеорологические данные для характеристики вегетационных периодов в республике в годы исследований представлены в таблице 1.

Выделение возбудителей из корневой системы кукурузы проводили следующим образом: фрагменты частей корней подвергали поверхностной стерилизации путем погружения в 70 %-й спирт с последующей 2-х кратной промывкой в стерильной дистиллированной воде. После этого части растений при помощи пинцета выкладывали на фильтровальную бумагу с целью удаления избытка влаги. Про-

сушенными таким образом фрагменты раскладывали на поверхность агаризованной питательной среды в чашки Петри на расстоянии 1 см друг от друга. Затем чашки инкубировали в термостате при температуре 20,0–24,0 °С. Учет проводили на 7-е сутки. Выросшие колонии пересевали в пробирки со скошенной средой для последующего определения их видовой принадлежности [3, 11]. Определение видов осуществляли путем микроскопирования изолятов. Видовую идентификацию грибов рода *Fusarium* проводили с использованием определителя W. Gerlach и H. Nirenberg [20]. Частоту встречаемости (%) рассчитывали как отношение количества изолятов вида к общему количеству выросших грибов.

Таблица 1 – Метеорологические данные вегетационных периодов (май–сентябрь)

Средняя температура воздуха, °С					Количество осадков				
много- лет- няя норма	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	много- летняя норма, мм	% от нормы			
						2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
<i>РУП «Институт защиты растений», Минская обл. (метеостанция аг. Прилуки)</i>									
14,9	16,4	15,7	16,0	16,1	374	112,3	125,2	76,2	75,2
<i>ГСХУ «Кобринская СС», Брестская обл. (метеостанция г. Брест)</i>									
15,9	17,4	18,0	17,9	17,7	338	105,5	101,0	80,5	85,9
<i>ГСХУ «Мозырская СС», Гомельская обл. (метеостанция г. Мозырь)</i>									
16,0	17,9	18,7	18,5	18,1	361	69,4	100,1	49,8	70,8
<i>Щучинский ГСУ, Гродненская обл. (метеостанция г. Лида)</i>									
15,0	17,0	16,2	16,3	16,7	358	90,0	99,7	73,0	92,8
<i>ГСХУ «Несвижская СС», Минская обл. (метеостанция г. Столбцы)</i>									
14,9	16,7	16,5	16,5	16,9	343	99,7	132,2	99,4	102,2

Результаты исследований и их обсуждение. В результате микологического анализа проб кукурузы установлено, что в условиях опытного поля на корневой системе культуры основными грибами являются представители рода *Fusarium*, частота встречаемости которых за годы исследований составила 40,0–61,4 % (рисунок).

Анализ погодных условий от посева до периода учета (май–сентябрь) показал, что доля фузариозных грибов была высокой как в годы с дефицитом осадков (ниже средней многолетней нормы), так и в годы с избыточным увлажнением (выше нормы) (таблица 1). При этом средняя температура воздуха была выше или в пределах средней многолетней нормы.

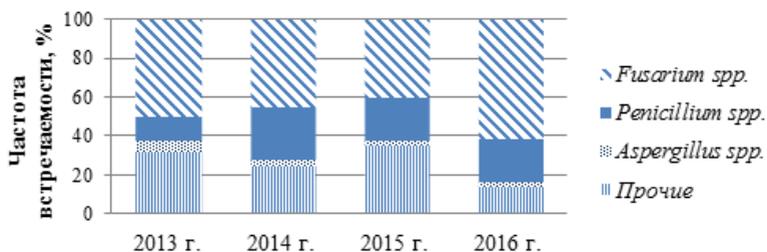


Рисунок – Структура грибов, колонизирующих корневую систему кукурузы (РУП «Институт защиты растений», лабораторные опыты, ст. 85)

Мониторинг видового разнообразия возбудителей болезней корневой системы позволил установить, что грибы рода *Fusarium* были представлены 7 видами: *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum*, *F. culmorum* (таблица 2).

Таблица 2 – Частота встречаемости грибов рода *Fusarium* на корнях кукурузы (РУП «Институт защиты растений», лабораторные опыты, ст. 85)

Вид	Частота встречаемости грибов рода <i>Fusarium</i> (%)			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
<i>F. verticillioides</i>	51,0	42,0	38,0	31,5
<i>F. oxysporum</i>	12,7	13,0	21,6	27,8
<i>F. equiseti</i>	11,0	14,0	10,0	9,3
<i>F. graminearum</i>	9,3	15,0	6,4	7,4
<i>F. sporotrichioides</i>	5,0	8,0	4,0	0,0
<i>F. avenaceum</i>	0,0	1,5	0,0	0,0
<i>F. culmorum</i>	0,0	0,0	0,0	1,8
<i>Fusarium spp.*</i>	11,0	6,5	20,0	22,2

Примечание – «*» – виды не идентифицированы.

Согласно литературным данным гриб *F. verticillioides* – термофильный, доля его встречаемости возрастает при более высоких температурах и дефиците влаги, но в то же время большое количество микроконидий гриба способствует его широкой экологической пластичности [5, 16]. По результатам наших исследований данный вид доминировал (31,5–51,0 %) во всех вегетационных сезонах независимо от количества выпавших осадков.

Так, в 2013 г. доля гриба *F. verticillioides* составила 51,0 % при количестве выпавших осадков 420 мм (112,3 % от средней многолетней нормы), в 2014 г. – 42,0 % (125,2 % от нормы), в 2015–2016 гг. частота встречаемости данного вида уменьшилась до 31,5–38,0 % несмотря на дефицит

осадков (75,2–76,2 % от нормы). Также выявлено, что при температуре воздуха 15,7–16,4 °С наблюдается доминирование данного гриба.

Согласно нашим исследованиям в отдельные годы наблюдался рост встречаемости гриба *F. oxysporum* в патогенном комплексе на корневой системе кукурузы, что может быть обусловлено преобладанием суглинистых почв, в которых любит развиваться гриб [4, 14]. Также имеются литературные данные о том, что гриб *F. oxysporum* предпочитает засушливые условия, долго сохраняется на растительных остатках и в почве в виде хламидоспор [2, 9]. Так, в годы с количеством выпавших осадков ниже нормы (2015 и 2016) доля данного гриба возросла до 21,6–27,8 %. В отдельные годы с низкой частотой встречаемости отмечались грибы *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum* и *F. culmorum*.

В целом, по республике (кроме ГСХУ «Несвижская СС») в 2015 г. наблюдался дефицит осадков (49,8–80,5 % от нормы) и повышенный температурный фон. Основными видами из комплекса грибов рода *Fusarium*, встречающимися на корнях кукурузы, являлись грибы *F. verticillioides* и *F. oxysporum*, доля которых составила 15,2–26,9 и 6,5–24,4 %, соответственно (таблица 3). Максимальные показатели распространения видов *F. verticillioides* (26,9 %) и *F. oxysporum* (24,4 %) отмечены в посевах ГСХУ «Кобринская СС».

Таблица 3 – Частота встречаемости грибов рода *Fusarium* на корнях кукурузы (лабораторные опыты, ГСХУ и ГСУ, ст. 85–89)

Вид	Частота встречаемости грибов рода <i>Fusarium</i> (%) / ГСХУ СС / ГСУ			
	Мозырская	Кобринская	Щучинский	Несвижская
2015 г.				
<i>F. verticillioides</i>	15,2	26,9	25,3	25,5
<i>F. oxysporum</i>	13,9	24,4	23,0	6,5
<i>F. graminearum</i>	3,8	11,5	2,3	10,6
<i>F. equiseti</i>	1,3	11,5	0,0	6,4
<i>F. culmorum</i>	0,0	7,7	0,0	0,0
<i>Fusarium</i> spp.	65,8	18,0	49,4	51,0
2016 г.				
<i>F. verticillioides</i>	32,0	43,5	28,0	36,6
<i>F. oxysporum</i>	14,0	9,4	10,0	6,1
<i>F. equiseti</i>	15,0	13,2	3,0	13,4
<i>F. graminearum</i>	7,1	9,4	5,0	8,5
<i>F. culmorum</i>	0,0	0,0	0,0	3,7
<i>Fusarium</i> spp.*	31,0	24,5	12,0	31,7

Примечание – «*» – виды не идентифицированы.

Встречаемость гриба *F. graminearum* не превышала 2,3–11,5 %. Среди всех видов рода *Fusarium*, наименьшая частота встречаемости (1,3 %) была у гриба *F. equiseti* (ГСХУ «Мозырская СС»).

В условиях недостаточного увлажнения 2016 г. первостепенное место среди патогенных грибов рода *Fusarium* на корневой системе кукурузы также принадлежало грибу *F. verticillioides* с максимальной частотой встречаемости в посевах ГСХУ «Кобринская СС» (43,5 %). Встречаемость грибов *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F. culmorum* и *F. graminearum* на корневой системе культуры варьировала от 0,0 до 15,0 %.

Заключение. Таким образом, определено, что грибы рода *Fusarium* являются доминирующими (до 61,4 %) на корнях кукурузы, вызывая их поражение. Микологические исследования позволили установить, что в условиях республики основу патогенного комплекса составляют грибы *F. verticillioides* (15,2–51,0 %) и *F. oxysporum* (6,1–27,8 %). Рост встречаемости вида *F. verticillioides* среди возбудителей *Fusarium* spp. на корнях обусловлен, на наш взгляд, большей экологической пластичностью данного гриба.

Список литературы

1. Буга, С. Ф. Биологическое обоснование эффективности химической защиты кукурузы от болезней: рекомендации / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, Т. Н. Жердецкая. – Минск: Ин-т защиты растений, 2012. – 54 с.
2. Гагкаева, Т. Ю. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2011. – Прил. к № 5: ВИЗР. – С. 70–112.
3. Грисенко, Г. В. Методика фитопатологических исследований по кукурузе / Г. В. Грисенко, Е. Л. Дудка. – Днепропетровск, 1980. – 57 с.
4. Данилоторская, А. А. Экологические факторы (повышенная температура и влажность), увеличивающие присутствие потенциально патогенных грибов в почвах умеренных широт / А. А. Данилоторская, О. Е. Марфенина // Современная микология в России : материалы III Междунар. микологического форума, Москва, 14-15 апр. 2015 г. / Нац. акад. микологии ; редкол.: Ю. Т. Дьяков (гл. ред.) [и др.]. – М., 2015. – Т. 4. – С. 179–181.
5. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы фузариозной этиологии: основные причины и следствия (обзор) / В. Г. Иващенко // Вестн. защиты растений. – 2012. – № 4. – С. 3–19.
6. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В. Г. Иващенко. – СПб.- Пушкин: ФГБНУ ВИЗР, 2015. – 286 с.
7. Иващенко, В. Г. Семенные инфекции кукурузы: этиология, диагностика, особенности защиты / В. Г. Иващенко // Вестник защиты растений. – 2015. – № 1 (83). – С. 22–30.
8. Идентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.) (навчальний посібник) / В. В. Кириченко [и др.]. – Харків: Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2007. – 137 с.
9. Видовое разнообразие грибов рода *Fusarium*, вызывающих корневую гниль озимых зерновых культур в Беларуси / Н. А. Крупенько [и др.] // Вестник защиты растений. – 2021. – № 104 (2). – С. 124–127.
10. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: DLV АГРОДЕЛО, 2009. – 390 с.
11. Методы идентификации фитопатогенных грибов: метод указания для науч.-исслед. работы студ. / Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева; подгот. Ю. М. Стройков [и др.]. – М., 1984. – 32 с.
12. Свидувич, Н. Л. Видовой состав грибов, паразитирующих на початках кукурузы в условиях Республики Беларусь / Н. Л. Свидувич // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 151–157.

13. Свидуневич, Н. Л. Пораженность гибридов кукурузы пузырчатой головней и фузариозом початков / Н. Л. Свидуневич, А. Г. Жуковский // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т; под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2014. – Т. 24: Агронимия. – С. 211–217.

14. Склименок, Н. А. Видовой состав грибов, паразитирующих на корневой системе озимой пшеницы / Н. А. Склименок // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Вып. 39. – С. 108–115.

15. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.

16. Соченко, Е. Ф. Фузариоз початков кукурузы в Предгорной зоне Ставропольского края: этиология болезни, сортоустойчивость: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Е. Ф. Соченко; Краснодар. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Краснодар, 2004. – 22 с.

17. Республика Беларусь: статистический ежегодник / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск, 2021. – 407 с.

18. Characterization of *Pythium* spp. associated with corn and soybean seed and seedling disease in Ohio / K. D. Broders [et al.] // *Plant Disease*. – 2007. – Vol. 91, № 6. – P. 727–735.

19. Evaluation of *Fusarium graminearum* associated with corn and soybean seed and seedling disease in Ohio / K. D. Broders [et al.] // *Plant Disease*. – 2007. – Vol. 91, № 9. – P. 1155–1160.

20. Gerlach, W. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas / W. Gerlach, H. I. Nirenberg // *Mitt. Biol. Bundesants Land-Forstw.* – Berlin-Dahlem, 1982. – Vol. 209. – 406 p.

21. Thomas, M. D. Incidence and persistence of *Fusarium moniliforme* in symptomless maize kernels and seedlings in Nigeria / M. D. Thomas, I. W. Buddenhagen // *Mycologia*. – 1980. – Vol. 72, № 5. – P. 882–887.

N.L. Svidunovich

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

SPECIFIC COMPOSITION OF FUNGI PARASITING ON CORN ROOT SYSTEM UNDER CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Annotation. The researches on studying the specific fungi composition parasitizing on corn root system under conditions of the Republic of Belarus have been carried out. In the structure of fungi genus *Fusarium* Link the prevalence the fungus *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, *F. oxysporum* Schldtl. is determined the frequency of their prevalence has reached 51,0 and 27,8 %, accordingly. The pathogenic complex *Fusarium* spp. on corn roots was presented by the following species: *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. graminearum* Schwabe, *F. sporotrichioides* Sherb, *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc.

Key words: corn, hybrid, roots, specific composition, prevalence, frequency of occurrence, *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp.