

Н.Л. Свидунович

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

ИНФИЦИРОВАННОСТЬ СЕМЯН КУКУРУЗЫ ГРИБАМИ РОДОВ *FUSARIUM* И *PENICILLIUM* И ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭТОТ ПОКАЗАТЕЛЬ

Дата поступления статьи в редакцию: 29.06.2022

Рецензент: канд. с.-х. наук Яковенко А.М.

Аннотация. В статье представлены результаты анализа инфицированности семян различных гибридов кукурузы в Беларуси за 2013–2016 гг. В результате исследований установлена высокая зараженность семян фитопатогенами – до 86,6 % с доминированием грибов рода *Fusarium* – 11,3–53,4 %. Доля грибов *Penicillium* spp. составила 0,6–15,4 %. Наименьшая инфицированность зерен фузариозными грибами (от 4,0 до 23,1 %) отмечена у гибридов Днепровский 181 СВ, Полесский 185, 202, 212, 214, 218 СВ, Мос 182 СВ, Кубанский 140 СВ и Полтава. Установлено влияние погодных условий II декады июля-сентября на зараженность семян *Fusarium* spp. и *Penicillium* spp.: чем больше уровень обеспеченности осадками, тем выше инфицированность семян.

Ключевые слова: кукуруза, болезни, гибриды, инфицированность, плесневение семян, фузариоз, пенициллиоз, погода.

Введение. Одним из путей получения высоких и стабильных урожаев кукурузы является использование высококачественного семенного материала, не зараженного патогенными и плесневыми грибами [3].

Семена кукурузы являются источником инфекции для многих возбудителей болезней, среди которых к наиболее часто распространенным в начальный период онтогенеза культуры и вредоносным относят плесневение семян [1, 4, 6, 8, 12, 13, 14, 19, 25]. Болезнь встречается во всех районах выращивания кукурузы [11, 19, 21, 22]. Возбудителями плесневения семян являются грибы родов *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* и другие [6, 8, 15, 23, 24, 25, 26], которые ведут преимущественно сапротрофный образ жизни, но при благоприятных условиях окружающей среды могут поселяться на живой ткани и вызывать поражение [1].

Грибы рода *Fusarium* сохраняются в почве, на растительных остатках и семенах [5, 9, 17]. Немаловажную роль как источника инфекции играет и скрытая зараженность семян, которая способствует последующему поражению всходов [5]. При этом почвенная инфекция проникает в первичные корни, а семенная – в мезокотиль и далее в корневую шейку [7].

Источником инфекции *Penicillium* spp. (реже *Aspergillus* spp.) могут быть семена, зараженное зерно и почва. При инфицировании зерновок на их поверхности образуется плотное конидиальное спороношение серо-зеленого цвета. Интенсивное поражение семян и проростков болезнью может происходить в годы с затяжной прохладной весной, при ранних или оптимальных сроках сева, что обуславливает значительное снижение их полевой всхожести [1].

Интенсивное инфицирование семян может вызвать снижение их всхожести (до 35,0 %) или полную гибель ослабленных проростков [1, 10, 14].

Грибы развиваются в широком диапазоне температур – от +5,0 до +35,0 °С. В условиях похолодания плесневению нередко подвергаются до 70,0 % высеянных семян. Оптимальными условиями для развития грибов считаются: температура +8,0...+10,0 °С – для *Penicillium* spp., +10,0...+24,0 °С – для *Fusarium* spp. и достаточное количество влаги [14, 19, 20].

Таким образом, поскольку первичным источником инфекции многих болезней являются семена, возникла необходимость изучения их инфицированности фитопатогенами и влияния на этот процесс погодных условий.

Материал и методика исследований. В исследованиях по изучению инфицированности семян различных гибридов кукурузы использовали партии семян урожая 2013–2016 гг., полученные с Мозырского кукурузокалибровочного завода РСУП «Экспериментальная база «Криничная». Зараженность семян определяли в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений» Минского района Минской области. Был проанализирован 41 образец семян кукурузы.

В лабораторных условиях анализ зараженности семян кукурузы возбудителями болезней проводили, используя метод «бумажных рулонов». Из каждой пробы семян отбирали по 100 зерен. На листах фильтровальной бумаги размером 20×80 см, на расстоянии 3,0–4,0 см от верхнего края, проводили карандашом линию. Бумагу смачивали водой и по проведенной линии на расстоянии 1,0 см раскладывали по 50 зерен кукурузы (повторность 2-кратная), на которые сверху накладывали ленту пергаментной бумаги шириной 5,0 см. Бумагу сматывали в нетугой рулон, который помещали в емкость с водопроводной водой высотой около 1/3 рулона, и оставляли при комнатной температуре в течение 10 суток. Спустя указанное время проводили оценку зараженности зерновок кукурузы грибами родов *Fusarium*, *Penicillium* и др. [2, 15].

Общую инфицированность семян вычисляли по формуле (1) [2]:

$$X = \frac{N}{n} \times 100, \quad (1)$$

где X – общая зараженность семян, %; N – общее количество семян в пробе (больных и здоровых), шт.; n – количество семян, взятых для анализа, шт.

В состав общей инфицированности семян входили также грибы родов *Aspergillus*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Mucor*.

Для характеристики вегетационных периодов использовали не только основные метеорологические показатели, также оценивали и влагообеспеченность территории при помощи гидротермического коэффициента (ГТК) Г. Т. Селянинова по формуле (2) [18]:

$$ГТК = \frac{\sum R \times 10}{\sum t}, \quad (2)$$

где $\sum t$ – сумма осадков (мм) за период с температурами выше 10 °С; $\sum R$ – сумма температур за то же время, °С.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследований установлено, что семена различных гибридов кукурузы значительно инфицированы комплексом фитопатогенов (рисунок). Гибриды кукурузы были контаминированы в пределах от 31,1 до 86,6 %; в том числе грибами рода *Fusarium* spp. – 11,3–53,4 %, *Penicillium* spp. – до 0,6–15,4 %.

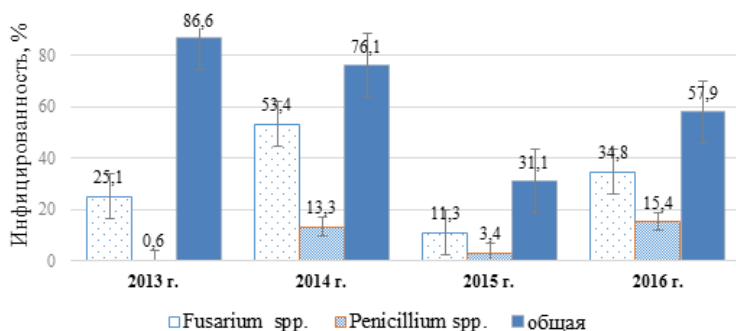


Рисунок – Инфицированность семян (± ошибка средней) гибридов кукурузы

Доминирование грибов рода *Fusarium* встречалось на гибридах Алмаз, Клифтон, Кремень 200 СВ – 65,5; 57,5 и 49,2 % соответственно (таблица 1). Наименьшая зараженность семян (4,0–23,1 %) отмечена у гибридов Днепровский 181 СВ, Полесский 185, 202, 212, 214, 218 СВ и Мос 182 СВ, Кубанский 140 СВ, Полтава.

В среднем максимальная инфицированность грибов *Penicillium* spp. отмечена у гибридов Алмаз, Клифтон, Кремень 200 СВ – 9,7–14,0 %, минимальная – у гибридов Мос 182 СВ, Полесский 185 СВ, 202 СВ, 218 СВ, 214 СВ, 212 СВ, Кубанский 140 СВ – до 5,0 % (таблица 2).

Таблица 1 – Инфицированность семян гибридов кукурузы грибами *Fusarium* spp.

| Гибриды | Годы | Инфицированность семян, % | |
|--------------------|------------------------|---------------------------|-----------|
| | | диапазон | средняя* |
| Алмаз | 2014, 2016 | 50,0–81,0 | 65,5±15,5 |
| Днепровский 181 СВ | 2013 | 4,0 | 4,0 |
| Клифтон | 2014, 2016 | 46,0–69,0 | 57,5±11,5 |
| Кремень 200 СВ | 2013, 2014, 2016 | 35,0–66,0 | 49,2±9,0 |
| Кубанский 140 СВ | 2013 | 21,3 | 21,3 |
| Лювена | 2013, 2014, 2016 | 23,0–36,7 | 33,2±5,2 |
| Матеус | 2013, 2016 | 29,3–44,0 | 36,7±7,4 |
| Мос 182 СВ | 2013 | 11,3 | 11,3 |
| Полтава | 2013, 2016 | 16,7–26,0 | 21,4±4,7 |
| Полесский 175 СВ | 2013, 2014, 2015, 2016 | 9,0–53,0 | 28,4±9,8 |
| Полесский 212 СВ | 2013, 2014, 2015, 2016 | 16,0–43,3 | 23,1±7,1 |
| Полесский 185 СВ | 2015 | 19,0 | 19,0 |
| Полесский 202 СВ | 2015 | 14,0 | 14,0 |
| Полесский 214 СВ | 2015 | 15,0 | 15,0 |
| Полесский 218 СВ | 2015 | 7,0 | 7,0 |

* Представлены средние значения ± стандартная ошибка.

Таблица 2 – Инфицированность семян гибридов кукурузы грибами *Penicillium* spp.

| Гибриды | Годы | Инфицированность семян, % | |
|--------------------|------------------------|---------------------------|----------|
| | | диапазон | средняя* |
| Алмаз | 2014, 2016 | 12,0–16,0 | 14,0±2,0 |
| Днепровский 181 СВ | 2013 | 1,3 | 1,3 |
| Клифтон | 2014, 2016 | 10,0–12,0 | 11,0±1,0 |
| Кремень 200 СВ | 2013, 2014, 2016 | 0,0–18,0 | 9,7±5,2 |
| Кубанский 140 СВ | 2013 | 2,0 | 2,0 |
| Лювена | 2013, 2014, 2016 | 0,7–16,0 | 10,2±4,8 |
| Матеус | 2013, 2016 | 0,0–12,0 | 6,0±6,0 |
| Мос 182 СВ | 2013 | 0,0 | 0,0 |
| Полтава | 2013, 2016 | 0,7–20,0 | 10,4±9,7 |
| Полесский 175 СВ | 2013, 2014, 2015, 2016 | 0,7–20,0 | 9,7±4,9 |
| Полесский 212 СВ | 2013, 2014, 2015, 2016 | 0,0–14,0 | 5,0±3,1 |
| Полесский 185 СВ | 2015 | 2,0 | 2,0 |
| Полесский 202 СВ | 2015 | 5,0 | 5,0 |
| Полесский 214 СВ | 2015 | 1,0 | 1,0 |
| Полесский 218 СВ | 2015 | 0,0 | 0,0 |

* Представлены средние значения ± стандартная ошибка.

Исследования показали, что погодные условия вегетационного сезона существенно влияют на инфицированность семян кукурузы.

Поскольку семена были получены с гибридов, выращенных в Мозырском районе, проводился анализ гидротермических условий этого региона. В засушливых условиях (ГТК = 0,6) Мозырского района, в период со II декады июля по сентябрь 2015 г., когда выпало 114,3 мм осадков, инфицированность семян грибами *Fusarium* spp. оказалась низкой – 11,3 % (таблица 3). При недостаточном увлажнении (ГТК = 0,9) в этот период зараженность семян достигала 25,1 и 34,8 % (2013 и 2016 гг.). Достаточная обеспеченность осадками в 2014 г. (ГТК = 1,1) способствовала росту инфицированности зерен кукурузы до 53,4 %. Количество выпавших осадков влияло также и на инфицированность семян грибами *Penicillium* spp.

Таблица 3 – Влияние гидротермических показателей II декады июля-сентября на инфицированность семян кукурузы фузариозной инфекцией

| Урожай года | Средняя инфицированность партий семян, % | | ГТК | Осадки, мм | Среднесуточная температура воздуха, °С |
|-------------|--|-------------------------|-----|------------|--|
| | <i>Fusarium</i> spp. | <i>Penicillium</i> spp. | | | |
| 2013 | 25,1 | 0,6 | 0,9 | 139,3 | 16,4 |
| 2014 | 53,4 | 13,3 | 1,1 | 151,4 | 20,2 |
| 2015 | 11,3 | 3,4 | 0,6 | 114,3 | 19,1 |
| 2016 | 34,8 | 15,4 | 0,9 | 151,6 | 18,3 |

С помощью корреляционно-регрессионного анализа выявлена тесная прямая зависимость между ГТК ($R^2 = 0,928$, $r = 0,95$) со II декады июля по сентябрь и инфицированностью семян грибами *Fusarium* spp., а также между выпавшими осадками за данный период и зараженностью семян ($R^2 = 0,872$, $r = 0,87$). Чем больше уровень обеспеченности осадками, тем выше зараженность семян грибами рода *Fusarium*.

Также была установлена прямая корреляционная зависимость между осадками и инфицированностью семян грибами *Penicillium* spp. ($R^2 = 0,696$, $r = 0,71$).

Отмечено, что определяющим фактором, влияющим на инфицирование семян фузариозной и пенициллиозной инфекциями, являются гидротермические условия II декады июля-сентября, что совпадает с цветением – восковой спелостью зерна.

Заключение. Проведенные исследования выявили высокую инфицированность семян гибридов кукурузы – до 86,6 %. Среди фитопатогенов доминировали грибы *Fusarium* spp. – 11,3–53,4 %. Доля грибов *Penicillium* spp. составила 0,6–15,4 %. Выявлена прямая корреляционная зависимость между количеством осадков, ГТК за период II

декады июля-сентября и инфицированностью семян *Fusarium* spp., также между количеством осадков и зараженностью семян *Penicillium* spp.

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: РУП «Ин-т защиты растений», 2012. – 54 с.
2. Государственный реестр производителей, заготовителей семян. – МСХ РБ, Комитет по гос. контролю в сем-ве; отв. ред. Н. Н. Савосько. – Минск: Ураджай, 1999. – 316 с.
3. Екимова, В. Б. Оценка зараженности фитопатогенными грибами зерновых культур в лесостепной зоне Украины / В. Б. Екимова, О. А. Дрегваль, А. И. Винников // Биологический вестник МДПУ. – 2014. – № 3. – С. 85-97.
4. Жердецкая, Т. Н. Жизнеспособность гриба *Ustilago zaeae* (Beskm.) Unger в межвегетационный период как источник инфекции пузырчатой головни / Т. Н. Жердецкая, А. А. Жуковская // Защита растений: сб. науч. тр. – Минск, 2007. – Вып. 31. – С. 116-126.
5. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы фузариозной этиологии: основные причины и следствия (обзор) / В. Г. Иващенко // Вестник 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. Колонизация кукурузы возбудителями стеблевых гнилей, распространенных на юге Украины / В. Г. Иващенко // Микология и фитопатология. – 1989. – Т. 23, № 6. – С. 572-576.
8. Иващенко, В. Г. Семенные инфекции кукурузы: этиология, диагностика, особенности защиты / В. Г. Иващенко // Вестник защиты растений. – 2015. – № 1 (83). – С. 22-30.
9. Иващенко, В. Г. Фузариоз початков кукурузы / В. Г. Иващенко, Е. Ф. Сотченко, Н. П. Шипилова // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34, вып. 6. – С. 63-70.
10. Иващенко, В. Г. Фузариозная и цефалоспориозная инфекция, ее влияние на жизнеспособность семян кукурузы и возможность переноса возбудителей / В. Г. Иващенко, В. А. Никоноренков // Бюл. ВИЗР. – 1991. – № 75. – С. 33-39.
11. 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.
12. Каратыгин, И. В. Возбудители головни зерновых культур / И. В. Каратыгин. – Л.: Наука, 1986. – 112 с.
13. Каратыгин, И. В. Головные грибы. Онтогенез и филогенез / И. В. Каратыгин. – Л.: Наука, 1981. – 216 с.
14. Кукуруза. Современная технология возделывания / А. П. Шиндин [и др.]. – М.: РосАгроХим, 2009. – 118 с.
15. Лукашик, Н. Н. Определение зараженности семян и проростков ячменя гельминтоспориозно-фузариозной инфекцией и качества их обеззараживающих: метод. указания / Н. Н. Лукашик, С. Ф. Буга, Л. Р. Войтова. – Минск, 1982. – 10 с.
16. Насіннева інфекція зернових колосових / М. І. Черняєва [и др.]; Ін-т росл-ва ім. В. Я. Юр'єва. – Харків, 2003. – 14 с.
17. Наумова, Н. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н. А. Наумова. – Л.: Колос, 1970. – 207 с.
18. Селянинов, Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г. Т. Селянинов // Мировой агроклиматический справочник. – М. – Л., 1937. – С. 5-27.
19. Сотченко, Е. Ф. Фузариоз початков кукурузы в Предгорной зоне Ставропольского края: этиология болезни, сортоустойчивость: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Е. Ф. Сотченко; Краснодар, 2004. – 22 с.
20. Справочник болезней зерновых культур: посвящается 50-летию основания РУП «Институт защиты растений» и 50-летию основания лаборатории фитопатологии: справ. изд. / Н. А. Крупенько [и др.] // РУП «Ин-т защиты растений», Лаборатория фитопато-

логии; под ред.: Н. А. Крупенько, А. Г. Жуковский, С. Ф. Буга; рец. Д. Войтка. – Минск: РУП Журнал «Белорусское сельское хозяйство», 2021. – 70 с.

21. Alakonya, A. E. Fumonisin B₁ and aflatoxin B₁ levels in Kenya maize / A. E. Alakonya, E. O. Monda, S. Ajanga // *Plant Pathology*. – 2009. – Vol. 91, № 2. – P. 459-464.

22. Atlas chorob roslin rolniczych / M. Korbas [i wsp.] // *Hortpress*. – Warszawa, 2016. – 212 ss.

23. 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, No. 6. – P. 727-735.

24. Distribution Frequency and Incidence of Seed-borne Pathogens of Some Cereals and Industrial Crops in Serbia / J. Levic [et al.] // *Pestic. Phytomed.* – 2012. – Vol. 27, № 1. – P. 33-40.

25. 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, No. 9. – P. 1155-1160.

26. Munkvold, G. P. Importance of Different Pathways for Maize Kernel Infection by *Fusarium moniliforme* / G. P. Munkvold, D. C. McGee, W. M. Carlton // *Phytopathology*. – Vol. 87 (2). – 1997. – P. 209-217.

N. L. Svidunovich

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

SEED INFECTION OF MAIZE WITH *FUSARIUM* AND *PENICILLIUM* AND IMPACT OF HYDROTHERMAL CONDITIONS

Annotation. The paper presents the results of the analysis of seed infection of different maize hybrids in Belarus for 2013–2016. As a result of the research a high infection of seeds with phytopathogenes (up to 86,6 %) with *Fusarium* domination (11,3–53,4 %) was determined. The share of *Penicillium* spp. amounted to 0,6–15,4 %. The hybrids Dneprovsky 181 SV, Polesky 185, 202, 212, 214, 218 SV, Mos 182 SV, Kubansky 140 SV and Poltava demonstrated the lowest infection of seeds with *Fusarium* – 11,3 %–53,4 %. The impact of mid July-September weather conditions on infection of seeds with *Fusarium* spp. and *Penicillium* spp. was identified: the higher precipitation provision is, the higher seed infection is.

Key words: maize, diseases, hybrids, infection, seed mould, fusarium, penicilliosis, weather