

ПОРАЖЕНИЕ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ ФУЗАРИОЗОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНИКИ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Черкашина Анна Владимировна, научный сотрудник лаборатории земледелия, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», Симферополь, Россия

e-mail: cherkashyna_a@niishk.ru

Сотченко Елена Федоровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции кукурузы на иммунитет, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы», Пятигорск, Россия

e-mail: 96067@mail.ru

Аннотация. Было изучено влияние гибрида, сроков посева, густоты стояния растений и погодных условий на поражение початков кукурузы фузариозом (*Fusarium spp.*) в 4-х факторном опыте. Установлено, что все изучаемые факторы оказывали существенное влияние на поражение початков кукурузы фузариозом. Доля действия погодных условий года была наибольшей и составила 76,1%. Минимальное количество пораженных початков было в 2016 году – 1,2%, максимальное – в 2019 – 49,8%. Гибрид Машук 355 МВ был более устойчивым к поражению фузариозом. Самый низкий процент пораженных початков отмечен при густоте стояния растений 40 тыс. растений на га.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays* L.), гибрид, фузариоз (*Fusarium spp.*), поражение початков, сроки посева, густота стояния растений, погодные условия.

CORN EARS DAMAGE BY *FUSARIUM SPP.* DEPENDING ON AGRICULTURAL TECHNIQUE ELEMENTS AND WEATHER CONDITIONS

Cherkashyna Anna Vladimirovna, researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”, Simferopol, Russia

e-mail: cherkashyna_a@niishk.ru

Sotchenko Elena Fedorovna, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of Laboratory of Corn Breeding for Immunity

FSBSI “All-Russian Research Scientific Institute of Corn”, Pyatigorsk, Russia

e-mail: 96067@mail.ru

Abstract. In the course of 4-factor experiment, we studied the influence of hybrid, planting dates, plant density and weather conditions on the corn ears damage by *Fusarium spp.* During our study, we determined that all the studied factors had a significant effect on the corn ears damage. The share of weather conditions was the largest and amounted to 76.1%. The fewest damaged corn ears were in 2016 – 1.2%; the largest (49.8%) – in 2019. Hybrid Mashuk 355 MV was more resistant to *Fusarium spp.* The lowest percentage of damaged ears was noted at a plant density of 40,000 plants per ha.

Key words: corn (*Zea mays* L.), hybrid, *Fusarium spp.*, corn ears damage, planting dates, plant density, weather condition.

Фузариоз повсеместно распространен в кукурузосеющих регионах. В Российской Федерации на початках паразитирует 15 видов рода *Fusarium* [4]. В патогенном комплексе доминирующее положение занимает *Fusarium moniliforme* (*F. verticillioides*), также встречаются *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans*. Наиболее распространенный *Fusarium moniliforme* поражает почти все органы растения, в том числе початок. Поврежденные насекомыми или пораженные белью початки первыми заражаются фузариозом. Повреждения создают ворота инфекции, а сами насекомые непосредственно участвуют в распространении фитопатогенных грибов. *F. graminearum* вызывает красную гниль початков, которая в Российской Федерации отмечена в районах с достаточно влажным климатом [4]. Болезнь поражает початки в фазе молочно-восковой спелости зерна. На верхушке початка образуется плотный, ярко-розовый налет грибницы, который затем распространяется по всему початку. Обертки початка плотно прилегают друг к другу и початку, приобретая красновато – кирпичную окраску, по которой заболевание отличается от других. Пораженные зерновки становятся красно-коричневыми и хрупкими [9].

Н.Л. Свидуневич, А.Г. Жуковский показали, что самым уязвимым периодом для заражения початков кукурузы фузариозом является период начала образования зерна – ранняя молочная спелость. Инфицирование початков вызывает снижение массы початка и массы 1000 зерен. Потери урожая при заражении грибом *F. verticillioides* составили 2,1–7,3 ц/га (2,5–8,1 %), *F. graminearum* – 2,4–9,3 ц/га (2,9–10,3 %) [8].

ЭПВ фузариоза в фазу молочно-восковой спелости составляет 3–5 % пораженных растений [1].

Грибы рода *Fusarium* способны синтезировать более 150 микотоксинов, опасных для здоровья человека и теплокровных животных. Фузариотоксины по своей химической природе относятся к различным классам органических соединений. К наиболее опасным и распространенным фузариотоксинам относятся трихоцетеновые микотоксины, дезоксиниваленол, Т-2 токсин, зеараленон, фумонизимы, ниваленол и другие [6].

Требуется более интенсивный поиск путей ограничения размножения грибов рода *Fusarium* в агроценозах не только для защиты от инфекций и снижения урожая, но и для предотвращения загрязнения пищи и кормов токсичными продуктами их метаболизма [3].

Целью исследований было оценить влияние гибрида, сроков посева, густоты стояния растений и погодных условий на поражение початков кукурузы фузариозом в условиях степного Крыма.

Исследования проводились в ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» в 2016–2019 гг. в полевом севообороте отдела полевых культур (с. Клепинино, Красногвардейский район, Республика Крым). Почва опытного участка – чернозем южный слабогумусированный [7].

Схема опыта: Фактор А – гибрид кукурузы (раннеспелый Нур (ФАО 150), среднеранний Машук 220 МВ, среднеспелый Машук 355 МВ селекции ФГБНУ «ВНИИ кукурузы»). Фактор В – срок посева (5, 15 и 25 апреля). Фактор С – густота стояния растений к уборке (40, 50, 60, 70 тыс. растений на гектар), Фактор D – год исследований (2016, 2018, 2019).

Учет поражения початков фузариозом проводили во время уборки путем осмотра всех собранных с делянки початков и подсчета процента больных початков. Определение степени поражения початков проводилось по количеству зерен. Степень поражения початков не превышала 10% зерен и оценивалась как слабая (до 10%) [2]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа четырехфакторного опыта [5].

По данным метеорологической станции (с. Клепинино), погодные условия периода апрель – сентябрь характеризовались повышенным температурным режимом во все годы исследований и варьировали по годам. Влагообеспеченность значительно различалась: в 2017 году наблюдалась сильная засуха (ГТК 0,34) и початки не сформировались, в 2016 году влагообеспеченность была повышенной (ГТК 1,46, но распределение осадков было неравномерным, период цветения початков и налива зерна был засушливым), в 2018–2019 гг. – недостаточной, ГТК составил 0,79 и 0,78 соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Погодные условия периода апрель – сентябрь, МС Клепинино

| Показатели | Год | | | | Средне многолетняя норма |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| Сумма активных температур, °С | 3508,2 | 3356,8 | 3721,8 | 3423,8 | 3178,0 |
| Количество осадков, мм | 521,9 | 149,9 | 294,9 | 266,9 | 249,0 |
| ГТК | 1,46 | 0,34 | 0,79 | 0,78 | 0,73 |

Согласно данным дисперсионного анализа, на поражение початков фузариозом оказывали все изучаемые факторы. Однако доля действия фактора D (условия года) была наибольшей и составила 76,1%. Анализ средних по фактору D показал, что минимальное количество пораженных початков кукурузы было в 2016 году – 1,2%, и максимальным в 2019 – 49,8% (таблица 2).

Таблица 2 – Поражение початков кукурузы фузариозом, %

| Гибрид (фактор А) | Срок посева (фактор В) | Густота стояния растений, тыс./га (фактор С) | Год (фактор D) | | | Средние по фактору А | Средние по фактору В | Средние по фактору С | | |
|--|---------------------------|--|----------------|------|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|--|
| | | | 2016 | 2018 | 2019 | | | | | |
| Нур | 5 апреля | 40 | 0,5 | 42,9 | 43,3 | 28,4 | 28,4 | 25,9 | | |
| | | 50 | 1,2 | 65,3 | 36,5 | | | 28,3 | | |
| | | 60 | 1,2 | 38,6 | 46,2 | | | 27,2 | | |
| | | 70 | 1,5 | 43,2 | 43,6 | | | 31,8 | | |
| | 15 апреля | 40 | 0,0 | 40,3 | 34,6 | | 28,4 | 30,9 | | |
| | | 50 | 0,3 | 33,6 | 41,5 | | | | | |
| | | 60 | 0,4 | 42,9 | 50,5 | | | | | |
| | | 70 | 0,6 | 55,6 | 35,8 | | | | | |
| | 25 апреля | 40 | 0,5 | 30,7 | 38,1 | | 28,4 | 25,7 | | |
| | | 50 | 0,4 | 35,4 | 41,3 | | | | | |
| | | 60 | 1,0 | 39,2 | 46,3 | | | | | |
| | | 70 | 1,7 | 42,2 | 46,2 | | | | | |
| Машук 220 МВ | 5 апреля | 40 | 0,5 | 38,2 | 57,7 | 32,1 | | | | |
| | | 50 | 1,1 | 40,1 | 55,6 | | | | | |
| | | 60 | 1,5 | 16,2 | 52,1 | | | | | |
| | | 70 | 2,7 | 49,1 | 56,7 | | | | | |
| | 15 апреля | 40 | 1,2 | 23,6 | 76,4 | | | 32,1 | | |
| | | 50 | 0,9 | 23,6 | 91,0 | | | | | |
| | | 60 | 1,2 | 28,0 | 82,6 | | | | | |
| | | 70 | 1,6 | 36,5 | 77,9 | | | | | |
| | 25 апреля | 40 | 2,2 | 26,0 | 57,6 | | | 32,1 | | |
| | | 50 | 1,1 | 27,4 | 60,1 | | | | | |
| | | 60 | 2,8 | 14,3 | 55,0 | | | | | |
| | | 70 | 10,7 | 21,2 | 62,7 | | | | | |
| Машук 355 МВ | 5 апреля | 40 | 0,3 | 29,1 | 35,1 | 24,5 | | | | |
| | | 50 | 0,6 | 27,3 | 30,6 | | | | | |
| | | 60 | 1,0 | 33,4 | 40,1 | | | | | |
| | | 70 | 1,1 | 36,9 | 53,0 | | | | | |
| | 15 апреля | 40 | 0,3 | 31,6 | 36,1 | | | 24,5 | | |
| | | 50 | 0,3 | 32,4 | 37,4 | | | | | |
| | | 60 | 0,5 | 37,1 | 49,3 | | | | | |
| | | 70 | 0,9 | 46,4 | 59,0 | | | | | |
| | 25 апреля | 40 | 0,7 | 18,2 | 35,4 | | | 24,5 | | |
| | | 50 | 1,2 | 30,0 | 47,4 | | | | | |
| | | 60 | 0,6 | 25,4 | 28,8 | | | | | |
| | | 70 | 0,9 | 22,4 | 50,3 | | | | | |
| Средние по фактору D | | | 1,2 | 34,0 | 49,8 | | | | | |
| НСР ₀₅ по факторам А – 2,07; В – 2,07; С – 2,39; D – 2,07; ABCD – Fφ<Fτ | | | | | | | | | | |

В 2018–2019 гг. выпадение осадков выше средней многолетней нормы и повышенный температурный фон способствовали увеличению поражения початков фузариозом. В 2019 году

наблюдала развитие *F. graminearum*. В 2016 году период наибольшей подверженности заражением фузариозом был засушливым, поэтому поражение початков было минимальным.

Поражение початков зависело от гибридов (доля действия фактора А – 1,8%) и существенно увеличивалось в ряду: Машук 355 МВ – Нур – Машук 220 МВ от 24,5 до 32,1%.

Доказано взаимодействие факторов А и D, его доля действия составила 8,1%.

Меньшее развитие болезни наблюдали на делянках, посеянных 25 апреля, максимальным оно было при посеве 15 апреля. Доля действия фактора В (срок посева) была невысокой – 0,8%, однако разница между сроками была доказуемой.

Среднее по фактору С (густота растений) поражение початков было наибольшим при 70 тыс. растений на га и составило 31,8%. Самый низкий процент пораженных початков отмечен при густоте стояния растений 40 тыс. растений на га по сравнению с густотами 50 и 70 тыс. растений на га. Доля действия фактора С составила 0,9 %, различия существенны.

Таким образом, установлено, что поражение початков кукурузы в большей степени зависело от условий года, гибрида, а также взаимодействия этих факторов. Минимальное количество пораженных початков было в 2016 году – 1,2%, максимальное – в 2019 – 49,8%. Гибрид Машук 355 МВ был более устойчивым к поражению фузариозом. Самый низкий процент пораженных початков отмечен при густоте стояния растений 40 тыс. растений на га.

Список литературы

1. Алехин В. Т. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / В.Т. Алехин, В.В. Михайликова, Н.Г. Михина. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016 76 с.
2. Грисенко Г. В. Методика фитопатологических исследований по кукурузе / Г.В. Грисенко, Е.Л. Дудка. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. 62 с.
3. Домрачева Л. И. Фузариотоксины и их роль в жизни растений, животных и человека (обзор) / Л. И. Домрачева, С. Г. Скугорева, А. И. Фокина, Т. Я. Ашихмина // Экология родного края: проблемы и пути их решения: материалы XVI Всероссийской научно-практической с международным участием конференции, Киров, 27–28 апреля 2021 года. Киров: Вятский государственный университет, 2021. С. 29-34.
4. Иващенко В. Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В. Г. Иващенко. Санкт-Петербург. Пушкин: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН, 2015. 286 с. (Приложение к журналу "Вестник защиты растений").
5. Литтл Т. М. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / Т. М. Литтл, Ф. Дж. Хиллз; под ред. Д. В. Васильевой. М.: Колос, 1981. 320 с.
6. Охупкина В. Ю. Эколого-эпидемиологическое значение микромицетов рода *Fusarium* / В. Ю. Охупкина, А. А. Ханжин // Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 2. С. 5-14. DOI:10.25750/1995-4301-2012-2-005-014.
7. Половицкий И. Я. Почвы Крыма и повышение их плодородия / И.Я. Половицкий, П.Г. Гусев. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
8. Свидуневич Н. Л. Влияние сроков заражения початков кукурузы возбудителями фузариоза на снижение урожайности / Н. Л. Свидуневич, А. Г. Жуковский // Сб. науч. тр.: Защита растений. 2019. Вып. 43. С. 195-202.
9. Шиндин А. П. Кукуруза. Современная технология возделывания / А. П. Шиндин, В. Н. Багринцева, Т. И. Борщ и др. М.: ООО НПО «РосАгроХим», 2012. 152 с.