

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ В ЗАЩИТЕ КУКУРУЗЫ ОТ ПУЗЫРЧАТОЙ ГОЛОВНИ И ФУЗАРИОЗА ПОЧАТКОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Н. Л. СВИДУНОВИЧ, А. Г. ЖУКОВСКИЙ

РУП «Институт защиты растений»,
аг. Прилуки, Республика Беларусь, 223011, e-mail: kulickaya82@mail.ru

(Поступила в редакцию 05.04.2021)

В статье опубликованы результаты изучения эффективности применения фунгицидов в защите кукурузы от пузырчатой головни и початков от фузариоза. Исследования проводились в 2013–2015 гг. и 2017 г. в условиях искусственных инфекционных фонов. Инокуляцию растений кукурузы проводили путём опрыскивания суспензией спор гриба *Mycosarcoma maydis* в фазе выхода метелки, а початков – с помощью введения споровой суспензии грибов *Fusarium verticillioides* и *F. graminearum* и их смесью в фазе развитие плода–начало молочной спелости зерна кукурузы. В целях снижения развития пузырчатой головни и фузариоза початков на кукурузе эффективно применять фунгициды Амистар Экстра, СК (0,75 л/га), Абакус Ультра, СЭ (1,5 л/га), Аканто Плюс, КС (0,7 л/га). Биологическая эффективность данных препаратов в подавлении гриба *M. maydis* в среднем составляла 52,4–67,0 %. В защите кукурузы от фузариоза початков, независимо от вида возбудителя и года исследований, препараты Амистар Экстра, СК (0,75 л/га), Абакус Ультра, СЭ (1,5 л/га), Аканто Плюс, КС (0,7 л/га) также обладали достаточно высокой биологической эффективностью, которая варьировала от 48,3 до 64,9 %. В вариантах с обработкой кукурузы фунгицидами отмечалось снижение развития болезней, в результате чего увеличилась масса 1000 зерен в среднем до 252,5–269,6 г (пузырчатая головня) и до 263,0–274,7 г (фузариоз початков). Установлено, что изучаемые препараты позволили сохранить статистически достоверный урожай зерна кукурузы от 5,7 до 7,7 ц/га.

Ключевые слова: кукуруза, развитие болезни, пузырчатая головня, фузариоз початков, фунгициды, эффективность, урожайность.

The article publishes the results of studying the effectiveness of the use of fungicides in protecting corn from blister smut and ears from fusarium. The studies were carried out in 2013–2015 and 2017 in conditions of artificial infectious backgrounds. Inoculation of maize plants was carried out by spraying with a spore suspension of the fungus *Mycosarcoma maydis* in the panicle emergence phase, and on the cobs with the introduction of a spore suspension of *Fusarium verticillioides* and *F. graminearum* fungi and their mixture in the phase of fetal development – beginning of milk ripeness of corn grain. In order to reduce the development of blister smut and fusarium on the cobs of corn, it is effective to use fungicides Amistar Extra, SC (0.75 l / ha), Abakus Ultra, SE (1.5 l / ha), Akanto Plus, SC (0.7 l / ha). The biological effectiveness of these preparations in suppressing the fungus *M. maydis* averaged 52.4–67.0 %. In the protection of maize from fusarium on the cob, regardless of the type of pathogen and the year of research, the preparations Amistar Extra, SC (0.75 l / ha), Abakus Ultra, SE (1.5 l / ha), Akanto Plus, SC (0.7 l / ha) also had a fairly high biological efficiency, which varied from 48.3 to 64.9 %. In variants with the treatment of corn with fungicides, a decrease in the development of diseases was noted, as a result of which the weight of 1000 grains increased on average to 252.5–269.6 g (blister smut) and to 263.0–274.7 g (fusarium on the cob). It was found that the studied preparations allowed maintaining a statistically reliable corn grain yield from 0.57 to 0.77 t / ha.

Key words: corn, disease development, blister smut, fusarium of the ears, fungicides, efficiency, yield.

Введение

В Республике Беларусь кукуруза является одной из важнейших зернофуражных культур [15]. В 2019 г. посевные площади кукурузы на зерно составляли 193 тыс. га, валовый сбор – 1093 тыс. тонн, средняя урожайность – 57,5 ц/га [21]. Наряду с метеорологическими факторами, на снижение урожайности культуры негативно влияют и болезни грибного характера [17].

В республике и за рубежом к наиболее распространенным и вредоносным заболеваниям периода вегетации относятся пузырчатая головня, вызываемая грибом *Mycosarcoma maydis* (DC.) Bref. (ранее – *Ustilago maydis* (DC.) Corda), и фузариоз початков, основными возбудителями которого являются грибы *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg и *F. graminearum* Schwabe [8, 9, 25, 27, 28, 33, 30, 31].

Пораженность посевов кукурузы пузырчатой головней в Беларуси может достигать 50,0 %, в других странах – 90,0 % [4, 5, 8, 10, 18]. Потери зерна от болезни составляют 3,5–30,0 % [8, 20, 22]. Вредоносность пузырчатой головни проявляется в гибели пораженного растения, его бесплодности, снижении количества и качества урожая, в повышении восприимчивости кукурузы к другим болезням [2, 16, 25].

В условиях Беларуси фузариоз початков встречается ежегодно во всех областях выращивания кукурузы на зерно с распространенностью до 93,3 % [2, 18]. В других странах болезнь обнаружена практически во всех кукурузосеющих регионах мира [8, 16, 28, 29, 33]. Болезнь ухудшает посевные качества семян, пищевые свойства зерна и продуктов его переработки (снижается содержание крахмала и жиров, повышается содержание белка в зерне) и поэтому во всем мире фузариоз рассматривается как одна из наиболее вредоносных болезней сельскохозяйственных культур [23].

Таким образом, анализ данных по распространенности и развитию пузырчатой головни и фузариоза початков в посевах кукурузы, их вредоносности показывает, что в период вегетации растения подвержены поражению возбудителями болезней. Так как протравители семян имеют сравнительно ограниченный период действия и, как правило, малоэффективны против аэрогенной инфекции, то в данный период необходимым приемом для сохранения урожая является применение фунгицидов.

В связи с вышесказанным, целью нашей работы являлось изучение биологической и хозяйственной эффективности фунгицидов в подавлении развития болезней в посевах кукурузы.

Основная часть

Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях РУП «Институт защиты растений» Минского района на раннеспелых гибридах Мос 182 СВ (2013–2015 гг.) и Лювена (2017 гг.).

В опытах использовали фунгициды, в состав которых включены действующие вещества из разных химических групп: в 2013–2015 гг. и 2017 г. – Амистар Экстра, СК 0,75 л/га (азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л), Абакус Ультра, СЭ 1,5 л/га (эпоксиконазол, 62,5 г/л + пиракlostробин, 62,5 г/л), в 2014–2015 гг. – Аканто Плюс, КС 0,7 л/га (ципроконазол, 200 г/л + пикоксистробин, 80 г/л).

Почва опытного участка дерново-подзолистая, рН – 6,5, содержание гумуса – 2,2 %. Сев кукурузы проводили в оптимальные сроки, способ сева – квадратно-гнездовой. Опыты закладывали в 4-кратной повторности, размер опытной делянки – 10 м².

Инокуляцию растений кукурузы проводили путём опрыскивания суспензией спор гриба *M. maydis* в фазе выхода метелки, а початков – с помощью введения споровой суспензией грибов *F. verticillioides* и *F. graminearum* в фазе развития плода – начало молочной спелости зерна кукурузы. В 2013 г. инфицирование початков проводили смесью грибов данных видов. Заражение початков кукурузы осуществляли путем инъекции инокулюма под обертки початка при помощи шприца [1]. Для этого использовали суспензию спор и мицелия, выращенного на картофельно-сахарозном агаре, с титром спор $1,4-3,4 \times 10^7$ – *F. verticillioides* и $1,4-6,4 \times 10^5$ – *F. graminearum*.

Гидротермические условия в годы исследований несколько отличались. В июле 2013 г. наблюдался температурный фон на уровне среднемноголетней нормы – 17,8 °С и дефицит осадков – 92,2 % от нормы. Август характеризовался средней температурой воздуха выше нормы на 1,4 °С и недостаточным количеством осадков – 17,8 % от нормы, однако уже в сентябре выпало 68 мм осадков, что выше нормы на 8 мм. 2014 г. характеризовался повышенным температурным фоном с июля по август – 2,0–2,4 °С. За этот период выпало 135,1 % осадков. В условиях 2015 г. в июле температура воздуха и количество осадков были на уровне среднемноголетних значений – 17,3 °С и 91,2 мм, а в сентябре наблюдалось обильное количество осадков – 164 % от нормы. Июль 2017 г. характеризовался заливными дождями – осадков выпало 178 % от нормы, температура воздуха не превышала многолетнюю норму. В сентябре также было превышение осадков на 30,9 мм, температуры воздуха на 0,5 °С.

Фенологические стадии развития кукурузы отмечали согласно коду ВВСН [12]: ст. 51 – начало выбрасывания метелок; метелка хорошо заметна внутри кроющихся верхних листьев; ст. 71 – начало образования зерна; ст. 71–73 – начало образования зерна – ранняя молочная спелость; ст. 83 – ранняя восковая спелость зерна; ст. 85 – восковая спелость зерна.

Развитие болезней рассчитывали по формуле [14]:

$$R = \frac{\sum (a \times b) \times 100}{N \times K},$$

где R – развитие болезни, %; $\sum (a \times b)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее количество обследованных растений (больных и здоровых); K – высший балл шкалы учета.

При учете пузырчатой головни использовалась следующая балльная шкала поражения надземных органов кукурузы пузырчатой головней [24]:

0 – признаки поражения отсутствуют;

0,1 – очень мелкие пузырьки или валикообразные вздутия на листьях, иногда с антоциановой окраской;

1 – отдельные небольшие пузырьки или валикообразные вздутия (0,5–1 см в диаметре) на листьях, стеблях, метелках, на верхушках основных початков, на рудментарных и пасынковых початках;

2 – вздутия размером 2–5 см на листьях, стеблях, метелках, обертках и верхушках початков;

3 – крупные вздутия (10–15 см в диаметре) на стеблях ниже початков;

4 – крупные вздутия (10–15 см в диаметре) на стеблях выше початков;

5 – крупные вздутия на початках;

6 – растения, деформированные или погибшие от сильного поражения головней.

Учет степени поражения фузариозом початков проводился по 5-балльной шкале, разработанной В. Г. Иващенко и Е. Ф. Сотченко [7]:

1 балл – поражено до 2,0 % (до 5 зерен);

2 балл – поражено от 2,1 до 5,0 % (6–15 зерен);

3 балл – поражено от 5,1 до 10,0 % (16–30 зерен);

4 балл – поражено свыше 10,1 % поверхности початка (более 30 зерен локального типа проявления);

5 балл – восприимчивость – поражено свыше 10,1 % поверхности (более 30 зерен рассеянного типа проявления).

Расчет биологической, хозяйственной и экономической эффективности проводили по методике, изложенной в рекомендациях «Методические указания по протравливанию семян сельскохозяйственных культур», «Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [13, 14].

Хозяйственную эффективность фунгицидов рассчитывали на основе величины сохраненного урожая зерна, полученной за счет проведения защитных мероприятий в сравнении с вариантом без обработки.

Потери урожая рассчитывали по следующей формуле (1.4):

$$P_y = \frac{(A-a)}{A} \times 100,$$

где P_y – потери урожая, %; A – урожайность здоровых растений, ц/га; a – урожайность больных растений, ц/га.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с помощью однофакторного дисперсионного анализа в программе MS Excel.

Известно, что при совмещении в июле следующих предикторов: периода начало выбрасывания метелок – цветение початков, восприимчивого гибрида и условий – среднесуточная температура воздуха выше многолетней нормы на 2,5–3,2 °С и суммы осадков 30,0–60,0 % от нее, возможно массовое поражение початков кукурузы пузырчатой головней в республике [2]. Анализ гидротермических условий позволяет сделать вывод, что лишь 2013–2014 гг. были благоприятными для заражения растений пузырчатой головней.

Погодные условия для инфицирования грибами рода *Fusarium* в искусственно созданных условиях складывались благоприятно. Известно, что грибы *Fusarium* spp. развиваются в диапазоне температур 3,0–30,0 °С (оптимум 20,0–22,0 °С). В годы с повышенным количеством осадков в период созревания культуры наблюдается интенсивное развитие фузариоза початков [29].

Согласно литературным источникам, максимальное заражение початков кукурузы фузариозом отмечается при инфицировании в стадии 63–79, а по нашим исследованиям – ст. 71–73, что в условиях республики приходится чаще на август [8, 19, 26, 29, 32]. Поэтому погодные условия августа-сентября являются благоприятными для развития фузариоза початков. На наш взгляд, росту степени поражения початков в годы исследований способствовало также повышенное количество выпавших осадков перед инфицированием, что обусловило сохранение влаги на растении. Во все годы исследований в полевых опытах с искусственным заражением початков возбудителями фузариоза – грибами *F. verticillioides* и *F. graminearum* – существенных различий в степени поражения в зависимости от вида гриба не отмечено.

Из вышесказанного следует, что развитие болезней тесно связано с погодой. В защите кукурузы от болезней сроки применения фунгицидов должны увязываться со временем массового инфицирования его возбудителями. В условиях Беларуси, это ст. 51 (пузырчатая головня) и ст. 71–73 (фузариоз початков). На наш взгляд, именно это является биологической основой для выявления целесообразности применения фунгицидов и достижения максимальной их эффективности.

Существенную роль на эффективность химических обработок оказывают также особенности механизма действия входящих в состав препаратов действующих веществ. Используемые в исследованиях фунгициды на основе действующих веществ из класса триазолы (ципроконазол, эпоксиконазол) подавляют синтез стерина, что приводит к нарушению проницаемости липидного бислоя мембран клеток грибов. В итоге нарушается клеточное деление гриба, его рост и размножение. Соединения из химической группы стробилуринов (азоксистробин, пираклостробин, пикоксистробин) оказывают

преимущественно защитное действие. Попадая на поверхность листа, они ингибируют дыхание в грибной клетке и прорастание спор [3].

Применение изучаемых фунгицидов в ст. 51 позволило достичь биологической эффективности на уровне 52,4–67,0 % при развитии болезни в вариантах без обработки 6,0–10,6 % (рис. 1). Существенных различий по этому показателю в зависимости от использованных фунгицидов не выявлено.

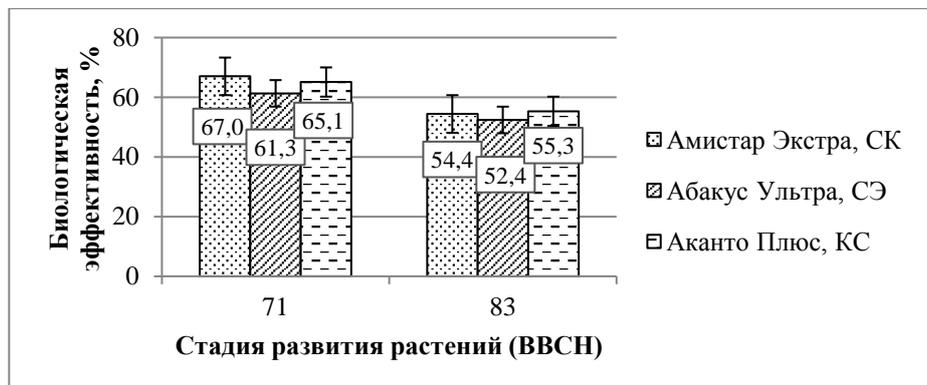


Рис. 1. Биологическая эффективность фунгицидов (\pm ошибка средней) в ограничении развития пузырчатой головни

Анализ полученных данных показал, что фунгициды также оказывали ингибирующее влияние на развитие фузариоза початков в условиях искусственного инфицирования растений. Степень поражения болезнью в конце вегетации в среднем варьировала от 25,7 до 40,9 % при инфицировании початков грибом *F. verticillioides*, и от 25,1 до 41,2 % – при инфицировании початков грибом *F. graminearum*. При заражении початков смесью этих грибов развитие болезни в ст. 83 и 85 составило 32,0 и 45,0 % соответственно.

Достигнутая биологическая эффективность препаратов свидетельствует о том, что фунгициды Амистар Экстра, СК и Абакус Ультра, СЭ активно снижали развитие болезни. Эффективность их в подавлении гриба *F. verticillioides* в среднем варьировала от 51,7 до 64,9 % в зависимости от года исследований (рис. 2). Фунгициды одинаково снижали развитие болезни до 9,4–20,3 %. Применение препарата Аканто Плюс, КС позволило получить эффективность на уровне 51,4–61,3 % при развитии болезни в контроле 6,2 и 14,0 % (ст. 83 и 85).

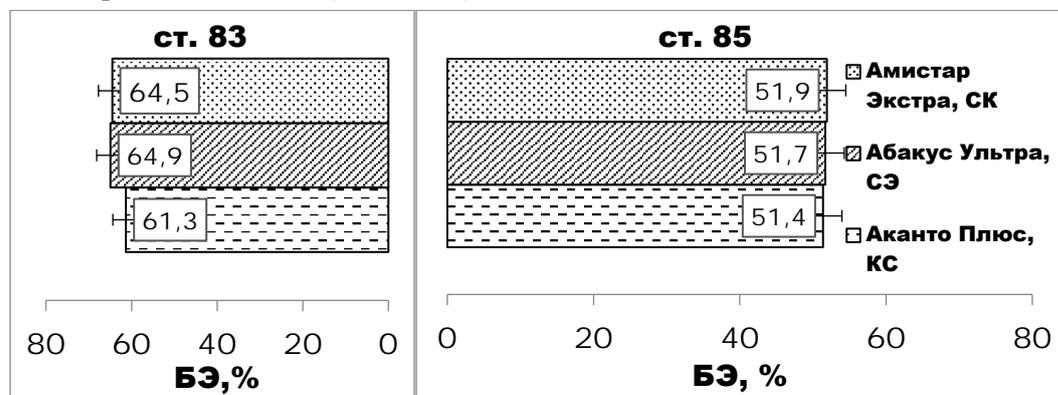


Рис. 2. Биологическая эффективность фунгицидов (\pm ошибка средней) в ограничении развития фузариоза початков, зараженных грибом *F. verticillioides*

Полученные результаты по эффективности фунгицидов Амистар Экстра, СК и Абакус Ультра, СЭ в отношении гриба *F. graminearum* свидетельствуют о достаточно высоком ее уровне – 50,4–63,0 % (рис. 3). Фунгицидное действие препаратов в отношении грибов *Fusarium spp.* составило 52,0–56,9 %. Обработка кукурузы Аканто Плюс, КС также оказалась эффективной (48,3–59,3 %) при среднем развитии болезни в контрольных вариантах 26,6 и 38,6 % (ст. 83 и 85).

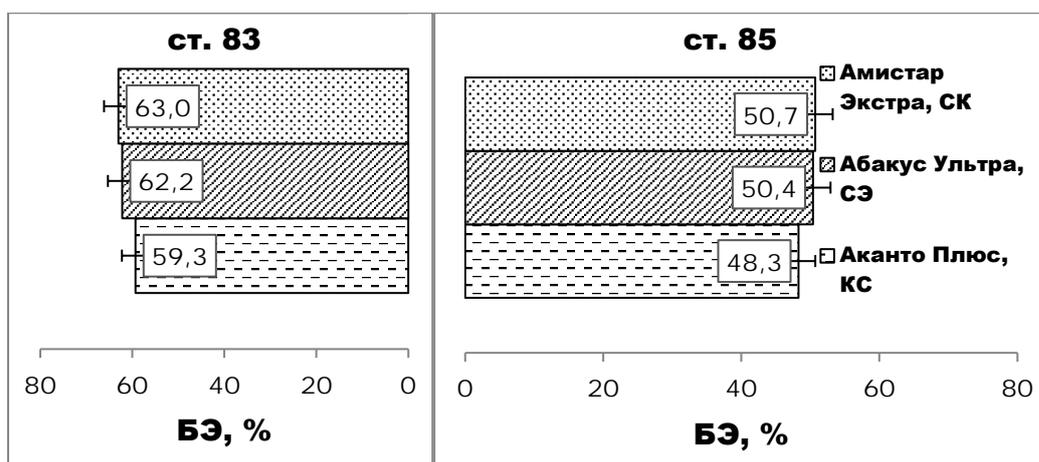


Рис. 3. Биологическая эффективность фунгицидов (\pm ошибка средней) в ограничении развития фузариоза початков, зараженных грибом *F. graminearum*

В целом, полученные результаты в условиях инфицирования растений наиболее вредоносными и распространенными видами – *F. verticillioides* и *F. graminearum*, свидетельствуют об отсутствии различий в эффективности фунгицидов в зависимости от вида возбудителя. В условиях 2013 г. при использовании для инфицирования растений смеси выше указанных возбудителей фузариоза эффективность исследуемых фунгицидов была практически на одном уровне.

В опытах с исследованием эффективности фунгицидов в отношении ингибирования развития пузырчатой головни отмечен рост показателей хозяйственной эффективности приема, а именно увеличилась масса 1000 зерен в среднем до 252,5–269,6 г. Величина сохраненного урожая в среднем составила 6,1–6,6 ц/га (табл. 1).

Таблица 1. Хозяйственная эффективность фунгицидов в защите кукурузы от пузырчатой головни

Вариант	Масса 1000 зерен, г		Сохраненный урожай, ц/га	
	диапазон	ср.*	диапазон	ср.*
Без обработки	208,0-267,7	237,1±24,4	–	–
Амистар Экстра, СК	220,9-281,0	254,0±24,8	4,3-8,2	6,3±1,8
Абакус Ультра, СЭ	231,0-279,0	252,5±21,2	4,6-8,2	6,1±1,6
Без обработки	236,0-267,7	251,9±25,4	–	–
Аканто Плюс, КС	250,2-289,0	269,6±27,4	6,4-6,8	6,6±0,3

* – В таблице даны средние значения \pm стандартное отклонение.

Применение анализируемых препаратов в защите посевов кукурузы от фузариоза початков также способствовало увеличению массы 1000 зерен до 263,0–274,7 г (табл. 2) и позволило сохранить урожай зерна до 5,7–7,7 ц/га в зависимости от года исследований и гриба-возбудителя болезней (табл. 3).

Таблица 2. Хозяйственная эффективность фунгицидов в защите кукурузы от фузариоза початков

Вариант	Масса 1000 зерен, г				
	<i>F. verticillioides</i>	ср.*	<i>F. graminearum</i>	ср.*	<i>Fusarium spp.</i>
Без обработки	235,2-266,5	250,9±15,7	235,0-265,2	246,7±16,2	233,0
Амистар Экстра, СК	252,2-299,0	271,1±24,7	255,8-295,2	274,7±19,8	263,0
Абакус Ультра, СЭ	248,6-302,6	270,4±28,5	250,0-299,6	273,2±25,0	264,3
Без обработки	235,2	–	235,0-240,0	237,5±3,5	–
Аканто Плюс, КС	244,0	–	246,9-281,1	264,0±24,2	–

* – В таблице даны средние значения \pm стандартное отклонение.

Таблица 3. Величина сохраненного урожая

Вариант	Урожайность, ц/га				
	\pm к варианту без обработки, ц/га				
	<i>F. verticillioides</i>	ср.*	<i>F. graminearum</i>	ср.*	<i>Fusarium spp.</i>
Без обработки	–	–	–	–	–
Амистар Экстра, СК	5,2-6,3	5,7±0,6	5,6-7,5	6,4±1,0	7,7
Абакус Ультра, СЭ	5,0-6,6	5,7±0,8	5,2-7,2	6,2±1,0	6,9
Аканто Плюс, КС	5,0	–	5,1-7,0	6,1±1,3	–

* – В таблице даны средние значения \pm стандартное отклонение.

Заключение

Таким образом, основными болезнями кукурузы в период вегетации являются пузырчатая головня и фузариоз початков, поэтому защитные мероприятия в отношении данных болезней необходимо осуществлять в период массового инфицирования ими растений. Исследуемые фунгициды показали относительно высокую биологическую эффективность в подавлении развития пузырчатой головни

(52,4–67,0 %) и фузариоза початков (48,3–64,9 %) и позволили в среднем сохранить статистически достоверный урожай зерна кукурузы, величина которого, в зависимости от года исследований и используемых препаратов, составила от 5,7 до 7,7 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов, В. Н. Методы инокуляции кукурузы при создании инфекционного фона фузариоза початков / В. Н. Борисов // Материалы четвертой Всесоюз. науч.-техн. конф. молодых ученых по проблемам кукурузы / Всесоюз. НИИ кукурузы; редкол.: В. С. Циков (отв. ред.) [и др.]. – Днепропетровск, 1985. – Ч. II. – С. 98–104.
2. 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.
3. Буга, С. Ф. Биологические основы эффективного применения фунгицидов в защите листового аппарата и колоса зерновых культур от болезней: рекомендации / С. Ф. Буга [и др.]. – РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2013. – 60 с.
4. Буга, С. Ф. Болезни кукурузы / С. Ф. Буга, Т. Н. Жердецкая // Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2008 году и прогноз их появления в 2009 году в Республике Беларусь / РУП «Институт защиты растений»; под ред. А. В. Маисеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2009. С. 40–41.
5. Пузырчатая головня кукурузы и условия, способствующие ее распространению / С. Ф. Буга [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 4. – С. 20–25.
6. Грисенко, Г. В. Методика фитопатологических исследований по кукурузе / Г. В. Грисенко, Е. Л. Дудка. – Днепропетровск, 1980. – 57 с.
7. Иващенко, В. Г. Совершенствование системы оценок кукурузы на устойчивость к засухе и фузариозу початков / В. Г. Иващенко, Е. Ф. Сотченко, Ю. В. Сотченко // Вестн. защиты растений. – 2006. – № 1. – С. 16–20.
8. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В. Г. Иващенко. – СПб. – Пушкин: ФГБНУ ВИЗР, 2015. – 286 с.
9. Иващенко, В. Г. Пузырчатая головня кукурузы: этиология, патогенез болезни и проблема устойчивости (уточнение парадигмы) / В. Г. Иващенко // Вестн. защиты растений. – 2011. – № 4. – С. 40–56.
10. Каратыгин, И. В. Головневые грибы. Онтогенез и филогенез / И. В. Каратыгин. – Л.: Наука, 1981. – 216 с.
11. Кириченко, В. В. 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. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В. И. Щербакова. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 200 с.
13. Методические указания по протравливанию семян сельскохозяйственных культур. – ВНПО по агрохим. обслуж. сел. х-ва «Союзсельхозхимия»; подгот. Т. С. Баталова [и др.]. – М: Колос, 1984. – 48 с.
14. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С. Ф. Буги; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
15. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
16. Немлиенко, Ф. Е. Болезни кукурузы / Ф. Е. Немлиенко. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 230 с.
17. Никончик, П. И. Анализ и пути увеличения производства зерна в Беларуси / П. И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 5 (66). – С. 24–27.
18. Патогенный комплекс грибов, паразитирующий на кукурузе (литературный обзор) / Н. Л. Свидуневич // 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 (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2016. – Вып. 40. – С. 202–217.
19. Свидуневич, Н. Л. Влияние сроков заражения початков кукурузы возбудителями фузариоза на снижение урожайности / Н. Л. Свидуневич, А. Г. Жуковский // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2019. – Вып. 43. – С. 195–202.
20. Силаев, А. И. Головневые болезни в Поволжье: распространенность, вредоносность и защита посевов / А. И. Силаев // Докл. РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 16–19.
21. Статистический ежегодник: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2020. – 436 с.
22. Текела, А. Головневые грибы и пятнистость / А. Текела, Ф. Лисович // Агриматко. – 2005. – № 1/10. – С. 45–47.
23. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2011. – № 5. – С. 52.
24. Юрку, А. И. Генетические аспекты устойчивости кукурузы к пузырчатой головне / А. И. Юрку, М. Н. Лазу. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 177 с.
25. Blochowiak, A. Głównia guzowata kukurydzy – problemem hodowców i rolników / A. Blochowiak, M. Skorupska // Ochr. Rosl. – 2007. – R. 52, NR 1. – S. 23–26.
26. Hoenish, R. W. Relationship between kernel pericarp thickness and susceptibility to fusarium ear rot in field corn / R. W. Hoenish, R. M. Daris // Plant Disease. – Vol. 78, № 5. – 1994. – P. 517–519.
27. Logrieco, A. Toxigenic Fusarium Species and Mycotoxins Associated with Maize Ear Rot in Europe / A. Logrieco [et al.] // European Journal of Plant Pathology. – 2002. – № 108. – P. 597–609.
28. Munkvold, G. P. Epidemiology of Fusarium diseases and their mycotoxins in maize ears / G. P. Munkvold // European Journal of Plant Pathology. – 2003. – № 109. – P. 705–713.
29. 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.
30. Povero, S. The effect of different infection pathways on maize kernel infection by *Fusarium* fumonisin contamination / S. Povero [et al.]; 15 National Meeting of the Italian Society for Plant Pathology (SIPaV), Locorondo, Sept. 28–Oct. 1, 2009 // Plant Pathology. – 2009. – Vol. 91, № 4. – P. 81.
31. Szecsi, A. A. Lizeola szekcioba tartozó fuzariumok es 1992 / A. A. Szecsi // Novenyvedelem. – 1994. – Vol. 30, № 70. – S. 313–318.
32. Thompson, Michelle E. H. Fungal pathogens of Maize Gaining Free Passage Along the Silk Road / Michelle E. H. Thompson, M. N. Raizada // Pathogens. – Vol. 7, № 4. – 2018. – P. 81.
33. Venturini, G. First Report of Fusarium andiyazi Causing Ear Rot on Maize in Italy / G. Venturini [et al.] // Plant disease. – 2017. – Vol. 101, № 5. – P. 839.