

ПАТОГЕННЫЙ КОМПЛЕКС ГРИБОВ, ПАЗАСТИРУЮЩИЙ НА КУКУРУЗЕ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Рецензент: канд. с.-х. наук Быковская А.В.

Аннотация. В настоящее время в посевах кукурузы на территории Беларуси распространены и вредоносны следующие болезни: плесневение семян (*Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. и др.), пузырчатая головня (*Ustilago maydis* (DC.) Corda), фузариоз початков (*Fusarium verticillioides* и др.), также встречаются северный гельминтоспориоз (*Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard et Suggs), стеблевая гниль (*Fusarium* spp.), пыльная головня (*Sorosporium reilianum* (Küehn) McAlp), ржавчина (*Puccinia sorghi* Schwein). В статье приведены литературные данные о распространенности, вредоносности и об особенностях биологии возбудителей болезней кукурузы в мире и на территории Республики Беларусь.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, распространенность, пораженность, вредоносность, плесневение семян, пузырчатая головня, фузариоз початков, северный гельминтоспориоз, стеблевая гниль, пыльная головня, ржавчина.

Введение. Кукуруза, как одна из важнейших зернофуражных культур, имеет большое значение в увеличении валовых сборов зерна. В Беларуси в 2014 г. для этих целей было высеяно 117 тыс. га и убрано 599 тыс. тонн зерна с урожайностью 53,6 ц/га. Наряду с внедрением новых гибридов, более совершенной технологии возделывания, применением повышенных доз пестицидов и удобрений, одним из резервов повышения урожая этой культуры является ликвидация недоборов зерна от вредных организмов, которые в отдельные годы составляют 8–12 %, а иногда и более [24, 34, 42].

Выращивание кукурузы позволяет получить стабильную урожайность зерна даже в годы с неблагоприятными погодными условиями для зерновых колосовых (период май-июнь засушливый, или холодный и влажный). Метеорологические данные последних 17 лет показывают, что вероятность достижения восковой и полной спелости зерна скороспелыми гибридами в Гродненской области составляет 35,0–71,0 %, Минской – 59,0–88,0 %, Гомельской – 88,0–94,0 %, Брестской – 71,0–100 %, что в сочетании с

возделыванием высокопродуктивных гибридов обеспечивает повышение урожайности зерна в Беларуси [35].

Наряду с метеорологическими факторами на снижение урожайности культуры негативно влияют и болезни грибного характера. В Беларуси, в основном, вредоносны плесневение семян, пузырчатая головня, фузариоз початков, в меньшей степени – северный гельминтоспориоз, фузариозная стеблевая гниль, пыльная головня, ржавчина. Потери зерна от болезней колеблются от 3,5 до 30,0 %. Размеры потерь урожая зависят от развития болезней, обусловленных гидротермическими условиями вегетационного сезона, восприимчивости гибрида, срока заражения, органа поражения [39].

Распространенность болезней кукурузы в Беларуси и других странах ее возделывания. Возбудителями плесневения семян являются грибы *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. и другие [29]. В цикле своего развития они преимущественно ведут сапротрофный образ жизни, но при благоприятных условиях окружающей среды могут поселяться на живой ткани и вызывать ее поражение.

При инфицировании зерновок грибами *Penicillium* spp. (реже *Aspergillus* spp.) на поверхности образуется плотное конидиальное спороношение серо-зеленого цвета. Интенсивное поражение семян и проростков болезнью может происходить в годы с затяжной прохладной весной, что обуславливает значительное снижение их полевой всхожести.

Очень часто во влажных условиях на пораженных зерновках и проростках обнаруживается также спороношение грибов рода *Fusarium*. Интенсивное инфицирование семян может вызвать снижение их всхожести или полную гибель ослабленных проростков. Визуально признаки поражения всходов фузариозом проявляются в отставании роста и развития, приобретении пурпурно-фиолетовой окраски, увядании. Поверхностное заражение семян фузариозом приводит к длительной задержке роста растений с образованием в нижней части стебля и корешках бело-розового налета гриба. В годы с оптимальными условиями для возделывания культуры (температура и осадки третьей декады апреля – мая в пределах средних многолетних значений) при инфицированности семян отдельных гибридов болезнь может быть не вредоносна, поскольку растения проявляют определенную устойчивость к заболеванию и почти не отличаются от здоровых [5].

Грибы *Fusarium* spp. сохраняются на растительных остатках в почве и на поверхности, в обертках початков, на семенах. Развитию плесневения семян способствуют неблагоприятные погодные условия в период возделывания кукурузы (высокая влажность и резкие колебания температуры), неправильные условия хранения початков, а также повреждения насекомыми и бель початков.

При ранних и обычных сроках посева среди возбудителей плесневения преобладают виды из рода *Penicillium*, которые обычно обнаруживаются на 80,0–90,0 % пораженных зерновок. Причиной данного заболевания являются также грибы pp. *Aspergillus*, *Fusarium*, реже *Trichothecium*, *Alternaria* и другие [29]. Очень часто на плесневелых семенах можно обнаружить несколько грибов, среди которых виды *Penicillium* чаще всего занимают большую часть поверхности семени. Даже в тех случаях, когда поражение семян начинается другими грибами, а *Penicillium* spp. появляются позже, они развиваются гораздо лучше и вскоре сильно угнетают остальные грибы [29].

Плесневение семян встречается во всех районах выращивания кукурузы. В Украине чаще встречается в северных областях [37].

Ежегодно проводимая РУП «Институт защиты растений» фитоэкспертиза семян свидетельствует о значительной их инфицированности комплексом грибов (табл.). Так, семена различных гибридов кукурузы, полученных из Ивацевичского кукурузокалибровочного завода ООО «Брест-травы», были инфицированы в пределах 22,0–100 %; в том числе грибами рода *Fusarium* – 9,0–40,0 %, рода *Penicillium* – до 76,0 %. Наименьшая зараженность зерен патогенами отмечена у гибридов Полтава, Полесский 212 СВ. Также установлено, что нередко встречается совместное заражение семян кукурузы грибами *Fusarium* spp. и *Penicillium* spp. Доля таких семян может колебаться от 7,3 до 71,3 %, среди других – грибы родов *Aspergillus*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Mucor* – до 65,0 %.

Высокая инфицированность семян кукурузы патогенными грибами приводит в дальнейшем к поражению проростков. Так, анализ проб кукурузы в фазе образования 3-го настоящего листа выявил, что общая пораженность проростков грибами находится на уровне 71,0–74,5 %. Полученные результаты подтверждают высокую инфицированность грибами *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., а также влияние на этот процесс погодных условий в период посев – всходы. В условиях дождливой и прохладной погоды семена погибают от пенициллизма, при теплой погоде, с повышенным количеством осадков – преимущественно от фузариоза [4].

Таблица – Инфицированность семян гибридов кукурузы микрофлорой (РУП «Институт защиты растений», лабораторные опыты)

Гибрид	Инфицированность семян грибами, %		
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	общая
2014 г.			
Днепровский 181 СВ	28,0	22,0	60,0
Лювена	24,0	22,0	61,0
Полтава	18,0	8,0	64,0
Полесский 175 СВ	17,0	52,0	83,0
Матеус	21,0	75,0	99,0
Алмаз	26,0	66,0	100
Клифтон	24,0	70,0	100
Мел 272 СВ	22,0	76,0	99,0
Полесский 212 СВ	27,0	66,0	97,0
2015 г.			
Днепровский 181 СВ	31,0	33,0	66,0
Лювена	9,0	12,0	86,0
Полтава	18,0	0,0	22,0
Полесский 195 СВ	40,0	45,0	95,0
Матеус	19,0	58,0	80,0
Алмаз	13,0	29,0	54,0
Клифтон	22,0	32,0	65,0
Мел 272 СВ	11,0	18,0	41,0
Полесский 212 СВ	19,0	4,0	34,0

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

Возбудителями фузариозной стеблевой гнили являются грибы рода *Fusarium* (доминирующие виды – *F. verticillioides*, *F. graminearum*). Фузариозная стеблевая гниль известна во всех районах возделывания кукурузы. Особенно она вредоносна в центральных областях Украины, России, в США, Южной Африке, Центральной и Северной Европе, Израиле, Египте, Индии, Китае, Корее, Японии, Турции, Болгарии, Румынии, Югославии, Германии [15; 18]. Болезнь поражает влагалища листьев, узлы и междоузлия стеблей. Внешние признаки поражения междоузлий – это преждевременное пожелтение и образование на них белых пятен. На продольном разрезе такого междоузлия видно, что сердцевина обесцвеченная или имеет белесовато- или оранжево-розовую окраску. Со временем ткани пораженных узлов и междоузлий загнивают, становятся рыхлыми, высыхают, в них образуются пустоты, сосудистые пучки расщепляются вдоль и легко отстают друг от друга. Внутри стебля часто заметен бе-

ловатый налет гриба. В годы с высокой влажностью во второй половине вегетации мицелий гриба выходит на поверхность пораженных стеблей – листовых влагалищ на междоузлиях в виде пушистого белого или бело-розового налета [18]. Болезнь проявляется в молочной, молочно-восковой спелости и часто приводит к полеганию растений, преждевременному увяданию листьев и отмиранию растений (за 2–3 недели до созревания). Поломка и полегание зачастую достигают 18,0–20,0 %, что затрудняет механизированную уборку и приводит к потере початков, поражаемостью болезнью до 30,0 %, в результате урожай зерна снижается на 10,0–12,0 % [18].

Основными источниками распространения болезни являются пораженные растительные остатки и семена. Усиленному развитию гнили способствует нехватка влаги в период наибольшего водопотребления кукурузы – начиная с фазы 7–8 листьев и до молочной спелости, а также повышенные температуры, оптимум – 20–22 °С [2]. Дефицит влаги приводит к ослаблению растений, отмиранию отдельных клеток и тканей, что снижает сопротивляемость к болезни. Сильное поражение кукурузы стеблевой гнилью приводит к уменьшению длины початков, массы зерна [18].

Обследование кукурузных полей Беларуси в 1955–1956 гг. показало сильное их поражение фузариозом во второй половине вегетации (август – сентябрь). Болезнь носила очаговый характер и поражала влагалища листьев и стебли [7]. В 2014–2015 гг. в нашей республике болезнь встречалась во всех агроклиматических зонах возделывания, в 2015 г. на Кобринской ГСС и Мозырской ГСС была отмечена полная гибель от фузариозной стеблевой гнили не зарегистрированного в РБ гибрида Родраннер.

Фузариоз початков кукурузы распространен практически во всех кукурузосеющих регионах мира [33]. В 60-е годы болезнь в Югославии достигла катастрофических размеров [51]. Значительно возросла распространенность болезни в ряде стран Европы, особенно Франции, Венгрии, США, Канаде, Грузии [13, 23, 44, 46]. В 50-е годы появились сообщения о встречаемости фузариоза початков в Московской, Воронежской областях России и в Беларуси [7, 45]. В нашу страну фузариоз предположительно был завезен в 1929 г. вместе с семенным материалом сорта Айвори-Кинг, после чего болезнь получила распространение [8]. Наличие скрытой зараженности семян инфекцией обусловило сильное развитие болезни всходов в Ленинградской области [7].

Основным возбудителем фузариоза початков кукурузы является гриб *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (ранее – *F. moniliforme*).

Это один из наиболее распространенных возбудителей болезней корней, стеблей и початков кукурузы в большинстве регионов ее возделывания из секции *Liseola*, куда также включены грибы *F. proliferatum*, *F. subglutinans* и менее распространенные виды – *F. fujikuroi*, *F. thapsinum* и другие. Общим для этих видов является наличие половой стадии *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenw., состоящей из нескольких интерстерильных групп (биологических и филогенетических видов), поэтому часто их объединяют под названием «виды комплекса *G. fujikuroi*» [5].

Видовой состав возбудителей фузариоза зерна в условиях Украины представлен следующими видами: *F. verticillioides*, *F. graminearum*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. poae*, *F. acuminatum* [13]. Полученные данные из ВИЗР (Россия) показывают, что в 90-х годах реизоляция из семян *F. moniliforme* составила 26,2–63,6 % от общего числа зерен в пробе [18].

В Словакии основными видами грибов рода *Fusarium* являются *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans*. Как показали результаты изучения видового разнообразия изолятов *Fusarium* spp., в Италии *F. moniliforme* составлял 89,0%, в Германии – только 22,0%; в Австрии, Польше и Германии доминировал *F. subglutinans*, тогда как в Венгрии и Кении – *F. moniliforme* [17; 50]. В Центральном регионе России доминируют грибы *F. poae*, *F. sporotrichioides* и *F. verticillioides* [5, 6].

Таким образом, основным возбудителем фузариоза початков в мире является гриб *F. verticillioides*.

В Беларуси в 60-х годах Гулецкой Е. Г. был определен видовой состав фузариев, выделенных из семян кукурузы: *F. moniliforme* (в наст. время – *verticillioides*), *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. poae* [8]. В настоящее время болезнь в агрофитоценозах кукурузы Беларуси наблюдается повсеместно, что требует дальнейшего изучения видового состава патогенов.

Микологический анализ образцов кукурузы показал, что в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» на початках культуры преобладали грибы рода *Fusarium*, доля которых в ст. 85 ВВСН составила 70,0 % (2013 г.) и 65,0 % (2014 г.). Фузариоз были представлены комплексом грибов *G. fujikuroi* и видами *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *F. equiseti*, *F. poae*.

В настоящее время в условиях Беларуси в посевах кукурузы наблюдается повсеместное поражение початков фузариозом. В 2014 г. распространенность фузариоза початков достигала 93,3 % в условиях Мозырской ГСС, а на Несвижской ГСС – не превышала 44,0 %. В то же время практически в каждой группе спелости

отмечались посевы отдельных гибридов, не пораженные фузариозом початков, что может объясняться их устойчивостью или латентным течением болезни.

Обследование посевов кукурузы в 2015 г. на пораженность фузариозом початков показало, что частота встречаемости болезни в центральной агроклиматической зоне и части южной (Мозырская ГСС) была на одном уровне – 13,3 %. Максимальная пораженность фузариозом початков отмечена в посевах Кобринской ГСС на гибридах всех групп спелости – 16,7–25,0 %. На Мозырской и Несвижской ГСС из 28 учетных гибридов лишь 6 были поражены болезнью.

Фузариоз ухудшает посевные и пищевые качества зерна и продуктов его переработки, и поэтому во всем мире рассматривается как одно из наиболее вредоносных заболеваний сельскохозяйственных культур.

Кукуруза восприимчива к заражению фузариями с периода цветения и до уборки. Чем раньше произошло заражение, чем агрессивнее патоген и восприимчивее растение, тем более разрушительному воздействию подвергается зерновка [6].

Семена кукурузы, сильно пораженные грибами *Fusarium* spp., теряют всхожесть, а пораженные, но со здоровым зародышем, дают ростки, которые, достигнув поверхности почвы, обычно погибают. Все это обуславливает значительное изреживание посевов, особенно при понижении температуры почвы в послепосевной период [18]. Учеными установлено снижение всхожести на 14,2 % при слабой степени поражения и на 40,1 % – при сильной. Зараженные семена имеют полевую всхожесть на 34,0–35,0 % ниже здоровых и пониженную продуктивность [15, 18]. Молодые растения, выросшие из пораженных фузариозом семян, несколько хлоротичны, имеют ослабленный вид и отстают в росте, что хорошо заметно в первой половине вегетации. Початки, образующиеся на таких растениях, обычно не бывают поражены фузариозом, если они не заразились им извне. Однако изредка наблюдаются случаи передачи болезни вновь образовавшимся початкам и через семена [38]. При этом наиболее опасны скрытые формы заражения, когда семена по своим внешним признакам мало отличаются от здоровых, но содержат инфекцию в области зародыша и перикарпия. Даже при слабом развитии болезни (1–2 зерновки, как правило, удаляемые при сортировке) скрытое заражение составляет 5–7 рядов зерен вокруг очага визуального различного поражения, с преимущественной локализацией инфекции в основании зерновки, обнаруживаемое лишь посредством биологического анализа [15]. Негативное влияние

скрытой инфекции на всхожесть проявляется в условиях холодной весны или возврата похолоданий после посева [16]. При высоком развитии болезни поражается более 60,0 % початков [38].

Гриб вначале поселяется на зерновках с поврежденной семенной оболочкой, а потом распространяется на соседние целые зерновки. По мере развития мицелия пораженное пятно разрастается. На початке может быть 15–30 полуразрушенных зерновок. К возбудителю фузариоза присоединяются другие грибы и бактерии, которые усугубляют заболевание. Пораженные зерновки теряют блеск, приобретают красную или темно-коричневую, грязно-бурую окраску и загнивают. Сильно пораженные зерна легко ломаются и крошатся, а нередко и разрушаются, что особенно часто наблюдается при обмолоте больных початков [13].

Установлено, что в пораженном початке часть зерен, расположенных вне фузариозного очага, не имеет видимых признаков поражения, однако является инфицированной. В здоровых зернах кукурузы грибок может сохраняться в течение 15 мес. В это время семена могут быть серьезным источником инокулюма *Fusarium* spp., вызывающим гниль не только проростков, но и стеблей взрослых растений в более поздний вегетационный период [13].

В стержне пораженного фузариозом початка на поперечном и продольном разрезах обнаруживается грязно-розово-бурое окрашивание, часто распространяющееся на ножку початка, обертки и узел стебля, к которому он прикреплен.

Поскольку высокий процент выполненных, но инфицированных зерен остается после сортировки в партиях зерна, то при наличии токсигенных видов грибов в них происходит накопление микотоксинов [6].

Наиболее широко распространенными и наиболее токсичными веществами являются микотоксины дезоксиниваленол (ДОН). Отмечается значительная изменчивость в распространенности возбудителей фузариоза початков и в образовании ими микотоксинов – вторичных метаболитов, а также фумонизины (чаще FB₁, зеараленон) [17, 48, 49].

Опасность фузариотоксинов для здоровья человека и сельскохозяйственных животных признана всем мировым сообществом. Известны произошедшие в разных странах случаи массовой острой интоксикации грибными метаболитами людей и животных, приведшие к смертельному исходу. Отмечено, что микотоксины могут образовываться в любой части растения, если оно поражено определенным видом фузариоза (преимущественно грибом *F. graminearum*) [6].

Оптимальная температура развития фузариоза початков – 19–24°C, по некоторым источникам – 30°C. Болезнь может возникнуть и во время хранения початков. Быстрому развитию болезни способствуют высокая температура в хранилище (около 20°C), недостаточная аэрация и плохо просушенные початки, заложенные на хранение. Являясь источниками инфекции, они очень быстро заражают здоровые початки [12].

Пузырчатую головню вызывает гриб *Ustilago maydis* (DC.) Corda, относящийся к царству *Fungi*, отделу *Basidiomycota*, классу *Ustilaginomycetes*, порядку *Ustilaginales*, семейству *Ustilaginaceae* [20].

Симптомы болезни могут проявляться на листьях, влагалищах, султанах, стеблях, метелках, початках, репродуктивных почках в виде пузыревидных вздутий разной величины – от небольших до 15 см и больше в диаметре. В месте заражения вначале образуется бледное, слегка припухшее пятнышко, которое, разрастаясь, постепенно превращается во вздутие. На початках чаще поражаются отдельные зерновки или группы, расположенные в верхней половине початка. В метелках поражаются отдельные цветки или часть соцветия с формированием мешковидных вздутий небольшой величины, часто свисающих в виде кистей. На листьях обычно образуются небольшие вздутия в виде группы шероховатых морщин, которые часто присыхают и не дают спороношения. Первые головневые вздутия возникают на корневой шейке, потом – на листьях и стеблях, дальше – на метелках и початках, в конце вегетации – на репродуктивных почках. В незрелом состоянии содержимое вздутия представляет собой мягкую, слоистую серовато-белую или розоватую массу. При созревании оно почти целиком превращается в огромное количество телиоспор с остатками тканей растения-хозяина, покрытых мясистой, темно-серой, блестящей оболочкой. Оболочка созревшего вздутия лопается и споры разлетаются по полю [38].

Первичный источник инфекции пузырчатой головни кукурузы на пораженных растительных остатках в виде вздутий с комочками телиоспор гриба *U. maydis* может сохраняться на полях культуры после перезимовки. Биологическое значение формирования соросов и структур (отдельные скопления спор, механическое скопление спор-комочков) гриба состоит в сохранении жизнеспособности и патогенности телиоспор в межвегетационный период [20, 21].

Пузырчатая головня встречается во всех районах возделывания кукурузы. В связи с глобальным потеплением климата болезнь ежегодно широко распространена в посевах кукурузы в мире, особенно в районах с недостаточным увлажнением [10, 21, 27, 28, 37, 39].

В Беларуси, в связи с расширением посевов кукурузы в 50-е годы, пузырчатая головня была одной из наиболее распространенных болезней. Она встречалась во всех районах возделывания культуры, но чаще всего в Гомельской области. Пораженность посевов варьировала в зависимости от предшественника от 4,0 до 12,0%, а при выращивании в течение трех лет в монокультуре составляла 29,0% [3]. Усиливало поражение посевов патогеном также бессменное возделывание культуры. Поражение органов происходило на протяжении периода вегетации кукурузы. Наибольший вред болезнь вызывала при поражении растений на ранних этапах онтогенеза. Вследствие преждевременной гибели проростков и растений от головни вредоносность могла достигать 100%. Размеры потерь урожая зависели от динамики развития болезни, которая в свою очередь зависела от гидротермических условий вегетационного сезона, восприимчивости гибрида, срока заражения, органа поражения [38, 39].

В Беларуси раз в пять лет наблюдается эпифитотийное развитие болезни на культуре с преимущественным поражением початков [1, 36]. Распространенность пузырчатой головни в посевах кукурузы в 2015 г., когда растения находились в стадии молочной спелости (ст. 73–75), на всех сортоиспытательных станциях и участках составила 0,0–8,0%.

Сильное поражение посевов культуры болезнью отмечалось в 1994 и 1999 г. Развитию пузырчатой головни способствовали высокие температуры воздуха (26–34 °C) и пониженное количество (1/2 нормы) осадков в период выметывания – цветения початка – начала формирования зерна. Это главный фактор, который обуславливал поражение початков. Более высокое поражение пузырчатой головней в таких погодных условиях наблюдалось при севе кукурузы на постоянных участках. Возделывание культуры на одном поле в течение нескольких лет способствовало распространению болезни независимо от способа основной обработки почвы [1].

Возбудителем северного гелиминтоспориоза (бурая пятнистость) является гриб *Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard et Suggs (синоним – *Helminthosporium turcicum* Pass.). Относится к порядку *Hyphomycetales*, классу *Hyphomycetes*. Телеоморфа: *Setosphaeria turcica* (Luttr.) K.J. Leonard & Suggs. Царство *Fungi*, отдел *Ascomycota*, подотдел *Pezizomycota*, класс *Dothideomycetes*, подкласс *Pleosporomycetidae*, порядок *Pleosporales*, семейство *Pleosporaceae* [22, 32].

Наиболее часто болезнь встречается в Закарпатской области Украины, Грузии и Приморском крае, где иногда бывает причиной

значительного недобора урожая. В отдельные годы появляется на Северном Кавказе, в Армении и республиках Прибалтики [2]. Заболевание также распространено в Краснодарском крае, на Алтае, в Подмосковье, Сибири, в западных и южных областях Украины, также в Китае, Японии, на Филиппинах, в Южной Европе, Индии, Южной Африке, в Эльзасе, Аквитании, долине Изера, западной части Бретани (Франция) [4, 9, 19, 25, 31, 40].

Наибольший вред заболевание наносит посевам кукурузы на Кавказе и в Западной Грузии, где потери составляют 40,0–70,0 %. Во время эпифитотий болезни в Приморском крае листья поражались на 70,0 %, урожай зерна и зеленой массы снижался на 40,0 % [31]. В США потери урожая от этой болезни иногда составляют 40,0–68,0 %. В наиболее критических ситуациях при раннем и быстром развитии патогена потери урожая зерновой кукурузы могут достигать 20,0–25,0 % [25]. Из-за некрозов уменьшается фотосинтез, при сильном поражении болезнь вызывает преждевременное высыхание листьев [26]. Северный гельминтоспориоз более вредоносен при появлении в начале молочной спелости, чем при молочно-восковой спелости зерна [30].

При слабом поражении кукурузы средний вес початка уменьшается на 3,5 %, при среднем – на 26,6 %, при сильном – на 54,4 % [19]. Установлено, что кремнистые гибриды кукурузы более устойчивы к гельминтоспориозу, чем зубовидные. Особенно страдают раннеспелые гибриды [41].

На пораженных молодых листьях сначала появляются небольшие, беловатые, а потом буреющие, вытянутые вдоль пластинки листа пятна с узкой темно-коричневой или красновато-коричневой каймой. В их центре образуется буровато-оливковый налет. Позднее пятна увеличиваются, часто сливаются и охватывают почти всю пластинку листа, вызывая ее засыхание и отмирание. Часто размер пятен достигает в длину 25 см и более. На подземных и надземных междоузлиях образуются зеленоватые или темные пятна с обрамлением. Они бывают разного размера и формы, иногда концентрические, нередко в виде штриховых полос. На початках болезнь может проявиться у их основания и в углублениях между рядами зерновок в виде густого темно-коричневого войлочного налета [22].

Грибница возбудителя сначала распространяется межклеточно в паренхиме, а затем в сосудистой системе листьев, вследствие чего поражение имеет характер листового трахеомикоза. На поверхности листьев в местах пятен образуется конидиальное спороношение гриба в виде дерновинок. Конидиеносцы оливково-бурые, прямые

или слегка изогнутые, с тремя перегородками, длиной до 150 мкм. Конидии удлинённые, веретеновидные, на концах заостренные, оливковые, с 5–8 перегородками и утолщенной оболочкой. Размер конидий 85–110×20–24 мкм. Заражение растений происходит при помощи ростковой трубки конидий через устьица, изредка непосредственно через эпидермис при температуре от 10 до 38 °C (оптимум 23 °C) [2].

Заболевание, как правило, развивается в условиях достаточного и чрезмерного увлажнения, обильных рос, при наличии на листовой поверхности влаги в течение 6–18 часов, при повышенной температуре (23–30 °C) и оптимальной относительной влажности воздуха (свыше 90,0%). Гриб, вызывающий северный гельминтоспориоз, зимует в кукурузных остатках на поверхности почвы в виде мицелия и конидий. Конидии превращаются в покоящиеся толстостенные споры, называемые хламидоспорами [22].

Фитопатологическое обследование 2015 г., проведенное в Беларуси в период молочной и восковой спелости зерна в посевах гибридов четырех сроков созревания на ГСС и ГСУ, показало невысокую степень пораженности северным гельминтоспориозом. Гибриды кукурузы максимально были поражены пятнистостью на Мозырской ГСС – до 86,7%, минимально – на Лепельской, Несвижской, Горецкой ГСС (поражен лишь один гибрид Эдуардо) и Щучинском ГСУ – до 16,7%.

К концу вегетации частота встречаемости болезни в посевах кукурузы на Несвижской ГСС выросла до 15,0%, на Щучинском ГСУ осталась без изменений. На Кобринской и Мозырской ГСС учет не был проведен ввиду того, что растения сильно пострадали из-за засухи и не имели листьев.

Возбудителем пыльной головни кукурузы является гриб *Sorosporium reilianum* (Kühn) McAlp, относящийся к царству *Fungi*, отделу *Basidiomycota*, классу *Ustilaginomycetes*, семейству *Ustilaginaceae* [11].

Болезнь распространена на Северном Кавказе, в Закавказье, Молдавии, на Украине и в Средней Азии, на Кубани и в Северной Осетии (Бзиков, Жариков, 1971), незначительно – в Ставропольском крае [34; 46].

Пыльная головня кукурузы проявляется на генеративных органах растений – початках и метелках кукурузы. На метелках болезнь кукурузы заметна в фазе их выбрасывания. Они полностью или частично превращаются в черную массу, которая пылит. Вместо кочана образуется овально-конусообразный желвак, снаружи покрытый укороченными обертками, а внутри

он состоит из остатков проводящих пучков початка и большого количества темных спор. Сначала обертки-желваки плотные, зеленые, а позже желтеют, высыхают и раскрываются. Распыляются споры медленно, поскольку они содержат остатки волокон початка. Пораженные пыльной головней растения отстают в росте, наблюдаются разрастания, фасциация и прочее.

Гриб сохраняется в виде телиоспор в почве и на поверхности зерновок. Они имеют светло-коричневый цвет, неправильную шарообразную или эллиптическую форму, мелкие шипики. Споридии, сформировавшиеся на протомицелии телиоспор, находящихся в почве, прорастают и внедряются во всходы семян кукурузы и продолжают свое развитие с ростком растения-хозяина.

Споры гриба созревают примерно к периоду выбрасывания нитей кукурузы. Распыляясь, они в значительном количестве оседают на почву, во время уборки попадают на здоровые початки и зерновки, а также остаются в головневых наростах, где и зимуют.

Наиболее интенсивно прорастают телиоспоры при температуре 28–30 °С и умеренной влажности. Заражение пыльной головней кукурузы растений в почве происходит в период от начала прорастания семян до появления всходов, а иногда – до образования двух-трех листьев. Мицелий гриба распространяется в растении диффузно [39].

Сильное поражение кукурузы пыльной головней происходит в районах с теплой весной и жарким летом. Кукуруза поздних сроков сева обычно поражается в большей степени.

Вредоносность пыльной головки кукурузы проявляется не только в прямом недоборе урожая зерна от поражения кочанов, но и потерями, обусловленными выпадением отдельных проростков, низкорослостью растений и недоразвитостью початков [20].

В Беларуси в условиях вегетационного сезона 2014 г. было обнаружено единичное поражение кукурузы пыльной головней на Горецкой ГСС в посевах гибридов среднеранней и средней групп спелости.

Возбудитель ржавчины кукурузы – двудомный базидиальный гриб *Puccinia sorghi* Schwein. (син *P. maudis* Ber.), образующий на кукурузе урединии с урединоспорами и телии с телиоспорами.

Завезена болезнь в Европу из Америки в начале прошлого столетия и с тех пор встречается повсюду, где возделывают кукурузу. Встречается в Закавказье, на Черноморском побережье Кавказа, в Закарпатской и реже в других областях Украины [47].

Болезнь проявляется во второй половине вегетации на листьях (иногда и на стеблях) кукурузы в виде светло-желтых пятен, на которых затем формируются коричневатые продолговатые беспорядочно

разбросанные пустулы размером до 1 мм, прикрытые эпидермисом. После разрыва эпидермиса из пустул разлетаются урединиоспоры. К концу вегетации пустулы становятся почти черными и располагаются на листьях в виде удлиненных пятен.

В период уборки урожая урединиоспоры попадают на початки и вместе с семенами на новые посевы кукурузы.

Спермогонияльная и эцидияльная стадия гриба изредка формируются на кисличках (видах *Oxalis* L.) – распространенных сорняках кукурузы в южных районах. Первичное заражение кукурузы чаще всего происходит от урединиоспор, которые на юге хорошо перезимовывают на остатках пораженных растений. Оптимальная температура для прорастания урединиоспор 17,0–18,0 °С при абсолютной влажности воздуха. Инкубационный период 5–8 дней. За лето формируется 2–3 генерации урединиоспор. Роль телиоспор в сохранении инфекции невелика. Они прорастают весной, образуя базидии с базидиоспорами. Развитию болезни также способствует высокая влажность воздуха и избыточное азотное питание.

Таким образом, основным источником инфекции являются пораженные остатки и семена кукурузы, на которых хранятся урединиоспоры гриба. Дополнительным источником инфекции являются телиоспоры.

Вредоносность ржавчины проявляется в преждевременном усыхании листьев, вследствие чего початки недоразвиваются и в них образуется щуплое зерно [47].

В Беларуси в ходе маршрутных обследований в южной части центральной агроклиматической зоны республики обнаружено поражение кукурузы ржавчиной (2014 г.). Максимальная пораженность гибридов в период молочной спелости не превышала 10,0%, к периоду восковой спелости – 26,0%. В 2015 г. болезнь встречалась на всех ГСС и ГСУ, но в незначительных количествах.

Кроме перечисленных болезней, в других странах широко распространены и вредоносны южная гельминтоспориозная пятнистость, южный гельминтоспориоз, глазковая пятнистость (*Kabatiella zeae*), антракноз, аскохитоз, филлостиктоз и другие болезни [11, 14].

Заключение. Таким образом, анализ литературных данных показывает, что наиболее распространенными и вредоносными болезнями в мире являются пузырчатая головня, фузариозная стеблевая гниль, фузариоз початков, северный гельминтоспориоз, пыльная головня и ржавчина. В Беларуси в 2014–2015 гг. поражаемость кукурузы пузырчатой головней не превышала 24,0%, фузариоза початков – 93,3%.

Список литературы

1. Агроэкологические аспекты возделывания кукурузы на зерно и силос в Беларуси / Н.Ф. Надточаев [и др.]. – Минск: РНУП «Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси», 2004. – 92 с. – (Аналитический обзор / Белорус. науч. ин-т внедр. новых форм хозяйств. АПК).
2. Атлас болезней полевых культур. – 2-е изд., испр. и доп. – Киев: Урожай, 1987. – 144 с.
3. Буга, С.Ф. Пузырчатая головня кукурузы и условия, способствующие ее распространению / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Едчик // Земляробства и ахова раслін. – 2007. – №4. – С. 20–25.
4. Вредоносность гелиминтоспориозных пятнистостей кукурузы, их эпифитотология и защита посевов / Н.М. Гопало [и др.] // Агрохимия. – 1995. – №3 – С. 101–119.
5. Гагкаева, Т.Ю. Современное состояние таксономии грибов комплекса *Gibberella fujikuroi* / Т.Ю. Гагкаева, М.М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2005. – Т. 39, вып. 6. – С. 1–16.
6. Гагкаева, Т.Ю. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова // Защита растений и карантин. – 2009. – №12. – С. 13–15.
7. Горленко, М.В. Болезни кукурузы в Московской области / М.В. Горленко // Селекция и семеноводство. – 1952. – №5. – С. 79–80.
8. Гулецкая, Е.Г. Главнейшие болезни кукурузы в условиях Белоруссии и разработка мер борьбы с ними: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Е.Г. Гулецкая; Белорус. с.-х. акад. – Минск, 1958. – 23 с.
9. Ерохина, С.А. Южный гелиминтоспориоз / С.А. Ерохина // Кукуруза и сорго. – 1999. – №3. – С. 45–48.
10. Жарикова, А.М. К вопросу о возделывании кукурузы в мире: (обзорная информация) / А. М. Жарикова // Междунар. аграр. журн. – 2001. – №2. – С. 28–30.
11. Ідентифікація ознак кукурудзи: навчальний посібник / В.В. Кириченко [и др.] – Харків, 2007. – 137 с.
12. Ивахненко, А.Н. Изучение устойчивости новых инбредных линий кукурузы к фузариозу початков / А.Н. Ивахненко, Н.А. Орлянский, В.Н. Борисов // Бюл. ВВФКЗ НИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1983. – №63. – С. 9–13.
13. Ивахненко, А.Н. Фузариоз и плесневение зерна кукурузы / А.Н. Ивахненко, В.Н. Борисов, Е.Л. Дудка // Сел. хоз-во за рубежом. – 1983. – №3. – С. 24–28.
14. Иващенко, В.Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В.Г. Иващенко. – СПб. – Пушкин: ФГБНУ ВИЗР, 2015. – 286 с.
15. Иващенко, В.Г. Распространенность основных болезней кукурузы в СССР, современной России и СНГ / В.Г. Иващенко. – СПб, 2007. – С. 68–81. – (Прилож. к журн. «Вестн. защиты растений»).
16. 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.
17. Иващенко, В.Г. Фузариоз початков кукурузы / В.Г. Иващенко, Е.Ф. Сотченко, Н.П. Шпилова // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34, вып. 6. – С. 63–70.
18. 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.
19. Калашников, К.Я. Вредители и болезни кукурузы / К.Я. Калашников, И.Д. Шапиро. – Л.: Сельхозиздат, 1962. – 189 с.
20. Каратыгин, И.В. Генетическая характеристика цикла развития *Ustilago maydis* (DC) CDA / И.В. Каратыгин // Микология и фитопатология. – 1969. – Т.3, вып.4. – С.368–376.

21. Каратыгин, И.В. Головные грибы. Онтогенез и филогенез / И.В. Каратыгин. – Л.: Наука, 1981. – 216с.
22. Кирик, Н. Бурая пятнистость, или гельминтоспориоз кукурузы / Н. Кирик, М. Пиковский // Овощеводство. – 2011. – №5. – С. 54–56.
23. Киримелашвили, Н.С. Фузариоз кукурузы в Грузии / Н.С. Киримелашвили // Вестн. Груз. бот. о-ва. – 1978. – С. 80–83.
24. Киселева, А. «Царица полей» не терпит конкуренции / А. Киселева // Наше сел. хоз-во. – 2011. – №10. – С. 19–22.
25. Кроссон, Ф. Болезни кукурузы / Ф. Кроссон, Ж. Туссен-Феррейроль // Зерно. – 2012. – №4. – С. 46–47.
26. Кроссон, Ф. Редкие болезни кукурузы / Ф. Кроссон, Ж. Туссен-Феррейроль // Белорус. сел. хоз-во. – 2012. – №4. – С. 42–43.
27. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В.И. Щербакова. – Минск: ФУ Аинформ, 1999. – 198 с.
28. Кукуруза. (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.:ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2009. – 390 с.
29. Кукуруза. Современная технология возделывания / А.П. Шиндин [и др.] – М.: РосАгроХим, 2009. – 118 с.
30. Макарова, М.А. Исходный материал для селекции кукурузы на устойчивость к северному гельминтоспориозу в Приамурье / М.А. Макарова, А.И. Зубрев // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 1998. – №6. – С. 25–26.
31. Макарова, М.А. Проблема северного гельминтоспориоза кукурузы в Российском Приамурье/ М.А. Макарова, Б.Г. Анненков // Тр. ДВНИИСХ. – Хабаровск, 2001. – Т.2. – С. 38–45.
32. Мартынюк, Т.Д. Возбудители грибных болезней листьев кукурузы (ZEA MAYS) в Приморском крае / Т.Д. Мартынюк // Микология и фитопатология. – 2003. – Т.37, вып.3. – С. 80–85.
33. Мартынюк, Т.Д. Фузариоз початков кукурузы в Приморском крае: этиология, вредоносность, сортоустойчивость / Т.Д. Мартынюк, Е.Н. Ластушкина // Кукуруза и сорго. – 2008. – №6. – С. 5–8.
34. Методика фитопатологических исследований по кукурузе / Г.В. Грисенко, Е.Л. Дудка. – Днепрпетровск, 1980. – 57 с.
35. Надточаев, Н.Ф. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н.Ф. Надточаев, М.А. Мелешкевич // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / НАН Беларуси. РУП «Науч.- практ. центр». – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск, 2007. – С. 339–363.
36. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н.Ф. Надточаев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
37. Насіннева інфекція зернових колосових / М.І. Черняева [и др.] – Ін-т росл-ва ім. В.Я. Юр'єва. – Підгот. у відділі ім-ту рослин до хвороб та шкідників. – Харків. – 2007. – 14 с.
38. Немлиенко, Ф.Е. Болезни кукурузы / Ф.Е. Немлиенко. – М., 1957. – 228 с.
39. Никончик, П.И. Анализ и пути увеличения производства зерна в Беларуси / П.И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – №5 (66). – С. 24–27.
40. Пораженность болезнями / Н.В. Ковтун [и др.] // Кукуруза и сорго. – 1989. – №5. – С. 24.
41. Сидоров, А.А. Северный гельминтоспориоз кукурузы в Подмоскowie. / А.А. Сидоров // Защита растений. – 1990. – №3. – С. 29.
42. Статистический ежегодник Республики Беларусь / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2014. – 540 с.

43. Текела, А. Головневые грибы и пятнистость / А. Текела, Ф. Лисович // Агриматко. – 2005. – №1/10. – С. 45–47.
44. Хаджинов, М.И. Проблемы селекции кукурузы на улучшение качества зерна / М.И. Хаджинов, К.И. Зима // Материалы IX заседания ЕУКАРПИИ. – Краснодар, 1970. – С. 365–386.
45. Черемисинов, Н.А. Состав возбудителей болезней и пути грибной инфекции семян кукурузы / Н.А. Черемисинов // Бот. журн. – 1959. – Т.44, №7. – С. 916–928.
46. Чернецкая, З.С. Ближайшие задачи по борьбе с болезнями кукурузы в национальных областях / З.С. Чернецкая // Доклад, зачитанный на заседании научного совета станции 13 нояб. 1931 г. / Горская зональная кукурузно-соево-картофельная опытная станция. – Орджоникидзе: Сердало, 1931. — Вып.2. – 22 с.
47. Чернецкая, З.С. Опыт установления показателей снижения урожая кукурузы при поражении ее фузариозом / З.С. Чернецкая // Науч. тр. / НИИ крахмало-паточной пром-ти, Горская с.-х. опытная станция. – Орджоникидзе, 1935. – Вып. 10. – 68 с.
48. Шаре, Б. Микотоксины в зерне кукурузы и способ их контроля / Б. Шаре, Ф. Хорстман // Новое сельское хоз-во. – 2009. №2. –С. 54–56.
49. Chelkowski, J. The ability of *Fusaria* pathogenic to wheat, barley and corn to produce zearalenone / J. Chelkowski, M. Manka // Phytopathol. Z. – 1983. – Vol. 106. – P. 354–359.
50. Kontrola i ograniczanie ryzyka następstw stosowania środków ochrony roślin / Inst. Ochr. Roslin. – Poznań, 2010. – 101 s.
51. Maric, A. Symposium on breeding and agrotechnics of maize / A. Maric, R. Savic. – Rousse, 1965. – P. 439–442.

N.L. Svidunovich

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

THE PATHOGENIC COMPLEX OF FUNGI PARASITIZING ON CORN

Annotation. At present in corn crops on the territory of the Republic of Belarus the causative agents of the following diseases are widespread and harmful: musty seeds (*Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp.), blister corn smut (*Ustilago maydis* (DC.) Corda), fusarium blight (*Fusarium* spp.), also northern blight (*Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard et Suggs), stem rot (*Fusarium* spp.), head corn smut (*Sporisorium reilianum* (Kühn) McAlp), corn rust (*Puccinia sorghi* Schwein). The paper presents some literature data on features of agents biology, their incidence and harmfulness in the world and on the territory of Belarus.

Key words: corn, hybrid, spread, severity, incidence, harmfulness, musty seeds, blister corn smut, fusarium blight, northern blight, stem rot, head corn smut, corn rust.