УДК 632.4:633.15(470)
EDN BEVHNC
DOI 10.71453/3034-4174-2026-1-4

ПАТОГЕННАЯ МИКОБИОТА СЕМЯН КУКУРУЗЫ НА ЮГЕ РОССИИ

Даниленко Елена Анатольевна, старший научный сотрудник[1]
Крюков Лавр Андреевич, директор[1]
Водолажский Дмитрий Игоревич, кандидат биологических наук, заместитель директора по науке[1]
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, г. Пятигорск, Россия

Аннотация. Кукуруза (*Zea mays L.*) – одна из ключевых культур РФ, при этом на юг России приходится до 40% валового сбора ее зерна. Однако реализация её генетического потенциала ограничивается неблагоприятным фитосанитарным фоном, что ведёт к потере до 25–100% урожая. В обзоре рассмотрены наиболее опасные возбудители болезней кукурузы, передающиеся через семенной материал. Основной ущерб наносят грибные патогены, вызывающие пузырчатую головню, северный гельминтоспориоз, угольную гниль и гнили початков. Данные заболевания не только снижают урожайность, но и ведут к контаминации зерна опасными микотоксинами (фумонизины, зеараленон, дезоксиниваленол, диплодиатоксины и хетоглобозины), ограничивая его использование в пищевых и кормовых целях. *Цель обзора* – систематизировать современные данные о родовом составе грибных патогенов кукурузы на юге России, их биологии, распространённости и влиянии на фитосанитарную ситуацию. *Объект анализа* – публикации (2011–2025 гг.) о грибных патогенах кукурузы в южных регионах РФ (Краснодарский край, Ставропольский край, республик Северного Кавказа). *Научная новизна*: впервые для юга России проведен комплексный анализ патогенной микобиоты семян кукурузы, включающий систематизацию данных о восьми родах патогенов (в том числе малоизученных *Sarocladium*), оценку их роли в накоплении микотоксинов и влияния абиотических стрессов на развитие заболеваний. Установлено, что

семена служат основным резервуаром инфекции. *Методы исследования* включали анализ профильных литературных источников, таксономическую систематизацию возбудителей и оценку их распространенности в агроценозах и вирулентности. *Результаты*: систематизированы сведения о восьми родах патогенов (*Ustilago*, *Exserohilum*, *Macrophomina*, *Fusarium*, *Stenocarpella*, *Nigrospora*, *Sarocladium*, *Cochliobolus*); выявлены зоны повышенного риска заражения: *Macrophomina* и *Sarocladium* – степные районы; *Ustilago* и *Fusarium* – повсеместно. *Прикладная значимость*: результаты служат основой для планирования фитосанитарного мониторинга; разработки региональных программ защиты растений; определения приоритетов в селекции на устойчивость к ключевым патогенам. Материалы применимы в образовательных курсах по фитопатологии и защите растений.

Ключевые слова: кукуруза, *Zea mays* L., грибные патогены, семенной материал, родовой состав, юг России, фитопатология, вредоносность, микотоксины.

PATHOGENIC MYCOBIOTA OF MAIZE SEEDS IN SOUTHERN RUSSIA

Danilenko Elena A., Senior Researcher[1]
Kryukov Lavr A., Head of the Institute[1]
Vodolazhskiy Dmitry I., Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Science[1]
[1]All-Russian Research Institute of Maize (FSBSI VNII Maize), Pyatigorsk, Russia

Abstract. Maize (*Zeamays* L.) is one of the key crops in the Russian Federation, with the southern regions of Russia accounting for up to 40% of the gross grain harvest. However, the realization of its genetic potential is limited by an unfavourable phytosanitary background, leading to yield losses ranging from 25 % to 100 %. This review examines the most dangerous pathogens of maize diseases transmitted through seed material. The main damage is caused by fungal pathogens inducing common smut, northern leaf spot (northern helminthosporiosis), charcoal rot, and ear rots. These diseases not only reduce crop yields but also lead to grain contamination with hazardous mycotoxins (fumonisins, zearalenone, deoxynivalenol, diplodiatoxins, and hetoglobosins), thereby limiting its use for food and feed purposes. The aim of the review is to systematize current data on the generic composition of fungal pathogens affecting maize in southern

Russia, their biology, prevalence, and impact on the phytosanitary situation. The object of analysis comprises publications from 2011 to 2025 on fungal pathogens of maize in the southern regions of the Russian Federation, including Krasnodar Krai, Stavropol Krai, and the republics of the North Caucasus. For the first time in southern Russia, a comprehensive analysis of the pathogenic mycobiota of maize seeds has been conducted, which includes the systematization of data on eight genera of pathogens (including the poorly studied *Sarocladium*), an assessment of their role in mycotoxin accumulation, and an evaluation of the influence of abiotic stresses on disease development. It has been established that seeds serve as the main reservoir of infection. The research methods involved the analysis of relevant literature sources, taxonomic systematization of pathogens, and assessment of their prevalence in agrocenoses and virulence. The results systematize information on eight genera of pathogens: *Ustilago*, *Exserohilum*, *Macrophomina*, *Fusarium*, *Stenocarpella*, *Nigrospora*, *Sarocladium*, and *Cochliobolus*. Zones of increased infection risk have been identified: *Macrophomina* and *Sarocladium* are prevalent in steppe regions, while *Ustilago* and *Fusarium* are widespread across all areas. The practical significance of the findings lies in their potential to serve as a foundation for planning phytosanitary monitoring, developing regional plant protection programmes, and setting priorities in breeding for resistance to key pathogens. The materials are also applicable in educational courses on phytopathology and plant protection.

Keywords: maize (*Zea mays* L.), fungal pathogens, seed material, generic composition, southern Russia, phytopathology, pathogenicity, mycotoxins.

Введение

Кукуруза обеспечивает до 40 % валового сбора зерна на юге России [1]. Фитосанитарный мониторинг показывает, что грибные заболевания кукурузы (пузырчатая головня, северный гельминтоспориоз, угольная гниль) вызывают потери 25–100 % урожая, тогда как бактериозы и вирусные болезни – 5–20 % [13; 15].

Семенной материал является основным резервуаром инфекции. Споры патогенов, сохраняя жизнеспособность до 5 лет, снижают всхожесть (вплоть до 80%) и продуктивность агроценозов [2; 8; 15].

Особую опасность представляет контаминация зерна микотоксинами, продуцируемыми грибами (фумонизины, зеараленон, дезоксиниваленол – род *Fusarium* [6]; диплодиатоксины, хетоглобозины – род *Stenocarpella* [31]).

Аналогичную угрозу представляют бактериальные токсины (энтеротоксины, гемолизины, фосфолипазы – *Bacillus cereus* [21, 23]; стевартан и RTX-подобный токсин (Rtx2) – *Pantoea stewartii subsp. stewartii* [32]). Накопление этих метаболитов в зерновой продукции снижает её товарную ценность и представляет угрозу продовольственной безопасности. Данная проблема отсутствует при вирусных инфекциях кукурузы (в частности, *Maize dwarf mosaic virus*) [26].

К наиболее опасным патогенам кукурузы на юге России, передающимся с семенами, относятся представители родов *Ustilago*, *Fusarium*, *Cochliobolus*, *Exserohilum*, *Macrophomina*, *Nigrospor*а, *Sarocladium* и *Stenocarpella* [4; 7; 13]. Их вредоносность обусловлена высокой вирулентностью, резистентностью к фунгицидам (в частности, *Fusarium* к триазолам [25]), а также адаптивностью к абиотическим стрессам. Примером последней служит высокая термотолерантность грибов родов *Macrophomina* [27] и *Cochliobolus* [20]. При этом недостаток системных данных о распространенности вида *Sarocladium zeae* (W. Gams) Summerb и отсутствие комплексного мониторинга микобиоты региона затрудняют прогнозирование эпифитотий.

Важным аспектом изучения патогенной микобиоты является взаимосвязь между фитопатогенными инфекциями и повышенной чувствительностью растений к абиотическим стрессам (засуха, экстремальные температуры, дефицит элементов питания). В современной фитопатологии данная синергия рассматривается как критический фактор, так как одновременное воздействие факторов запускает в растении специфические реакции, которые невозможно предсказать при их раздельном изучении [30]. Это обуславливает значительные потери урожая (в частности, кукурузы), связанные с резким снижением адаптивного потенциала культуры. В связи с этим возрастает роль предиктивной диагностики на ранних стадиях, позволяющей своевременно подавлять патогенез и минимизировать совокупные потери урожая.

Целью данного обзора является систематизация литературных и экспериментальных данных о родовом составе, биологии и распространенности значимых патогенных микромицетов кукурузы на юге России для оптимизации региональных систем защиты растений.

В рамках достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: систематизировать литературные и экспериментальные данные о родовом и видовом составе патогенной микобиоты семян кукурузы

на юге России, проанализировать биологические особенности распространенности особо опасных патогенов, включая малоизученный вид *Sarocladium zeae* (W.Gams & D.R.Sumner) Summerb., с учетом их вирулентности и резистентности к фунгицидам; оценить влияние абиотических стрессов (засуха, экстремальные температуры) и их синергии с патогенами на адаптивный потенциал кукурузы; проанализировать риски контаминации зерна микотоксинами и их последствия для продовольственной безопасности. *Научная новизна* исследования заключается в комплексном анализе патогенной микобиоты семян кукурузы на юге России. Впервые для региона систематизированы данные о восьми родах патогенных грибов (*Ustilago, Exserohilum, Cochiobolus, Macrophomina, Stenocarpella, Fusarium, Nigrospora, Sarocladium*). В ходе работы выявлены и охарактеризованы ключевые факторы риска: синтез опасных микотоксинов (*Fusarium* продуцирует фумонизины, зеараленон; *Stenocarpella* – диплодиатоксины), длительное сохранение инфекции в почве и высокая адаптивность термофильных видов (*Macrophomina*, *Nigrospora*) к местным климатическим условиям (засуха, высокие температуры). На основе полученных данных обоснован переход от традиционных реактивных мер защиты к проактивному управлению фитосанитарными рисками, включающему прогнозирование вспышек болезней и раннюю диагностику патогенов. Результаты исследований могут быть использованы для разработки региональных программ мониторинга и селекции устойчивых сортов кукурузы.

Материалы и методы

Исследование базировалось на анализе литературы и материалов конференций по защите растений. Поиск научных публикаций за 2011–2025 гг. осуществлялся в базах данных eLibrary.ru, Google Scholar, "КиберЛенинка"по ключевым словам «кукуруза» (*Zea mays* L.), «грибные патогены», «микотоксины», «юг России», «*Fusarium*», «*Ustilago*», «*Cochliobolus*», «*Exserohilum*», «*Macrophomina*», «*Nigrospora*», «*Sarocladium*», «*Stenocarpella*». Для верификации таксономических данных и исторической оценки распространённости патогенов привлечены сведения из фундаментального атласа болезней полевых культур [17].

Разработан и применен алгоритм отбора и анализа источников с четкими критериями включения (данные о родовом составе, распространенности эколого-биологических особенностях, вредоносности) и

исключения (тезисы без описания методов исследования; обзорные статьи без первичных данных; публикации без информации о распространённости или вредоносности). Осуществлен поиск и критический анализ 32 источников (рецензируемые журналы, монографии, материалы конференций). Проведена систематизация данных по таксономии и географии распространения; частоты встречаемости, уровню вредоносности (низкая/средняя/высокая); спектру продуцируемых микотоксинов и способов передачи инфекции (включая вертикальную передачу через семена). Выявлены пробелы в изучении механизмов вертикальной передачи инфекции через семена, обобщена информация по роду *Sarocladium*. Сформулированы обобщённые характеристики наиболее опасных родов патогенов с учетом региональных особенностей. На основе полученных данных предложена разработка мультиплексной ПЦР-линейки для детекции приоритетных возбудителей болезней кукурузы на юге России.

Результаты

Рассмотрены приоритетные патогены кукурузы для региона.

Пузырчатая головня кукурузы (*Ustilago maydis* (DC.) Corda) – это системное заболевание, вызываемое грибом - базидиомицетом, факультативным паразитом, который поражает все надземные органы кукурузы с образованием галлов, наполненных телиоспорами. Заражение происходит через устьица и механические повреждения в течение всей вегетации (пик-фаза цветения). Оптимальная температура +23°С…+30°С, влажность 60-80 %; развитие заболевания стимулирует чередование засухи и осадков. Источники инфекции: семена и растительные остатки (сохранность спор в почве до 4-5 лет). В поле патоген распространяется ветром, осадками, насекомыми-вредителями. Потери урожая при эпифитотиях составляют 20-40%. Поражение тканей *U. maydis* способствует вторичному инфицированию токсинообразующими грибами родов *Aspergillus* и *Fusarium,* что ведет к накоплению микотоксинов в зерне [4; 10; 17].

Фузариоз (род *Fusarium)* – группа гемибиотрофных патогенов, вызывающих системное поражение вегетативных и генеративных органов кукурузы, включая корневую систему [6; 7; 9].

В Предгорной зоне Ставрополья доминирует *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg *(*до 88% случаев), значимую долю составляют *Fusarium subglutinans* (Wollenw. & Reinking) (25,7%), *Fusarium oxysporum* Schltdl (18,5 %),

Fusarium proliferatum (Matsush.) Nirenberg (17,2%); *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc и *Fusarium semitectum* Berk & Ravenel встречаются редко (менее 1 %) [16]. Первичное заражение початков происходит в фазу цветения через устьица и механические повреждения. Оптимальные условия- температура +20...+30˚С и высокая влажность. Источником инфекции являются семена, почва, растительные остатки. Симптоматика проявляется в виде налета мицелия на початках, деструкции зерна, некроза корневой шейки и хрупкости стеблей. Фузариоз ведет к недобору урожая и контаминации зерна опасными микотоксинами. Продуцентами фумонизинов (FB_1, FB_2, FB_3), являются *F. verticillioides*, *F. proliferatum* (канцерогены). Зеараленон (ZEN) продуцируется *F graminearum* , *F. culmorum* (эстрогеноподобное действие). Дезоксиниваленол (ДОН) продуцируется *F.graminearum F.culmorum* (нейротоксичность, иммуносупрессия) [2; 14; 17; 19; 24].

Диплодиоз (род *Stenocarpella*) – локальное заболевание, вызываемое некротрофными грибами *Stenocarpella maydis* (Berk.) B. Sutton и *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton. Симптоматика проявляется в виде белой ватообразной плесени на початках с последующим образованием чёрных пикнид на стержне початка и обертках. Патоген проникает через корневую систему, повреждения стебля насекомыми-вредителями или рыльца в фазу цветения. Наиболее уязвимы фазы - цветение и налива зерна. Оптимальные условия: температура +20…+30˚С, влажность воздуха более 70–80 % и обильные осадки в период цветения. Вредоносность проявляется в потере товарности зерна и риске микотоксикозов у крупного рогатого скота и овец. Возбудители продуцируют диплодиатоксины и хетоглобозины, обладающие высокой токсичностью для животных. Фитосанитарный статус карантинного объекта накладывает запрет на экспорт и реализацию семенного материала. [2; 7; 8; 17; 18; 19; 28; 31].

Северный гельминтоспориоз (***Exserohilum turcicum (*Pass.) K.J. Leonard & Suggs**) – локальное заболевание, поражающее листовой аппарат. Симптомы проявляются в виде крупных продолговатых желто-бурых пятен, сливающиеся в обширные некрозы. Развитию симптомов способствует синтез фитотоксина моноцерина. Инфекция проникает через устьица и микротрещины на поверхности листа. Источником инфекции является семенной материал, растительные остатки, почва. Конидии распространяются ветром, дождём. Оптимум развития: температура +23...+30°С, влажность более 90%. Вредоносность проявляется в снижении урожайности (40–70%), наибольшая

вредоносность отмечается в условиях влажного субтропического климата (Кавказ, Приморский край) [2; 3; 7; 8; 17; 29].

Южный гельминтоспориоз (***Cochliobolus heterostrophus*** **(Drechsler) Drechsler)** – локальное заболевание кукурузы, вызываемое гемибиотрофным грибом. Поражает корни, стебли, листья, початки. Возбудитель дифференцируется на физиологические расы (О, Т, С), различающиеся по вирулентности. Наибольшую опасность представляют раса Т (Техасская) за счет синтеза Т-токсина, а также раса О, широко распространенная в агроценозах и способная вызывать фоновые поражения на фоне абиотических стрессов [11]. Симптомы поражения: узкие веретеновидные коричневые пятна на листьях, гнили стеблей и початков. Инфекция проникает через устьица и микротрещины. Источником инфекции являются семенной материал, растительные остатки. Оптимум развития является температура +20–28°С и влажность 90–100%. Юг России - зона высокого риска по этому заболеванию. Потери урожая достигают 30–80%, существенно снижается выход силосной массы [2; 7; 8; 17; 19; 20].

Нигроспороз (*Nigrospora oryzae* (Berk.&Broome) Petch) – локальное заболевание, вызываемое полупаразитом и поражающее преимущественно початки в фазе восковой спелости. Симптоматика проявляется в размочаливании ножки и стержня початка; скоплении чёрных спор у его основания. Зерновки недоразвиты, тусклые, расположены неплотно. Поражённые стебли приобретают серый оттенок и разрушаются. Заражение происходит через повреждения, трещины, места питания насекомых-вредителей. Основной источник инфекции – зараженные семена, растительные остатки. Оптимум температур для развития +20...+25˚С, и высокая влажность воздуха. Патоген термопластичен (выносит от +30 до +40˚С). Развитию на юге России способствует чередование засухи и дождей в период созревания. Вредоносность проявляется в потери товарности початков, снижение всхожести семян и гибель проростков. [2; 5; 7; 8; 12; 17].

Угольная гниль (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid) – системное заболевание, проявляющееся на поздних этапах вегетации в условиях дефицита влаги и высоких температур (+27...30˚С). Симптомы поражения: побурение корней и основания стебля, разрушение паренхимы стебля, массовое полегание. Под эпидермисом образозуются мелкие чёрные микросклероции. Развитию болезни способствует фитотоксин фазеолинон. Инфекция проникает из почвы через корневую систему Источниками

инфекциии являются зараженные семена. почва (длительное сохранения микросклероциев), растительные остатки. Заболевание вызывает потери урожая, ухудшает качество зерна, особенно в засушливых районах [2; 7; 8; 17; 22; 27; 29].

Цефалоспориоз (*Sarocladium trictum* (W. Gams) Summerb) – системное заболевание, вызываемое факультативным паразитом, поражающее все растение через сосудистую систему. Симптоматика проявляется поэтапно: гниль корневой шейки; гибель всходов; пожелтение и увядание верхних листьев в период вегетации; потемнение сосудистых пучков на срезе стебля; недоразвитие початков. Инфекция проникает через заражённые семена, повреждённые корни или микротрещины в тканях. Источником инфекции являются зараженные семена (первичный источник), почва (сохранение мицелия и конидий до 2–3 лет), растительные остатки. Патоген предпочитает холодную и влажную погоду (+15...+25 °C); высокую влажность почвы, загущённые посевы. Вредоносность проявляется в снижении всхожести и гибели всходов, отставании в росте и развитии растений; недоборе урожая из-за бесплодия початков, ухудшении качества зерна [2; 7; 17; 19].

Заключение

Проведенный анализ патогенной микобиоты семян кукурузы на юге России позволил систематизировать данные о восьми родах патогенов *Ustilago*, *Cochliobolus*, *Macrophomina*, *Stenocarpella, Fusarium*, *Nigrospora*, включая малоизученный в регионе вид, *Sarocladium zeae* (W. Gams & D. R. Sumner) Summerb. Для этого вида охарактеризованы биология и адаптивные свойства к местным абиотическим стрессам (засуха, высокие температуры). Выявлены региональные особенности распространённости патогенов: *Ustilago* и *Fusarium* встречаются повсеместно, тогда как *Nigrospora* и *Sarocladium* преимущественно распространены в степных зонах. Подтверждено, что семена служат основным резервуаром инфекции. Установлено, что синергия абиотических стрессов (в частности засухи) и патогена *Macrophomina phaseolina* приводит к потерям урожая до 60 % в степных районах. Определен спектр продуцируемых микотоксинов: *Fusarium* продуцирует фумонизины, зеараленон и дезоксиниваленол, а *Stenocarpella* – диплодиатоксины и хетоглобозины. Эти метаболиты ограничивают использование зерна в пищевых и кормовых целях. Кроме того, подтверждена высокая вирулентность патогенов и резистентность *Fusarium*

spp. к триазолам. Обоснован переход от реактивных мер защиты к проактивному управлению рисками с применением предиктивной диагностики и прогнозирования вспышек заболеваний.

Практическая реализация результатов исследования позволит сократить потери урожая кукурузы на юге Росс за счет внедрения предиктивных методов диагностики и селекции сортов, устойчивых к доминированию патогенами.

Полученные данные создают научную основу для разработки региональных программ мониторинга и селекции устойчивых сортов кукурузы. Внедрение этих мер позволит повысить фитосанитарную стабильность агроценозов и минимизировать потери урожая на юге России.

Список источников

1. Анализ рынка кукурузы в России. Итоги 2024 года и прогноз на 2025 год // Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр» (опубл. 10.12.2025). URL: https://ab-centre.ru/news/ocenka-sborov-kukuruzy-na-2025-god-ot-ab-centr (дата обращения: 29.12.2025).

2. Болезни кукурузы // ФГБУ Россельхозцентр. 2012. URL: https://old.rosselhoscenter.ru/index.php/2014-02-28-11-39-42/2011-11-16-12-58-47/bolezni/1197-kukuruza/1132-kukuruza (дата обращения: 22.12.2025).

3. Гельминтоспориозная пятнистость листьев кукурузы (северный гельминтоспориоз) // Кирово-Чепецкая Химическая Компания КЧХК. URL: https://kccc.ru/en/node/275 (дата обращения: 22.12.2025).

4. Грибные болезни кукурузы: применение фунгицидов, распространение // Direct.Farm. URL: https://direct.farm/knowledge/plant/corn_disease_mycota (дата обращения:22.12.2025).

5. Григоровская, П. И. Нигроспороз кукурузы / П. И. Григоровская // Кирово-Чепецкая химическая компания КЧХК. URL: https://kccc.ru/spravochniki/bolezni/nigrosporoz-kukuruzy (дата обращения: 17.12.2025).

6. Гагкаева, Т. Ю. Зараженность зерна грибами *Fusarium* в Краснодарском и Ставропольском краях/ Т. Ю. Гагкаева, Ф. Б. Ганнибал, О.П. Гаврилова // Защита и карантин растений. 2012. № 1. С. 37–42. EDN OMBLRJ.

7. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В. Г. Иващенко; Федеральное агентство научных организаций, Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР). Санкт-Петербург, Пушкин: ВИЗР. 2015. Вып. 16. 286 с.

(Вестник защиты растений. Приложение = Plant Protection News. Supplement). ISBN 978-5-4240-0131-4.

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. Продуктивность кукурузы как фактор регуляции устойчивости к стеблевым гнилям (на примере *Fusaruim verticillioides* (Sacc) Nirenberg – Zea mays L) / В. Г. Иващенко // Вестник защиты растений. 2016. № 4(90). С. 38–44.

10. Иващенко, В.Г. Пузырчатая головня кукурузы: этиология, патогенез болезнии проблемы устойчивости (уточнение парадигмы) // Вестник защиты растений. 2011. № 4. С. 40–56.

11. МР ВНИИКР 97-2014. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителя южного гельминтоспориоза кукурузы (раса Т) Cochliobolus heterostrophus Drechsler / разраб.: Н. В. Шерохоланова [и др.]. Быково : ФГБУ «ВНИИКР», 2014. 18 с.

12. Нигроспороз кукурузы / Болезни сельхозкультур // Агролига России [сайт]. URL: https://www.agroliga.ru/press/bolezni-selhozkultur/nigrosporoz-kukuruzy/ (дата обращения 01.12.2025).

13. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2024 году с прогнозом развития вредных объектов на 2025/ ФГБУ «Россельхозцентр». 2024. URL: https://rosselhoscenter.ru/obzory-i-prognozy/ (дата обращения: 17.12.2025).

14. Свидунович, Н.Л. Биологическое обоснование защиты кукурузы, возделываемой на зерно, от фузариоза: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук : 06.01.07 / Свидунович Наталья Леонидовна; РУП "Институт защиты растений". Агрогородок Прилуки, Минская область. 2023. С. 23. URL: https://elib.nlb.by/elib/Record/BY-NLB-br0001879521/Details (дата обращения: 22.12.2025).

15. Сельское хозяйство в России: статистический сборник, 2025 / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Москва, 2025. URL: *https://www.*rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S_x_2025.pdf (дата обращения: 17.12.2025).

16. 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. URL: https://www.dissercat.com/content/fuzarioz-pochatkov-kukuruzy-v-predgornoi-zone-stavropolskogo-kraya-etiologiya-bolezni-sortou (дата обращения: 17.12.2025).

17. Станчева, Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур. В 3 ч. Ч. 3. Болезни полевых культур / Й. Станчева; пер. с болг. Г. Даниловой; редкол.:

рус изд. А. С. Васютин, Л.В. Ширнина, О.А. Кулинич. София; Москва: Pensoft, 2003. 175 с. ISBN 954-642-184-7.

18. СТО ВНИИКР 3.008-2011. Возбудители диплодиоза кукурузы *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton и *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton. Методы выявления и идентификации: стандарт организации / Федер. гос. бюджет. учреждение «Всерос. центр карантина растений». Москва: ВНИИКР, 2011. 20 с.

19. Шабатуков, А.Х. Биологический контроль болезней кукурузы в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии / А.Х. Шабатуков, Л.М. Хромова // Вестник АПК Ставрополья. 2019. № 3 (35). С. 78–82. DOI 10.31279/2222-9345-2019-8-35-78-82. DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-35-78-82. EDN: NYDKBY.

20. Южный гельминтоспориоз (Гельминтоспориоз стеблей, початков и листьев кукурузы, бурая пятнистость кукурузы) // BASF: сельское хозяйство. URL: https://www.agro.basf.ru/harmful_objects/yuzhnyy-gelmintosporioz-gelmintosporioz-stebley-pochatkov-i-listev-kukuruzy-buraya-pyatnistost-kukur/ (дата обращения: 24.12.2025).

21. Bottone, E. J. *Bacillus cereus*, a Volatile Human Pathogen / E. J. Bottone // Clinical Microbiology Reviews. 2010. Vol. 23, № 2. P. 382–398. DOI 10.1128/CMR.00073-09.

22. Corn stunt disease complex increases charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) under field conditions/ R.V. da Costa, R.E.M. de Almeida, L.V. Cota [et al.] // Tropical Plant Pathology. 2023. Vol.48. P. 283–292. DOI: 10.1007/s40858-023-00570-z.

23. Ehling-Schulz, M. Food-bacteria interplay: pathometabolism of emetic *Bacillus cereus* / M. Ehling-Schulz, E. Frenzel, M. Gohar // Frontiers in Microbiology. 2015. Vol. 6. P. 704. DOI: 10.3389/fmicb.2015.00704.

24. *Fusarium* ear rot of corn // Crop Protection Network (Publish.: 2018). URL: https://cropprotectionnetwork.org/encyclopedia/fusarium-ear-rot-of-corn (дата обращения: 15.11.2025).

25. Sensitivity of *Fusarium culmorum* to triazoles: impact of trichothecene chemotypes, oxidative stress response and genetic diversity/ P. Hellin, J. Scauflaire, V.Van Hese et al. // Pest Management Science. 2016. Vol. 73, № 6. P. 1244–1252. DOI: 10.1002/ps.4450.

26. Kannan, M. Maize dwarf mosaic virus: From Genome to Disease Management / M. Kannan, I. Ismail, H. Bunawan // Viruses. 2018. Vol. 10. P. 492. DOI: 10.3390/v10090492.

27. Mullins, M. Identification and Management for Charcoal Stalk Rot in Corn / M. Mullins // Bayer Crop Science United States : [website] (Publish.: 14.08.2023). URL: https://www.cropscience.bayer.us/articles/channel/identification-and-management-for-charcoal-stalk-rot-in-corn (дата обращения: 17.12.2025).

28. Romero Luna, M.P. Survival of Stenocarpella maydis on Corn Residue in Indiana/ M.P. Romero Luna, J.J. Camberato; K.A. Wise //Plant Health Progress. —2017. —Vol. 18, № 2. —P.78-83.— DOI:10.1094/PHP-RS-16-0063. – URL: https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHP-RS-16-0063 (дата обращения 24.11.2025).

29. Secondary metabolites produced by Macrophomina phaseolina isolated from Eucalyptus globulus/ M.M. Salvatore, C. Felix, F.B. De Lima [et al.] // Agricalture. 2020. Vol. 10, Iss. 3. Art. 72. DOI: 10.3390/agriculture10030072.

30. Ramegowda, V., Senthil-Kumar M. The interactive effects of simultaneous biotic and abiotic stresses on plants: mechanistic understanding from drought and pathogen combination // Journal of Plant Physiology. — 2015. — Vol. 176. — P. 47–54. — DOI:10.1016/j.plph.2014.11.008. — URL:https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.11.008 (дата обращения: 19.01.2026).

31. Rogers K.D. Diplodiatoxin, chaetoglobosins, and diplonine associated with a field outbreak of Stenocarpella ear rot in Illinois/ Rogers K.D., Cannistra J.C., Gloer J.B., Wicklow D.T. //Mycotoxin Research. —2014. —Vol. 30, iss. 2. — P. 61–70. — DOI: 10.1007/s12550-014-0188-0. — URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24504633/ (дата обращения: 24.11.2025).

32. Viravathana P. A membrane localized RTX-like protein mediates physiochemical properties of the Pantoea stewartii subsp. stewartii cell envelope that impact surface adhesion, cell surface hydrophobicity and colonization // BMC Microbiology. 2024. Vol. 24. Art. 369. DOI 10.1186/s12866-024-03516-w. URL: https://doi.org/10.1186/s12866-024-0316-w (дата обращения: 20.01.2026).