

от предшественника и уровня минерального питания неодинаковое.

Так, применение комплекса препаратов Айдар + Биогумус значительно повышает урожайность пшеницы твердой озимой на участках, расположенных по паровому предшественнику, но после стернового предшественника приводит даже к ее снижению.

Положительное влияние препарата Реаком-СР-зерно проявляется только при среднем обеспечении необходимыми условиями. При максимальном обеспечении питательными веществами по лучшему предшественнику, так же как и по худшему из изучаемых вариантов, положительного эффекта от использования препарата Реаком-СР-зерно не наблюдалось.

В результате обработки растений перед уходом в зиму препаратом Антистресс повысилась урожайность в вариантах, которые размещались после стернового предшественника. Обработка данным препаратом посевов по пару вызвала существенное снижение урожайности.

Выводы

В условиях северной степи Украины применение препаратов Айдар + Биогумус увеличивает урожайность пшеницы твердой озимой после парового предшественника при высоком уровне минерального питания, а Антистресс проявляет положительное влияние после стернового предшественника при низком обеспечении минеральным питанием.

Реаком-СР-зерно позитивно влияет на продуктивность пшеницы твердой озимой только при средней обеспеченности элементами питания.

Литература

1. Абакумов, Н. И. Экономическая эффективность систем основной обработки почвы в зерновом севообороте / Н. И. Абакумов, Ю. А. Бобкова // Вестник Орл. ГАУ. – 2015. – № 4. – С. 65–69.

2. Нетіс, І. Т. Наукове обґрунтування та розробка енергозберігаючих технологій вирощування озимої м'якої і твердої пшениці на зрошуваних землях півдня України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.09 / І. Т. Нетіс. – Херсон, 1998. – 34 с.

3. Бухало, В. Я. Вплив гумату амонію на урожайність ярого ячменю / В. Я. Бухало, А. О. Алексєнко // Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво. – 2012. – № 2. – С. 44–48.

4. Вплив стимулятора «Міфосат» на продуктивність пшениці озимої / М. І. Федорчук [та ін.] // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2015. – № 91. – С. 96–99.

5. Федотов, В. А. Выживаемость, урожайность и качество зерна озимой твердой и тургидной пшеницы / В. А. Федотов, В. В. Козлобаев, В. Б. Подлесный // Аграрная наука. – 2007. – № 10. – С. 24–25.

6. Горщар, О. А. Вплив біопрепарату альбіт на розвиток хвороб в період вегетації ячменю ярого та його врожайність / О. А. Горщар, В. І. Горщар, О. М. Оксєленко // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2015. – № 92. – С. 30–35.

7. Макаренко, Н. А. Біологічна ефективність та екологічна безпечність наноагрохімікатів / Н. А. Макаренко, С. М. Калєнська, Л. В. Рудніцька // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агронімія». – 2015. – Вип. 210, ч. 1. – С. 91–96.

8. Antonikovskiy, J. The yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain after application of micronutrients on seed / J. Antonikovskiy, P. Ryant // Report at International PhD Students Conference MendelNet 2015, 11–12 nov. 2015, Czech Republic. – Brno, 2015. – P. 17–22.

9. Stepien, A. Effect of foliar application of Cu, Zn, and Mn on yield and quality indicators of winter wheat grain. / A. Stepien, K. Wojtkowiak // Chilean journal of agricultural research. – 2016. – 76.2. – P. 220–227.

10. Доспєхов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспєхов. – М.: Колос, 1979. – 116 с.

11. Ярошенко, С. С. Формування врожаю пшениці озимої при різних технологіях вирощування залежно від норм висіву насіння / С. С. Ярошенко // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2011. – № 40. – С. 68–72.

УДК 633.16»324»:632.4

Видовой состав возбудителей болезней озимого ячменя

Л. Г. Коготько, А. В. Какшинцев, кандидаты с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
О. Ю. Баранов, доктор биологических наук,
Л. В. Можаровская, младший научный сотрудник
Институт леса НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 11.06.2019 г.)

Для определения видового состава фитопатогенной микрофлоры на озимом ячмене был проведен мониторинг развития и распространенности болезней в посевах озимого ячменя в различных агроклиматических зонах Республики Беларусь. Отобранные образцы растительного материала с признаками болезней подвергались молекулярно-генетическому анализу для видовой идентификации путем сопоставления полученных последовательностей с депонентами базы данных GenBank. Установлено, что представленные образцы в основном характеризовались полиинфекционным поражением. В результате секвенирования доминирующей микрофлоры было идентифицировано 11 видов.

В тканях корней обнаружены: *Microdochium* sp., *Leptodontidium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Microdochium bolleyi*. Листья были инфицированы четырьмя фитопатогенными видами: *Puccinia hordei*, *Blumeria graminis*, *Rhynchosporium*

To identify the species composition of phytopathogenic mycoflora on winter barley, the development and incidents of crop diseases was monitored in various agro climatic zones of the Republic of Belarus. Selected samples of the plant material with disease signs were subjected to molecular genetic analysis for species identification by means of comparing the obtained sequences with the contributors of the Genbank database.

It is established that the samples presented had mainly a polyinfected character of damage. As a result of dominant microflora sequencing 11 species were identified.

In root fiber *Microdochium* sp., *Leptodontidium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Microdochium bolleyi* were found. The leaves were infected with four phytopathogenic types: *Puccinia hordei*, *Blumeria graminis*, *Rhynchosporium secalis*, *Pyrenophora teres* f. *maculata*. On the ear were noticed: *Rhynchosporium secalis*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria infectoria*. Uncommon types

secalis, *Pyrenophora teres* f. *maculata*. На колосе были отмечены: *Rhynchosporium secalis*, *Cladosporium herbarum*, *Alermaria infectoria*. Выявлены нехарактерные для условий Беларуси виды патогенных грибов – *Pyrenophora teres* f. *maculata* и *Microdochium bolleyi*.

Введение

По своему биологическому потенциалу озимый ячмень при обеспечении оптимальных условий выращивания может сформировать более высокую урожайность, чем яровой ячмень и озимая пшеница. Средняя урожайность озимого ячменя по республике в не самый благоприятный для роста и развития культуры 2015 г. составила 40 ц/га, в то время как в благоприятный 2008 г. ее показатель достиг в среднем 85,8 ц/га. Наибольшая урожайность была получена в ГСХУ «Молодечненская СС» – 95,3 ц/га. К преимуществам озимого ячменя следует отнести его раннее созревание, лучшее использование осенне-весенних запасов влаги в почве и большую засухоустойчивость по сравнению с яровым ячменем, хорошую сопротивляемость сорной растительности, высокое качество зерна как сырья для пивоварения. В Беларуси озимый ячмень возделывают в Брестской, Гродненской и Минской областях, хотя в последние годы погодные условия в республике благоприятствовали распространению данной культуры во всех областях.

Вместе с тем лимитирующим фактором получения высокого урожая озимого ячменя является его невысокая зимостойкость. Из-за недостаточно развитой корневой системы с осени культура чаще страдает от выпирания по сравнению с озимой пшеницей, а также от действия вредоносных патогенов грибной природы, особенно в период выхода из зимовки.

Для проведения успешных профилактических и защитных мероприятий против комплекса возбудителей болезней озимого ячменя необходима точная идентификация фитопатогенов на основе своевременного и тщательного мониторинга фитосанитарного состояния посевов.

Основой фитопатологической диагностики в полевых условиях является макроскопический метод – определение болезней растений по внешним признакам на основе прямой визуальной оценки. По состоянию и анатомо-морфологическим изменениям растений, особенностям проявления симптомов часто удается определить только тип болезни (пустулы, налет или пятнистость листьев, корневую гниль, головню и др.) без установления точных причин ее вызвавших и идентификации возбудителя заболевания. Использование метода микроскопирования пораженных болезнями тканей растений хотя и является более точным и распространенным методом диагностики, также имеет свои недостатки и кроме того является достаточно трудоемким [13].

На текущий момент наиболее современными и перспективными способами диагностики и видовой идентификации болезнетворных микроорганизмов являются методы, основанные на применении технологий молекулярной генетики, общие принципы которой сводятся к выявлению генетического материала патогена в тканях растения-хозяина и других природных объектов [3].

Как свидетельствуют данные отечественных и зарубежных ученых, посевы этой культуры поражаются возбудителями корневых гнилей – грибами *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. и видами рода

of pathogenic fungi for the conditions of Belarus Pyrenophora teres f. *maculata* и *Microdochium bolleyi* were identified.

Fusarium, болезней листьев – *Pyrenophora teres* f. *teres*, *Cochliobolus sativus*, *Blumeria graminis* DC. и *Puccinia hordei* G. H. Otth, *Rhynchosporium secalis* [2, 5, 7, 8, 9, 10, 14].

В связи с изменениями климата, способов обработки почвы, нарушениями севооборотов, изменением генетической устойчивости промышленных сортов и интродукции семенного материала происходит изменение видового состава возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Особенно это заметно в отношении пятнистостей листьев злаков.

В 2012 г. в Краснодарском крае при проведении производственного испытания сортов озимого ячменя разного географического и генетического происхождения было обнаружено сильное развитие пятнистости неизвестной этиологии. В собранных образцах определен возбудитель заболевания – несовершенный гриб *Ramularia collo-cygni* Sutton & Waller. ПЦР-тест со специфическими праймерами подтвердил наличие возбудителя в пораженных листьях.

Рамуляриоз ячменя, как вредоносное заболевание, впервые был описан в 1987 г. в Австрии. Затем появились сообщения о сильном поражении ячменя в других европейских странах (Германия, Шотландия, Чехия, Швеция). В настоящее время рамуляриоз ячменя относится к числу экономически значимых болезней в Европе и Новой Зеландии. Потери урожая на восприимчивых сортах могут достигать 10 ц/га и выше.

Источником первичной инфекции и основной причиной заноса патогена в новые регионы являются инфицированные, но внешне здоровые семена. По-видимому, в Краснодарский край заболевание было занесено с инфицированными семенами сорта Цендерелла из Германии [10].

Совместными исследованиями белорусских и российских ученых установлено, что основными возбудителями пятнистостей листьев ярового и озимого ячменя на территории Беларуси в 2014 г. были *Pyrenophora teres* f. *teres*, *Cochliobolus sativus*, второстепенными – *Blumeria graminis* и *Rhynchosporium secalis*. Методом молекулярной диагностики в ПЦР-анализе было установлено, что в отдельных случаях симптомы округлой пятнистости на ячмене вызваны грибом *P. teres* f. *maculata*. Этот патоген был обнаружен в Ивановском районе Брестской области в промышленных посевах импортными из стран ЕС семенами ярового ячменя сорта Kangoo и на сортах озимого ячменя Isocel, Salamandra, Nectararia. На основании того, что *Pyrenophora teres* f. *maculata* обнаружена только в посевах ярового и озимого ячменя интродуцированных из Западной Европы сортов, можно предположить, что импортные семена послужили источником новой формы очень вредоносной болезни ячменя [4].

Материал и методика проведения исследований

Для определения видового состава возбудителей болезней озимого ячменя в 2017 г. был проведен мониторинг фитосанитарного состояния посевов озимого ячменя в различных агроклиматических зонах Беларуси, отобраны образцы пораженных растений для

молекулярно-генетической идентификации грибных фитопатогенов. Экспериментальный материал для анализа был собран в полевых условиях на опытных полях РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского района), НПЦ НАН Беларуси по земледелию (г. Жодино, Минская область) и РНДУП «Полесский институт растениеводства» (п. Криничное Мозырского района), а также в производственных посевах КУПП «Березарайагросервис» (Березовский район Брестской области). Для фитопатологической диагностики были отобраны фрагменты листьев, стеблей, колосьев и корневой системы с признаками поражения.

Анализ растительных образцов проводили на базе лаборатории генетики и биотехнологии Института леса НАН Беларуси. Молекулярно-генетический анализ состоял из следующих стадий: выделение суммарной ДНК из биологического материала растения; амплификация локусов грибной ДНК методом ПЦР; визуализация ампликонов методом электрофоретического фракционирования; секвенирование и видовая идентификация патогенов на основе анализа результатов молекулярно-генетических исследований в базе данных GenBank с использованием программного комплекса BLAST, размещенного на этом сервере. При этом поиск осуществлялся по базе данных нуклеотидных последовательностей (nucleotide blast).

Результаты исследований и их обсуждение

Исследуемые образцы характеризовались внешними признаками заболеваний: некротические изменения тканей корней и стеблей, пятнистость листьев, дехромация колосьев и остей зерна. В ходе молекулярно-генетической идентификации фитопатогенных грибов использовалась последовательность 18S-ITS1–5,8-ITS2–28S рДНК. Выбор данного маркера основан на широкой изученности рибосомального оперона грибов, высокой степени полиморфности и видоспецифичности.

В ходе проведенной молекулярно-генетической диагностики в инфицированных растениях было выявлено наличие генетического материала патогенов. По результатам ПЦР-диагностики, проанализированные образцы в большинстве своем характеризовались полиинфекционным поражением (таблица).

Как видно из представленных в таблице данных, видовой состав фитопатогенного комплекса возбудителей болезней корневой и прикорневой частей растений озимого ячменя в основном представлен грибами родов *Microdochium* и *Leptodontidium*, а также видами *Fusarium oxysporum* и *Microdochium bolleyi*.

Вид *Fusarium oxysporum* вызывает фузариозную корневую гниль озимого ячменя (рисунок 1). Она может быть причиной отмирания проростков до достижения ими поверхности почвы, вызывает побурение первичных и вторичных корней, подземного междоузлия и основания стебля. Во влажную погоду в местах поражений появляется розовый налет. В период вегетации болезнь вызывает изреживание посевов и отмирание продуктивных стеблей. Часть пораженных стеблей об-



Рисунок 1 – Фузариозная корневая гниль

Видовой состав возбудителей болезней озимого ячменя на основе молекулярно-генетической диагностики

Место отбора образца	Пораженный орган растения	Вид фитопатогена
Брестская область, Березовский район, КУПП «Березарайагросервис»	Корневая система	<i>Microdochium</i> sp., <i>Leptodontidium</i> sp., <i>Cadophora</i> (сопутствующая микрофлора)
	Листья	<i>Pyrenophora teres</i> f. <i>maculata</i> , <i>Puccinia</i> (сопутствующая микрофлора)
	Колос	<i>Alternaria infectoria</i> , <i>Blumeria graminis</i> , семейство <i>Cladosporiaceae</i> sp.
Гомельская область, Мозырский район, п. Криничное, РНДУП «Полесский институт растениеводства»	Корневая система	<i>Fusarium oxysporum</i>
	Листья	<i>Rhynchosporium secalis</i> , <i>Puccinia hordei</i>
	Колос	<i>Cladosporium herbarum</i> , <i>Cladosporium</i> sp.
Минская область, г. Жодино, НПЦ НАН Беларуси по земледелию	Листья	<i>Puccinia hordei</i> , <i>Blumeria graminis</i>
	Стебель	<i>Cryptococcus victoriae</i>
	Колос	<i>Cladosporium</i> sp.
Минская область, Минский район, аг. Прилуки, РУП «Институт защиты растений»	Прикорневая часть стебля	<i>Microdochium bolleyi</i>
	Листья	<i>Rhynchosporium secalis</i> , <i>Puccinia hordei</i>
	Колос	<i>Cladosporium</i> sp., <i>Itersonilia</i> sp.

разует недоразвитый колос со щуплым зерном, а иногда растение остается пустоколосым.

Вид относится к отделу грибов *Anamorphic fungi*, классу *Hyphomycetes*, порядку *Hyphomycetales*, роду *Fusarium*.

По данным В. И. Билай и др., описано 80 более или менее специализированных форм [6]. Они могут заражать горох, злаковые травы и ряд других сельскохозяйственных культур, занимающих существенное место в севооборотах зерновых.

Воздушный мицелий патогена пленчатопутинистый, невысокий, окрашен в различные оттенки розово-карминно-лилового цвета, реже – в белый или светло-желтый. Имеются склероции. Макроконидии образуются на воздушном мицелии, редко в спородохиях и пионнотах, веретеновидно-серповидные, эллипсоидально изогнутые или почти прямые, цилиндрические, с тонкой оболочкой, с 3–5 перегородками. Размеры макроконидий с тремя перегородками – 25–40 × 3,7–5 мкм, с пятью – 30–50 × 3,5 мкм. Микроконидии обильно образуются на длинных цилиндрических конидиеносцах, формируют ложные головки или скопления вокруг гиф, овально-цилиндрические, с обоими закругленными концами, длина их в 2–4 раза превышает ширину, 10,8–18,6 × 1,5–3 мкм. Хламидоспоры обильные, промежуточные и верхушечные, одно-двухклеточные, неокрашенные. Поражает многие растения (свыше 150 видов).

Фузариозные грибы развиваются при температуре от +3...+8 до +30...+35 °С (оптимум +20...+22 °С). Заражение растений происходит уже при влажности почвы выше 40 % полной полевой влагоемкости.

Возбудители болезни сохраняются в почве в виде хламидоспор, на растительных остатках – в виде мицелия, макро- и микроконидий. Фузариозная корневая гниль нередко развивается вместе с другими видами, образуя сложные патогенные комплексы. Дикорастущие злаки и падалица являются дополнительными резервуарами инфекционного начала.

У растений, пораженных фузариозной корневой гнилью, по сравнению со здоровыми высота стеблей меньше на 10–12 %, длина колоса – на 12–14, количество зерен в колосе – на 35–40, а их масса – на 40–46 %. Некоторые возбудители фузариозной корневой гнили, поселяясь на колосьях ячменя, пшеницы и других культур, могут вызывать заболевание, получившее название фузариоз колоса [8, 11, 12].

Microdochium bolleyi – почвообитающий сапрофит, обладающий, по мнению Е. Liljeroth и Т. Bryngelsson (2002), антагонистическими свойствами по отношению к возбудителю корневой и листовой инфекции *Bipolaris sorokiniana*, является корне-колонирующим агентом ее биоконтроля, с чем по всей вероятности и связано отсутствие данной инфекции на корневой системе и листьях озимого ячменя в образцах, представленных на анализ [17].

На листьях растений озимого ячменя идентифицированы *Rhynchosporium secalis*, *Puccinia hordei*, *Blumeria graminis*, *Pyrenophora teres* f. *maculata*.

Гриб *Rhynchosporium secalis* относится к отделу *Anamorphic fungi*, классу *Hyphomycetes*, порядку *Hyphomycetales* и является возбудителем болезни ринхоспориоз, или окаймленная пятнистость листьев. Факультативный паразит. Имеет узкоспециализированные формы. Спорология расположена под эпидермисом. Конидиеносцы простые, заостренные у вершины, одноклеточные, бесцветные, мелкие, образуют

плотный слой. Конидии бесцветные, двухклеточные, верхняя клетка клювовидная, нижняя – прямая, заостренная книзу, 16–18 × 3–5 мкм [6]. Половой стадии у гриба не обнаружено.

Болезнь проявляется в течение всего периода вегетации – от всходов до созревания ячменя, особенно сильно на завершающих фазах его развития. Сначала очажно. На влажных и обеих поверхностях листьев образуются овальные или неправильной формы водянистые, серо-зеленые пятна с темно-бурым окаймлением (рисунок 2).

Спороношение развивается на нижней поверхности листьев в виде светлоокрашенных подушечек. Пораженные листья скручиваются и усыхают.

В сухую жаркую погоду признаки напоминают ожоги. При повышении влажности признаки появляются и на зерне – светло-коричневые пятна с темно-бурым ореолом.

В результате поражения листьев уменьшается осмотическое давление в устьичных клетках и увеличиваются устьичные щели, что, безусловно, ведет к увеличению транспирации. Пораженные листья за сутки теряют воды на 44 % больше, чем здоровые.

Недобор урожая зерна составляет от 10 до 30 %. Кроме того, увеличивается пленчатость зерна ячменя (на 1,9 %), уменьшается содержание крахмала и экстрактивность. Все это резко ухудшает качество зерна (особенно пивоваренного ячменя) и его всхожесть. Первичное и вторичное заражение осуществляется с помощью конидий. Конидии прорастают при температуре от +2 до +30 °С. Оптимальная температура составляет +16...+20 °С. Обязательным условием для прорастания конидий является наличие капельножидкой влаги [12].

Puccinia hordei относится к отделу *Basidiomycota*, классу *Urediniomycetes*, порядку *Uredinales* и является

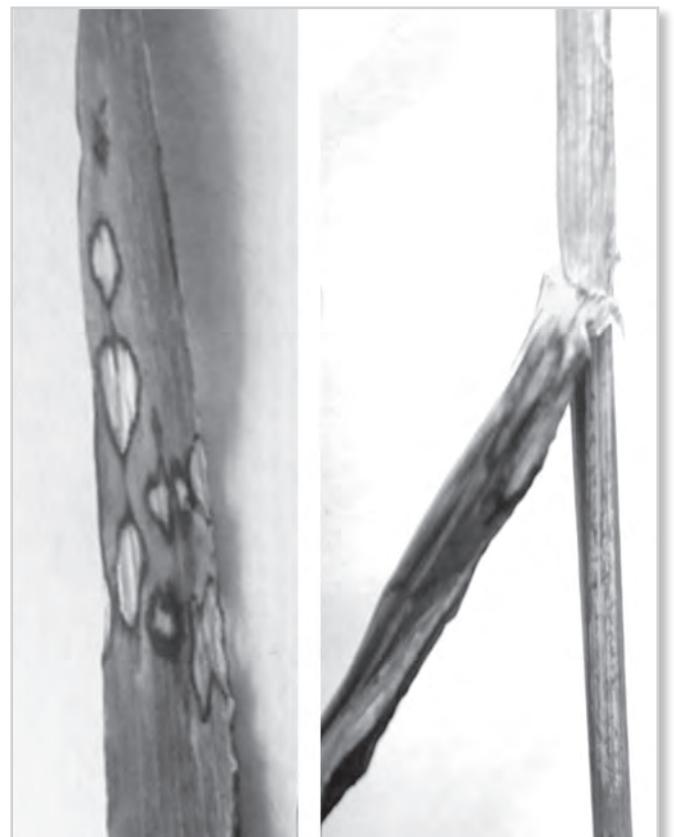


Рисунок 2 – Ринхоспориоз

ся возбудителем болезни карликовая ржавчина ячменя. Гриб двудомный. Спермогонии и эции образуются на птицемлечнике, урединии- и телиоспоры – на ячмене. Урединии мелкие, разбросаны на верхней поверхности листьев, желто-коричневые. Урединиоспоры шаровидно-эллипсоидальные, желтые, с шипиками, 20–30 × 17–22 мкм, с 8–10 ростковыми порами. Телии расположены на нижней поверхности листьев, покрыты эпидермисом, мелкие, черные. Телиоспоры отличаются по форме от телиоспор других видов рода: они несимметричные, неправильной формы, одноклеточные, 24–25 × 14–28 мкм, либо двухклеточные, 30–55 × 14–24 мкм, на короткой ножке. Поражает возбудитель только ячмень [6].

На озимом ячмене болезнь появляется уже на всходах. Поражает листья и листовые влагалища (рисунок 3).

Урединиоспоры прорастают при температуре +10...+25 °С (оптимум +15...+18 °С). Инкубационный период составляет 4–11 дней. За лето гриб дает несколько поколений урединиоспор. Карликовая ржавчина менее вредоносна, чем другие ржавчинные болезни. Болезнь приводит к потере 5–7 % урожая [6].

Гриб *Blumeria graminis* = *Erysiphe graminis*, возбудитель болезни мучнистая роса злаков, был идентифицирован в листьях образцов, полученных с опытного поля НПЦ НАН Беларуси по земледелию, относится к отделу *Ascomycota*, классу *Euascomycetes*, порядку *Erysiphales*, узкоспециализированный облигатный паразит. Мицелий разветвленный, с аппрессориями, белый, либо грязно-серый, расположен чаще на верхней стороне, реже – на обеих сторонах листа. Клейстотеции округлые, коричневые, 135–150 мкм в диаметре, вдавленные, с придатками. Аски продолговатые, по 9–30 в плодовом теле, 70–110 × 25–40 мкм, с ножкой. Аскоспоры по 4–8 в аске, эллиптические, 20–23 × 10–13 мкм. Гаустории пальчатые. Конидии одноклеточные, цилиндрические или бочонковидные, 25–30 × 8–10 мкм, бесцветные, в цепочках.

Известно более 30 форм данного вида. Ячмень поражают *Erysiphe graminis* f. *hordei* и *Erysiphe graminis* f. *secalis*.

Болезнь развивается на листьях, стеблях, листовых влагалищах, а в благоприятные для возбудителя

годы и на колосьях в виде налета, сначала белого паутинистого, расположенного отдельными участками, затем плотного ватообразного серовато-бурого цвета (рисунок 4).

Начиная с фазы колошения, на налете образуются черные точки, которые представляют собой плодовые тела – клейстотеции.

В период вегетации гриб распространяется конидиями. Заражение происходит при температуре +3...+30 °С и относительной влажности воздуха 50–100 %. Инкубационный период – 3–11 дней.

Болезнь приводит к уменьшению ассимиляционной поверхности листьев, разрушению хлорофилла и других пигментов, преждевременному отмиранию листьев, снижению кустистости, позднему колошению, ускорению созревания и в итоге – к пустоколосости и шуплости зерна; потери урожая достигают 10–15 % (Билай и др., 1988).

В растительных образцах (листья), отобранных в Брестской области, идентифицирован возбудитель *Pyrenophora teres* f. *maculata* – половая стадия возбудителя сетчатой пятнистости ячменя, листовая инфекция. Вызывает сетчатую пятнистость гриб *Helminthosporium teres* Sacc. = *Drechslera teres* Ito., который относится к отделу *Anamorphic fungi*, классу *Hyphomycetes*, порядку *Hyphomycetales*, он имеет узкоцилиндрические, светло-оливковые конидии с 3–8-ю перегородками. Половая стадия (телеоморфа) – *Pyrenophora teres* Drechsler (отдел *Ascomycota*, класс *Loculoascomycetes*, порядок *Pleosporales*). Псевдотеции покрыты темными щетинками. Аски булавовидные, с округлой вершиной. Аскоспоры светло-коричневые, эллипсоидальные, с 3–4 поперечными и одной продольной в центральной клетке перегородками.

Источниками инфекции являются: семена – в них сохраняется мицелий, а на поверхности – конидии; пораженные растительные остатки, где сохраняются мицелий, конидии, иногда псевдотеции, особенно на стерне, где ячмень высевался как покровная культура многолетних трав; растения озимого ячменя – на них зимует грибок в форме мицелия.

Первичное заражение осуществляется конидиями или аскоспорами; вторичное заражение – конидиями.



**Рисунок 3 –
Карликовая ржавчина**



**Рисунок 4 –
Мучнистая роса**



**Рисунок 5 –
Сетчатая пятнистость**

Новая генерация конидий образуется на 5–20-й день в зависимости от погодных условий.

Спороношение на листьях ячменя появляется при 100%-ной относительной влажности воздуха в диапазоне температур от +15 до +25 °С; оптимальной температурой является +22 °С. Инфекция развивается сильнее при продолжительном периоде высокой относительной влажности воздуха (10–30 ч и более).

Поражаются листья, на них характерные темно-коричневые пятна сетчатой структуры, хорошо видной на просвет (рисунок 5).

Во влажных условиях на пятнах наблюдается темно-серый налет, который представлен конидиальным спороношением возбудителя. Максимального развития сетчатая пятнистость достигает в фазе цветения – налива зерна, ускоряя созревание зерна и обуславливая щуплость колоса. Сильное поражение приводит к полной некротизации листьев и их усыханию, что является причиной снижения массы зерна. Вредоносность болезни проявляется также в уменьшении количества колосьев и зерен в колосе. Потери урожая при эпифитотии могут достигать 45 %.

На различных частях колосьев и на зерне были обнаружены грибы *Cladosporium* sp., характеризующиеся высокой степенью генетического сходства с видом *Cladosporium herbarum*, выделенным из зерна образцов, отобранных в РНДУП «Полесский институт растениеводства», а также *Alternaria infectoria* и *Blumeria graminis*.

Cladosporium herbarum относится к отделу *Deuteromycota*, классу *Hyphomycetes*, порядку *Hyphomycetales*, являясь плесневым грибом, продуцирует вредные для организма человека вещества из группы афлотоксинов, обладающие канцерогенными и аллергенными свойствами. На зерновых культурах вызывает болезнь оливковая плесень или кладоспориоз. Данный вид характеризуется слабыми паразитическими и ярко выраженными сапрофитными свойствами. Развитие болезни, как правило, начинается в самом конце вегетации на стареющих растениях. Инфекция сохраняется в виде конидий и мицелия на растительных остатках [15].

C. herbarum на колосковых чешуях формирует распростертые, оливково-коричневые, бархатистые дерновинки. Конидиеносцы узловатые, бледно- до средне-оливково-коричневых, гладкие, длиной до 250 мкм, толщиной 3–6 мкм. Конидии в длинных, часто ветвящихся цепочках, эллиптические, продолговатые с закругленными концами, от бледно- до оливково-коричневых, мелкобуборчатые, одноклеточные, иногда с перегородкой, 5–23 × 3–8 мкм, с маленьким рубчиком на одном или обоих концах [16].

Максимальные потери урожая зерна могут достигать 10–15 %, ухудшается его качество, снижается всхожесть семян. Развитию болезни способствуют холодная сырая погода, ослабленность растений, поражение растений другими болезнями, полегание посевов, запаздывание с уборкой [12].

В сельскохозяйственной продукции, зараженной видами рода *Alternaria*, могут накапливаться значительные количества микотоксинов. В то же время не существует достоверных случаев обнаружения каких-либо известных токсинов у *A. infectoria*. Кроме отсутствия известных микро- и фитотоксинов, для видов комплекса '*A. infectoria*' свойственна низкая патогенность по отношению к растениям, в большинстве своем это сапротрофы [1].

Alternaria infectoria относится к отделу *Deuteromycota*, классу *Hyphomycetes*, порядку *Hyphomycetales*, вызывает «чернь колоса», при поражении зерна может стать причиной «черного зародыша», что значительно ухудшает его посевные качества. Обнаруживается на колосьях, начиная с фазы молочной спелости зерна, в виде темно-бурого, черного налета [13].

Виды рода *Alternaria* имеют оливковые простые, реже ветвящиеся первичные конидиеносцы – 10–125 × 3 мкм, с 1–6 конидиогенными локусами, одиночные, иногда в небольших группах. Конидии в простых или ветвящихся цепочках, от светло-оливковых до темно-коричневых, обратнойцевидные, эллиптические или обратнобулавовидные при появлении на вершине конидии вторичного конидиеносца (шейки, клюва). Поперечных перегородок – 3–10, продольных – 1–5. На естественном субстрате корпусе составляет 30–75 × 10–16 мкм, в культуре – 20–40 × 8–12 мкм. На искусственных питательных средах, бедных углеводами, разные виды различаются типом цепочек конидий. Цепочки конидий *A. infectoria* ветвящиеся, конидии часто имеют длинные апикальные вторичные конидиеносцы (20–60 мкм), несущие по 2–4 конидиогенных локуса [18, 19].

Заключение

Молекулярно-генетический анализ микофлоры образцов растительного материала озимого ячменя, отобранных в различных агроклиматических зонах Республики Беларусь, позволил идентифицировать 11 видов микроорганизмов. В тканях корней были обнаружены четыре вида. Листья были поражены тремя видами. На стеблях растений выявлен дрожжеподобный организм. Колосья были инфицированы тремя видами грибов.

Установлены некоторые различия видового состава фитопатогенов в зависимости от места отбора образцов. Так, если возбудители карликовой ржавчины и ринхоспориоза, или окаймленной пятнистости листьев, ячменя встречались почти во всех представленных образцах, то половая стадия возбудителя сетчатой пятнистости ячменя – только в образцах растительного материала, отобранных в Брестской области. Возбудитель мучнистой росы был идентифицирован в листьях образцов, полученных с опытного поля НПЦ НАН Беларуси по земледелию.

Литература

1. Ганнибал, Ф. Б. *Alternaria* spp. в семенах зерновых культур в России / Ф. Б. Ганнибал // Микол. и фитопатол. – 2008. – Т. 42. – Вып. 4. – С. 359–368.
2. Дорошенко, Е. С. Скрининг селекционного и коллекционного материала озимого и ярового ячменя по устойчивости к мучнистой росе и гелиминтоспориозным пятнистостям / Е. С. Дорошенко, П. И. Костылев, Н. В. Шишкин // Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии: сб. материалов Междунар. науч. конф. и молодеж. науч. конф. памяти чл.-корр. РАН Д. Г. Матишова. – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2016. – С. 424–426.
3. Дьяков, Ю. Т. Общая и молекулярная фитопатология / Ю. Т. Дьяков. – М.: Общ-во фитопатологов, 2001. – 301 с.
4. Изменение видового состава возбудителей листовых болезней ячменя в России и Беларуси / О. С. Афанасенко [и др.] // Современная микология в России. – 2015. – Т. 5. – С. 5–7.
5. Лукашина, С. Г. Эффективность стробилуриносодержащих фунгицидов против листовых болезней озимого ячменя / С. Г. Лукашина, Н. Н. Остапенко, А. А. Калинина // Защита и карантин растений. – 2013. – № 2. – С. 32–34.
6. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / Билай В. И. [и др.]; под ред. В. И. Билай. – Киев: Наук. думка, 1988. – 552 с.

7. Озимый ячмень / Л. Райнер [и др.]; пер. с нем. и предисл. В. И. Пономарева. – М.: Колос, 1980. – 214 с.
8. Озимый ячмень. Интенсивная технология: практ. рук-во. – М.: Агропромиздат, 1988. – 80 с.
9. Поражаемость сортов озимого ячменя листовыми болезнями в условиях южной зоны Ростовской области / Е. С. Дорошенко [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 3. – С. 67–70.
10. Рамуляриоз – новая болезнь ячменя / О. Афанасенко [и др.] // Фермер [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://fermer.org.ua/stati/rastenievodstvo/agronomija/gamuljarioz-novaja-bolezn-jachmenja-11070.html>. – Дата доступа: 03.03.2018.
11. Сельскохозяйственная фитопатология / В. Ф. Пересыпкин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.
12. Сельскохозяйственная фитопатология: учеб. пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 581 с.
13. Семенкова, И. Г. Фитопатология: учебн. / И. Г. Семенкова, Э. С. Соколова. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 480 с.
14. Сиренко, А. С. Защита озимого ячменя от болезней в интенсивном земледелии Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / А. С. Сиренко; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб.-Пушкин, 1994. – 24 с.
15. Станчева, Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур. 3. Болезни полевых культур / Й. Станчева; пер. с болгар. Г. Даниловой; ред. рус. изд-ния: А. С. Васютин, Л. В. Ширина, О. А. Кулич. – София-Москва: Пенсофт, 2003–175 с.
16. Учебно-методическое пособие по диагностике основных грибных болезней хлебных злаков / Т. И. Ишкова [и др.]. – СПб.: ВИЗР, 2001. – 76 с.
17. Liljeroth, E. Seed Treatment of Barley with *Idriella bollei* causes Systemically Enhanced against Root and Leaf Infection by *Bipolaris sorokiniana* / E. Liljeroth, T. Bryngelsson // Biocontrol Science and Technology. – 12 (2). – March 2002. – P. 235–249.
18. Simmons, E. G. Alternaria themes and variations (22.26) / E. G. Simmons // Mycotaxon. – 1986. – Vol. 25 (1). – P. 287–308.
19. Simmons, E. G. Alternaria themes and variations (27.53) / E. G. Simmons // Mycotaxon. – 1990. – Vol. 37. – P. 79–119.

УДК 635.21:632.93:632.3/7

Комплекс защитных мероприятий от вредных организмов, улучшающий фитосанитарное состояние картофеля

*В. И. Халаева, кандидат с.-х. наук, М. В. Конопацкая, старший научный сотрудник,
Г. М. Середя, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений*

(Дата поступления статьи в редакцию 13.05.2019 г.)

В ходе выполнения исследований установлено, что проведенный в период вегетации комплекс защитных мероприятий улучшил фитосанитарное состояние как посадок, так и клубней картофеля. Биологическая эффективность фунгицидной защиты культуры от фитофтороза составила 60,6 %, от ризоктониоза на подземной части растений – 61,3 %, а на столонах – 75,8 %. Выявлено, что при уборке распространенность смешанной гнили на клубнях снизилась до 0,3 %, развитие ризоктониоза – на 47,5 %, поврежденность проволоочниками – на 77,3 %. Сохраненный урожай составил 193,0 ц/га клубней.

Введение

В картофелеводстве основной проблемой является получение высокого и качественного урожая клубней для разного целевого использования. Причем качество посадок и клубней обусловлено комплексом факторов [17] и регламентируется для семенного картофеля требованиями СТБ 1224–2000 [15], для продовольственного – ГОСТом 7176–85 и для технического – ГОСТом 26832–86 [4]. Одной из причин, ограничивающих продуктивность культуры и влияющих на качественные показатели клубней, является широкое распространение болезней и вредителей [2, 18], ежегодно приводящих к потере урожая от 15,0 до 100 % [3, 5].

Следует отметить, что вегетативное размножение картофеля дает возможность постоянного существования возбудителей болезней в паразитически активной форме: на ботве в период вегетации и в клубнях во время хранения. В то же время многие фитопатогенные микроорганизмы существуют не только в явной, но и в скрытой (латентной) форме, накапливаясь и передаваясь последующему клубневому поколению [13].

In the course of research, it is determined that the complex of protective measures carried out during the growing season has improved the phytosanitary condition of both potato plantings and tubers. The biological effectiveness of the fungicidal protection of the crop against late blight has made 60,6 %, rhizoctoniose on the underground part of the plants – 61,3 % and on the stolons – 75,8 %. It is revealed that during harvesting, the incidence of mixed rot on tubers has decreased about 0,3 %, the rhizoctoniose development – for 47,5 %, elaters damage – for 77,3 %. The preserved yield has made 193,0 cwt/ha of tubers.

Наиболее распространенными болезнями, определяющими качество клубней картофеля, являются грибные (фузариоз, фомоз, парша серебристая, ризоктониоз, антракноз и другие) и бактериальные (черная ножка, мокрые гнили и другие). Из вредителей существенное значение имеют проволоочники – личинки жуков-щелкунов. В период вегетации культуры основным фактором, ограничивающим ее продуктивность, является фитофтороз [6].

Самым эффективным и быстрым способом ограничения вредоносности фитопатогенов является химический метод защиты, который в технологии возделывания картофеля начинается с предпосадочной обработки клубней, позволяющей не только повысить урожайность и качество клубней, но и значительно снизить численность вредителей и развитие почвенно-клубневой инфекции [11]. Ограничение вредоносности фитофтороза достигается путем применения в период вегетации фунгицидов. Кроме того, в отрасли картофелеводства для повышения урожайности массово используются комплексные микроудобрения, приме-