

عوامل بیماری‌زا را به دو دسته عوامل زنده و عوامل غیر زنده تقسیم می‌کنند. از جمله مهم‌ترین عوامل زنده موجب بیماری یا عوامل بیماری‌زای زنده، قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها و نماتودها (نماتودها) هستند. عوامل بیماری‌زای غیر زنده شامل عوامل نامساعد محیطی برای رشد (کاهش یا افزایش دما، یخبندان، تگرگ، کمبود یا زیادی آب، آلودگی هوا و ...)، مسمومیت ناشی از خاک مانند: کمبود و بیشبود عناصر غذایی و ... است.



شکل ۱- کاهش سطح فتوسنتزی برگ‌ها

بروز بیماری در مزرعه، از رشد طبیعی گیاهان جلوگیری می‌کند، سطح فعال فتوسنتزی برگ‌ها را به شدت کاهش می‌دهد (شکل ۱)، مقدار عملکرد و کیفیت محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در موارد متعددی بیماری گسترده روی یک محصول در یک مزرعه اثرات یا تبعاتی طولانی مدت بر اراضی و نظام کشاورزی منطقه داشته است. چرا که عامل بیماری‌زا در خاک و بقایای گیاهی باقی مانده و به دلیل چند میزبان بودن، گیاهان جدید کشت شده را هم بیمار

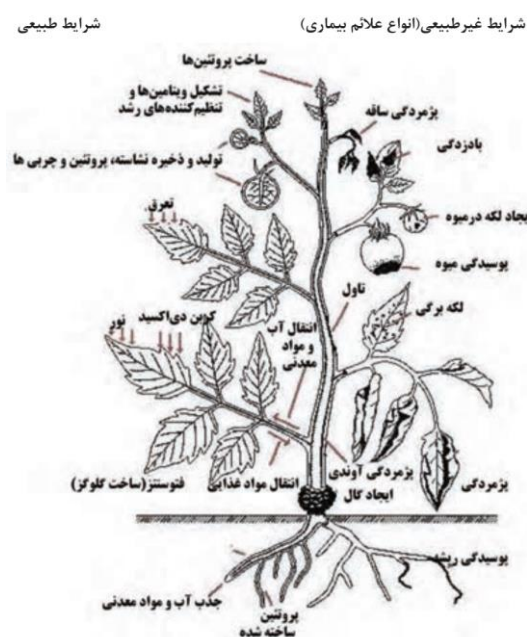
نموده است. در طول تاریخ انواع بیماری‌های گیاهی وجود داشته‌اند که منجر به قحطی و فاجعه انسانی شده‌اند؛ به ترتیبی که همین عمل موجب مهاجرت‌های گسترده، اعتراضات عمومی، و تحولات عظیمی در تاریخ شده است.

علائم یا نشانه‌های انواع بیماری‌های گیاهی

علائم بیماری‌ها در پاسخ به عوامل بیماری‌زا در گیاه ایجاد می‌شوند. اولین گام در تشخیص بیماری، شناسایی علائم یا نشانه‌های بیماری می‌باشد.

باید توجه داشت که یک عامل بیماری نمی‌تواند تمام گیاهان زراعی را بیمار کند و هر گیاه به بیماری‌های خاصی دچار می‌شود.

همچنین علائم یک عامل بیماری‌زا در گیاهان مختلف، ممکن است متفاوت باشد (شکل ۶).



انواع عوامل بیماریزا در کشاورزی

عوامل بیماریزای گیاهی به دو گروه بزرگ شامل عوامل زنده و عوامل غیرزنده تقسیم می‌شوند.

عوامل بیماریزای زنده

عوامل بیماریزای زنده که به آنها پاتوژن گفته می‌شود، اغلب موجودات میکروسکوپی هستند. مهم‌ترین پاتوژن‌های گیاهی بر اساس اهمیت در کشاورزی، عبارتند از:

قارچ‌ها:



قارچ‌ها موجوداتی تک یاخته‌ای یا پر یاخته‌ای میکروسکوپی هستند. آنزیم‌های قوی برای هضم و جذب مواد غذایی، مصرف دارند. پیکره بیشتر قارچ‌ها از رشته‌هایی به نام ریشه تشکیل شده‌است. به مجموعه این ریشه‌ها، میسلیوم گفته می‌شود (شکل ۱۶). و دارای اندامی به نام مکینه هستند که از طریق این اندام، مواد را جذب می‌کنند.

شکل ۱۶- رشته‌های باریک و پراکنده (میسلیوم) قارچ



اغلب قارچ‌ها در چرخه زندگی، تولید اندام مقاومی به نام اسپور می‌نمایند. اسپورها در تحمل شرایط نامساعد و گسترش قارچ‌ها، نقش بسیار مؤثر دارند. انواع قارچ‌ها، گندرو (شکل ۱۷)، بیماریزا و یا مفید هستند. انواع بیماری‌های زنگ، سیاهک، سفیدک و برخی از بوته میری‌ها، قارچی هستند.

شکل ۱۷- ریشه‌های قارچ در حالت گسترش وسیع

طی بروز بیماری قارچی، پژمردگی و سبز خشکی و خوردگی ریشه‌ها می‌تواند ایجاد شود. گیاهان نوزده رسته به بیماری‌های قارچی حساس‌ترند و کشاورز را مجبور به واکاری می‌کنند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- نمونه‌هایی از بیماری قارچی در مرحله توسعه یافته یا خسارت شدید

رشد قارچ‌ها تا حد بسیار زیادی به وجود آب آزاد وابسته است. بنابراین کنترل رطوبت محیط در کنترل آنها بسیار کمک کننده است.

ویروس‌ها

ویروس‌ها سلول نیستند؛ بلکه موجوداتی حدواسط بین زنده و غیر زنده هستند و تنها ریخته ارثی دارند که فقط در بدن موجود زنده می‌توانند فعالیت کنند و به صورت انگل اجباری وارد سلول میزبان می‌شوند و طی تکثیر در آن، موجب بیماری میزبان می‌گردند.

علائم بیماری‌های ویروسی به صورت اختلال در رشد، کوتولگی، موزاییکی شدن رنگ برگ‌ها (مثل ویروس موزاییک خیار)، رشد بی‌قاعده (بدشکلی) می‌باشد (شکل ۲۰).



شکل ۲۰ - برخی از علائم ناشی از بیماری‌های ویروس‌ها در گیاهان

باکتری‌ها

باکتری‌ها موجودات میکروسکوپی تک یاخته‌ای با دیواره سلولی محکم هستند. برخی از آنها دارای کپسول هستند که آنها را از شرایط نامناسب حفاظت می‌کند و قابلیت بیماری‌زایی آنها را بیشتر می‌کند. گرما و رطوبت بالای هوا، موجب انتشار آنها می‌شود. علائم بیماری‌های باکتریایی شامل شانکر، پژمردگی، بلایت، لکه برگ‌گی گال و لهیدگی نرم است (شکل ۲۱). باکتری برای ورود به گیاه باید از زخم‌ها یا روزنه‌ها وارد شود.



شکل ۲۱ - نمونه‌هایی از علائم بیماری‌های باکتریایی در گیاهان

بیماریهای گندم:

زنگ‌های گندم (Wheat Rusts)

گندم توسط سه زنگ ساقه (سیاه)، زنگ برگ (قهوه‌ای) و نواری (زرد) آلوده می‌شود. این زنگ‌ها در تمام نواحی کشت گندم وجود دارند و اهمیت آنها از یک منطقه به منطقه دیگر متفاوت بوده و بستگی به شرایط آب و هوایی و درجه مقاومت ارقام کشت شده دارد.

زنگ ساقه (Black or stem rust)

این زنگ از خسارت‌زاترین زنگ‌های گندم در جهان است که می‌تواند تمام اندام‌های هوایی گیاهان (ساقه، برگ، غلاف، ریشک و پوشه‌ها) را مورد حمله قرار می‌دهد، ولی ساقه به شدت آلوده می‌شود. در سال‌هایی که شرایط برای توسعه بیماری و وقوع اپیدمی مناسب است، میزان خسارت وارده بسیار زیاد می‌باشد. خسارت وارده به دلیل از دست رفتن نواحی فتوسنتز کننده، اختلال در انتقال آب و مواد غذایی، از دست رفتن زیاد آب از گیاه در زمانی که آب برای رسیدن دانه‌ها به مقدار زیادی مورد نیاز است، کاهش رشد ریشه و خوابیدن و شکسته شدن ساقه است. عامل بیماری علاوه بر گندم به ارقام زراعی جو، چاودار، تعدادی از گیاهان خانواده گندمیان مانند جو وحشی (*Hordeum jubatum*) و گونه‌های *Aegilops* هم حمله می‌کند. قارچ عامل بیماری بخشی از چرخه زندگی خود را روی گیاه میزبان واسط (گونه‌های زرشک و ماهونیا) تکمیل می‌کند. زرشک ژاپنی یا *Berberis thunbergii* به این بیماری مصون است.

نشانه‌های بیماری

در اوایل فصل رشدی، جوش‌های بیضی شکل کشیده و یا دوکی شکل در محور طولی ساقه، برگ یا غلاف و گاهی روی پوشه‌ها و ریشک‌ها دیده می‌شوند که جوش‌های یوریدیومی (*uredium*) نامیده شده‌اند و به ابعاد 10×3 میلی‌متر هستند. اپیدرم پوشاننده این جوش‌ها بعد از مدتی پاره شده و گرد قرمز آجری رنگی را آشکار می‌کند که یوریدیوسپورهای قارچ هستند (جوش‌های یوریدیومی کاملاً شکوفا هستند و بافتهای اپیدرمی در حاشیه‌های آنها پاره شده است). جوشها در هر دو سطح برگ تشکیل شده ولی جوشهای سطح زیرین برگ بزرگتر هستند. در اواخر فصل و با بلوغ میزبان، جوش‌ها به رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه تغییر می‌یابند که تلوم (*telium*) نامیده می‌شوند و حاوی تلوسپورهای قارچ هستند. تلوم‌ها یا به طور جدا از یوریدیوم‌ها تشکیل می‌شوند و یا جایگزین جوش‌های یوریدیومی می‌شوند. در میزبان واسطه زرشک (*Berberis vulgaris*, *B. canadensis*) نشانه‌ها به صورت نقاط یا لکه‌های زرد تا نارنجی رنگ در سطح بالایی برگ، دم‌برگ، شکوفه و میوه ظاهر می‌شوند که در این لکه‌ها اندام‌های ریز و تیره رنگ به نام پیکنیوم یا اسپرموگونیم تشکیل می‌شود.

پیکنیومها در داخل بافت فرو رفته بوده و تنها روزنه آنها در بیرون از میزبان قرار دارد. اسپرماسی ها به صورت قطرات کوچک از داخل آنها خارج می شوند. در سطح زیرین برگ (و زیر اسپرموگونیموها)، روی دمبرگ و میوه گروهی از اندامهای فنجان یا شاخ مانند تشکیل می شوند که اسیوم (aecium) نامیده شده اند. بافت آلوده مقداری متورم است. گیاهان آلوده به زنگ تعداد پنجه کمتری داشته و بذرهایی کمتری در هر سنبله تولید می کنند. بذرها معمولاً چروکیده بوده، کیفیت آردی ضعیفی داشته و ارزش غذایی پایینی دارند. گیاهان شدیداً آلوده ممکن است بمیرند. آلودگی شدید گیاهچه ها در گندم های زمستانه ممکن است گیاهان را ضعیف نموده و آنها را نسبت به سرمای زمستانه حساس کند. در مواردی آلودگی شدید ساقه موجب تضعیف ساقه و شکستن آن از محل آلودگی می شود.

عامل بیماری

قارچ *Puccinia graminis f. sp. tritici* عامل بیماری است که یک قارچ ماکروسیکلیک و دگر پایه است. مراحل اسپرموگونیمی و اسیومی روی گونه های زرشک و ماهونیا و مراحل یوریدیومی و تلیومی روی گندم، جو، چاودار، تریتیکاله و تعدادی از گندمیان دیگر تشکیل می شوند. بسیاری از قارچ های مولد زنگ، انگل های اجباری بسیار تخصص یافته ای هستند که تنها تعدادی از جنس ها و یا تنها بعضی از واریته های گیاهان را آلوده می کنند. قارچ های مولد زنگ که از نظر مورفولوژیکی یکی بوده ولی به جنس های مختلف میزبان حمله می کنند به عنوان فرم های اختصاصی (f. sp. = formae specialis) شناخته می شوند. در داخل هر کدام از این فرم های تخصصی، تعداد زیادی نژاد فیزیولوژیک (بیماریزا) وجود دارد که تنها به بعضی از واریته ها (ارقام) در یک گونه حمله می کنند و می توان آنها را از طریق آلوده سازی تعدادی از میزبان های مشخص افتراقی (differential hosts) و بررسی میزان و تیپ آلودگی تشخیص داد. 12 رقم افتراقی بین المللی یا استاندارد و 13 رقم افتراقی تکمیلی (supplemental hosts) در جهان وجود دارند. بیش از 300 نژاد در جهان شناسایی شده اند که هر کدام به رقم خاصی حمله می کند (*P. graminis f. sp. avenae* عامل زنگ یولاف و *P. graminis f. sp. secalis* عامل زنگ چاودار هستند).

یوریدیوسپورها قرمز مایل به نارنجی، بیضی شکل یا تخم مرغی، با 4 سوراخ تندشی استوایی و با سطح خاردار هستند که به آسانی از پایه جدا می شوند و ابعاد آنها $21-40 \times 15-24$ میکرومتر است. تلیوسپورها بیضی تا گریزی شکل، قهوه ای تیره و دو سلولی بوده، دیواره هاگ صاف، ضخیم و با مقداری فرو رفتگی در محل دیواره عرضی است. انتهای سلول بالایی برآمده، نوک تیز و با ضخامت انتهایی است. منفذ تندش در هر سلول یک عدد بوده که در سلول بالایی در نوک و در سلول پایینی در بخش جانبی قرار دارد. ابعاد تلیوسپور $40-60 \times 15-20$ میکرومتر است. تلیوسپور دارای یک دوره کمون است که تا چند هفته طول می کشد. هر سلول تلیوسپور جوانه زده و تولید بازیدیوم کوتاه می کند و بازیدیوسپورها در نوک استریگما بوجود می آیند. اسپرموگونیموها در سطح بالایی برگ زرشک به صورت اندام های کوزه ای شکل تشکیل می شوند که در بخش داخلی تولید سلول های باریک و بی رنگ به نام اسپرماسی را می کنند. بعلاوه از دهانه آنها تعدادی رشته ریشه مانند به نام رشته پذیرنده خارج می شود که در عمل آمیزش مسئول هستند. اسیومها در سطح زیرین برگ زرشک

تشکیل می‌شوند که به صورت اندام‌های زنگوله‌ای شکل وارونه و زرد رنگ هستند که تا 5 میلی‌متر هم از سطح زیرین برگ بیرون زده‌اند. اسیوسپورها به صورت زنجیرهای دراز و خشک تشکیل شده، چند وجهی تا نسبتاً کروی بوده و به ابعاد $16-23 \times 15-19$ میکرومتر هستند. اسیوسپورها سطح صاف داشته و رنگ آنها زرد روشن است.

بیولوژی

زمستانگذرانی قارچ در نواحی سردسیر به صورت تلیوسپور در بقایای آلوده گندم صورت می‌گیرد. در اوایل بهار همزمان با جوانه زدن زرشک، تلیوسپورها هم جوانه می‌زنند. هر کدام از سلول‌های تلیوسپور دیکاریوتیک بوده و قبل از حوانه‌زنی با عمل کاریوگامی دیپلوئید می‌شوند. با حوانه‌زنی، از محل منافذ تندشی تلیوسپور، رشته‌های کوتاهی به نام بازیدیوم خارج می‌شود و هسته دیپلوئید وارد بازیدیوم شده و میوز در بازیدیوم انجام می‌شود. چهار هسته تشکیل شده در بازیدیوم پخش شده و با تشکیل سه دیواره عرضی، بازیدیوم به چهار سلول تک هسته‌ای تقسیم می‌شود. از هر سلول یک استریگما خارج شده و در انتها، بازیدیوسپورهای هاپلوئید تشکیل می‌شوند. بازیدیوسپورها با فشار رها شده (بالیستوسپور) و توسط جریانات باد روی برگهای زرشک یا ماهونیا منتقل می‌شوند و با حوانه‌زنی آنها را به طور مستقیم آلوده می‌کنند. میسیلیوم‌های هاپلوئید به صورت بین سلولی رشد نموده و تولید اسپرموگونیوم‌ها را می‌کنند که اپیدرم را شکافته و روزنه آنها از سطح گیاه بیرون می‌زنند.

ریسه‌های پذیرنده از روزنه آنها خارج شده و به بیرون امتداد دارند. اسپرماسی‌ها که در یک مایع چسبنده غوطه‌ور هستند از دهانه اسپرموگونیوم به بیرون تراوش می‌کنند. حشرات به این قطرات جلب می‌شوند و بعد از تماس با آنها موجب انتشار اسپرماسی‌ها به دیگر ریسه‌های پذیرنده می‌شوند. با توجه به اینکه هر اسپرموگونیوم از جوانه‌زنی یک بازیدیوسپور تشکیل شده است، بنابراین تمام اندام‌های موجود در اسپرموگونیوم از نظر ژنتیکی مشابه هستند و اسپرماسی یک اسپرموگونیوم قادر به تلقیح ریسه‌های پذیرنده همان اسپرموگونیوم نیست و باید به روشی به ریسه‌های پذیرنده سازگار دیگر منتقل شود (عمل انتقال توسط حشرات، آب باران و یا قطرات شبنم جاری شده در سطح برگ صورت می‌گیرد). رشته‌های پذیرنده به صورت لوله‌های تو خالی هستند که از

سلول‌های هاپلوئید دیواره اسپرموگونیوم بوجود آمده‌اند. با قرار گرفتن اسپرماسی روی ریسه پذیرنده سازگار، دیواره‌ها در محل تماس حل شده و هسته اسپرماسی وارد ریسه پذیرنده می‌شود (اسپرماتیزاسیون) و در مجاورت هسته سلول هاپلوئید تولید کننده ریسه پذیرنده قرار می‌گیرد و از این رو، اولین سلول دیکاریوت می‌شود. هسته تازه وارد شده با تقسیمات میتوزی تکثیر یافته و سلول‌های هاپلوئید مجاور را نیز دو هسته‌ای می‌کند.

میسیلیوم‌های دو هسته‌ای در بافت برگ رشد نموده و توده ضخیم میسیلیومی را تشکیل می‌دهند که به اسیوم‌ها تبدیل خواهند شد. اسیوم‌ها به صورت گروهی تشکیل شده و به خارج از سطح برگ امتداد می‌یابند. سلول‌های قاعده‌ای اسیوم به طور متوالی تقسیم شده و زنجیرهای اسیوسپوری را تولید می‌کنند که توسط باد و حشرات به غلات منتقل شده و موجب آلودگی آنها می‌شوند. اسیوسپورها دو هسته‌ای بوده و بلافاصله قادر به عمل

حوانه‌زنی هستند. دمای 16-18 درجه سلسیوس برای آنها مناسب است. لوله تندش حاصل از حوانه‌زنی اسیوسپورها از راه روزنه‌ها وارد بافت گندم شده و میسیلیوم به صورت بین سلولی رشد می‌کند. بعد از مدتی

توده میسلیومی متراکمی در زیر اپیدرم تجمع می‌یابد و جوش‌های یوریدیومی را تشکیل می‌دهد. یوریدیوسپورها در آنها تشکیل شده و با فشار به اپیدرم موجب پاره شدن آن شده و یوریدیوسپورهای به رنگ زنگ را آشکار می‌کنند که به راحتی توسط جریانات باد پخش شده و آلودگی‌ها را تکرار می‌کنند. یوریدیوسپورها (کنیدیوم‌ها) می‌توانند تا چند صد کیلومتر فاصله را طی کنند و در صورت وجود شبنم، یک لایه نازک از آب در سطح گیاه و یا رطوبت نسبی در حد اشباع، جوانه زده و گیاهان گندم را دوباره آلوده می‌کنند. بسیاری از خسارات وارده به گندم و کاهش عملکرد به دلیل آلودگی‌های یوریدیوسپوری است. گیاهان آلوده به زنگ به دلیل تعرق زیاد و حذف آب از سطوح ترکیده گندم، مصرف مواد غذایی و آب توسط پاتوژن خسارت می‌بینند. تنفس گیاهان در طی تشکیل یوریدیوسپورها به سرعت افزایش می‌یابد و بعد به پایین‌تر از سطح عادی می‌رسد. فتوستتیز به دلیل تخریب بافت‌های گیاهی شدیداً کم می‌شود. آلودگی به بیماری سبب زودرسی گیاه شده و زمان مورد نیاز را برای پر شدن دانه‌ها کوتاه می‌کند. آلودگی قبل و یا در طی مرحله گلدهی به گیاه شدیداً خسارت می‌زند و در مواردی باعث نابودی کامل محصول می‌شود. اگر آلودگی بعد از این زمان اتفاق افتد، میزان خسارت کاهش می‌یابد. با بلوغ گیاهان، تلیوسپورها به جای یوریدیوسپورها و یا مستقل از آنها تشکیل می‌شوند. تلیوسپورها بلافاصله جوانه نمی‌زنند و مرحله بقا قارچ را تشکیل می‌دهند. (یخ زدن و ذوب شدن در طی زمستان برای شکسته شدن دوره دورمانسی تلیوسپور لازم است). با توجه به اینکه کاریوگامی در تلیوسپور روی می‌دهد، ممکن است از طریق نوترکیبی‌های ژنتیکی نژادهای جدیدی از پاتوژن بوجود آیند. عوامل دیگر موثر در ایجاد نوترکیبی شامل جهش و هیبریداسیون رویشی بین نژادهای مختلف هستند. مراحل جنسی قارچ روی میزبان‌های واسط هستند که می‌توانند به عنوان منبع ایجاد نژادهای جدید و منبع آلاینده در اوایل فصل بهار توسط اسپورسپورها عمل کنند. در اقلیم‌های ملایم، بقا می‌تواند به صورت یوریدیوسپور هم باشد. تعداد زیاد یوریدیوسپورها و انتشار موثر آنها با باد زنگ‌ها را به پارازیت‌های موفقی تبدیل نموده است. رشد مطلوب زنگ ساقه در دمای 24-26 درجه صورت می‌گیرد (در کمتر از 15 و بیشتر از 40 درجه سلسیوس رشد متوقف می‌شود) و تاخیر در بلوغ گیاهان به پیشروی بیماری کمک می‌کند. این زنگ در مناطقی که در فصل تابستان بارندگی بیشتری دارند در مقایسه با مناطقی که در فصل زمستان بارندگی بیشتری دارند، شدیدتر است.

کنترل زنگ‌ها

موثرترین و تنها روش عملی کنترل زنگ‌ها استفاده از ارقام مقاوم است. وراثت پذیری مقاومت به زنگ‌ها از مدت‌ها قبل شناخته شده بود و به نژاد گران برای تولید گندم‌های مقاوم از آنها استفاده زیادی نموده‌اند. ارقام مقاوم که آزاد می‌شوند به دلیل مقاومت به بیماری به طور وسیعی استفاده می‌شوند و به دلیل فشار انتخاب وارده به پاتوژن، نژادهای جدیدی از پاتوژن ظاهر می‌شوند که مقاومت را می‌شکنند. از این رو، اصلاح برای مقاومت کاری مداوم است. تلاش‌های فعلی بیشتر بر تولید ارقام با مقاومت غیر اختصاصی (چند ژنی) است که می‌توانند تا مدت‌ها پایدار بمانند. یک حالت موفق از مقاومت چند ژنی به نام کند زنگی (slow rusting) نامیده شده است. رقم قدس بیشترین تحمل و آزادی کمترین تحمل به زنگ زرد را دارا هستند.

ریشه‌کن کردن میزبان‌های واسط موجب قطع چرخه زندگی عامل بیماریزا شده و به دلایل بازداری از ایجاد نژادهای جدید عامل بیماری از طریق نوترکیبی‌های جنسی و همچنین عدم تولید اینوکولوم آلوده کننده (اسپورورها) در اول فصل موجب کاهش بیماری می‌شوند و پایداری ارقام زراعی افزایش می‌یابد. البته به دلیل مشکلات مرتبط با ریشه کنی میزبان‌های واسط و امکان بقا به روشهای دیگر مانند میسلیوم و یوریدیوسپور و انتقال یوریدیوسپورها از دیگر مناطق، تاثیر این روش کاهش می‌یابد.

کشت زود هنگام گندم بهاره به دلیل رشد کافی آن به هنگام شیوع بیماری موجب فرار از بیماری می‌شود. اگر فسفر کافی به گیاه داده شود، بلوغ گیاه زودتر انجام شده و از بیماری فرار می‌کند. استفاده مناسب از کودهای ازته و پتاسه به کنترل بیماری کمک می‌کند. گزارشاتی از هیپرپرازیت بودن قارچ پیکنیدیومی *Darluca filum* روی زنگ‌ها وجود دارد ولی به دلیل رشد کند آن، نمی‌تواند عامل خوب بیوکنترل محسوب شود. تعدادی از قارچکش‌ها به عنوان ضد عفونی کننده بذر و یا با پاشیدن روی گیاه برای جلوگیری از آلودگی به زنگ‌ها معرفی شده‌اند. گوگرد، زینب و مانکوزب (مخلوط یون روی و مانب) می‌توانند به طور موثری زنگ را کنترل کنند، ولی برای تکمیل کنترل باید 4-10 بار سمپاشی تکرار شود که اقتصادی نخواهد بود. البته استفاده از مانکوزب بر اساس سیستم‌های پیش‌آگاهی می‌تواند زنگ ساقه را تا میزان 75 درصد کنترل کند. استفاده از قارچکش سیستمیک تریادیمفون (بایلتون) به صورت پاشیدن روی گیاه و یا ضد عفونی بذر زنگ زرد را تا خوشه دهی کنترل نموده است. استفاده از فن پانیل (Fenpanil)، تری‌آریمول (Triarimol) و تری‌آدیمفون در اوایل توسعه بیماری باعث کنترل زنگ ساقه شده است. (برای کنترل زنگ زرد از روغن‌های امولسیون شونده سیتوت و ولک به میزان 1/5 درصد همراه با پروپیکونازول (تیلت) به میزان 0/4 لیتر در هکتار استفاده شده و شدت بیماری کاهش داده شده است). در ایران قارچکشهای تبوکونازول (فرمولاسیون فولیکور EW25%)، سایپروکونازول (فرمولاسیون آلتو) فلوتریافول (فرمولاسیون ایمپکت) و مخلوط سایپروکونازول و پروپیکونازول برای کنترل زنگ زرد گندم به ثبت رسیده‌اند.

سیاهک‌ها (Cereal Smuts or Bunts)

بیش از دو قرن است که سیاهک‌های غلات شناخته شده‌اند. هر چند که در حال حاضر به دلیل استفاده از ارقام مقاوم و کنترل شیمیایی و زراعی خسارت آنها کم شده است، ولی هنوز در سراسر دنیا دیده شده و موجب خسارت قابل توجهی به کیفیت و کمیت محصول می‌گردند. بسیاری از قارچ‌های مولد سیاهک تنها دو نوع اسپور (تلیوسپور و بازیدیوسپور) تولید می‌کنند. بازیدیوسپورها در سیاهک‌ها روی استریگما تشکیل نمی‌شوند. سیاهکهای گندم توسط 6 قارچ کاملاً اختصاصی ایجاد می‌شوند که دارای نژادهای فراوانی هستند و بر اساس تفاوت در بیماریزایی از هم تفکیک می‌شوند. تنوع در داخل گونه و نسل قارچ در اثر ایجاد نوترکیبی‌های ژنتیکی در طی تولید مثل جنسی است. نتاج حاصل از یک نسل می‌تواند از هم و والدین به دلیل ویرولنس، تخصص یافتگی میزبانی و دیگر صفات تفاوت نمایند. میزبانها به ندرت کشته می‌شوند. ریشه‌ها بین و داخل سلولها تشکیل می‌شوند و بدون مکینه هستند.

سیاهک معمولی گندم (Wheat common bunt)

سیاهک معمولی گندم که گاهی سیاهک بدبو (stinking smut) و یا سیاهک پنهان (covered smut) هم نامیده شده است، در تمام نواحی گندم خیز دنیا وجود داشته و میزان خسارت تا 30 درصد هم گزارش شده است. با توجه به اینکه بیماری نیازمند شرایط خاک مرطوب و خنک است، وقوع و میزان خسارت در گندم‌های بهاره کمتر از گندم‌های پاییزه است. سیاهک معمولی کمیت و کیفیت دانه را کاهش داده و دانه‌های گندم آلوده به سیاهک دارای بوی تند شبیه به بوی ماهی گندیده بوده (به دلیل وجود ماده تری متیل آمین) و ظاهری سیاه دارند. این بذرها ارزش کمی داشته و بازارپسند نیستند و به علت قابلیت اشتعال بالای تلیوسپورها، ممکن است در موارد شدید بیماری و به دلیل آزاد شدن تراکم بالایی از تلیوسپورها موجب انفجار در ماشین‌های کمباین شوند. علاوه بر گندم، چاودار، تریتیکاله و تعدادی از گندمیان مانند گونه‌های *Aegilops*, *Lolium*, *Elymus*, *Hordeum* و *Agropyron* به هر دو قارچ آلوده می‌شوند.

نشانه‌های بیماری

گیاهان آلوده به سیاهک معمولی اندکی کوتاه‌تر از گیاهان سالم بوده و تا زمان ظاهر شدن خوشه‌ها تفاوت قابل توجهی بین بوته‌های سالم و بیمار دیده نمی‌شود. گیاهان آلوده ممکن است سبز مایل به آبی یا خاکستری بوده ولی این تغییر رنگ چندان واضح نیست. سنبله‌های آلوده به جای اینکه سبز مایل به زرد باشند، سبز مایل به آبی‌رنگ بوده و نسبت به خوشه‌های سالم باریک‌تر هستند. پوشه‌های تعدادی و یا تمام سنبله‌ها از محور سنبله بازتر شده و زاویه بزرگتری با محور اصلی سنبله تشکیل می‌دهند. دانه‌های آلوده کوتاه‌تر و ضخیم‌تر از دانه‌های سالم بوده و به نام توپ‌های سیاهکی (bunt balls) نامیده شده‌اند که رنگ آنها قهوه‌ای مایل به خاکستری (نه زرد طلایی یا قرمز) است. پریکارپ شکننده دانه‌های آلوده در ابتدا سالم است و به هنگام برداشت پاره شده و توده‌های سیاه رنگ پودری که همان تلیوسپورها هستند را آزاد می‌کند.

عامل بیماری

سیاهک پنهان توسط دو گونه *Tilletia laevis* (*T. foetida*) و *Tilletia caries* (*T. tritici*) ایجاد می‌شود. در ایران گونه *T. laevis* غالب بوده و گونه *T. caries* کمتر است. هر دو پاتوژن می‌توانند در چاودار، تریتیکاله و گندمیانی مانند *Aegilops*, *Lolium*, *Elymus*, *Agropyron* و گونه‌های *Hordeum* آلودگی ایجاد نمایند. تلیوسپورها در گونه *Tilletia laevis* دارای دیواره صاف و در گونه *Tilletia caries* با دیواره مشبک هستند.

بیولوژی

زمستانگذرانی قارچ‌های عامل بیماری به صورت تلیوسپورها در سطح بذر یا خاک است که تا 5 سال هم قابلیت زنده ماندن دارند. با کشت بذره‌های گندم و تولید گیاهچه‌های جوان، تلیوسپورها هم جوانه می‌زنند. دمای خاک بین 5-15 درجه سلسیوس و خاک مرطوب برای جوانه‌زنی تلیوسپورها مناسب هستند. تلیوسپورها در ابتدا دو هسته‌ای هستند. با آغاز جوانه‌زنی، عمل کاریوگامی در آنها انجام شده و تبدیل به زیگوت دیپلوئید می‌شوند. جوانه‌زنی تلیوسپور منجر به تولید پرومیسیلیوم (بازیدیوم) می‌شود. هسته دیپلوئید تلیوسپور وارد پرومیسیلیوم شده و با تقسیم میوز تولید 4 هسته هاپلوئید را می‌کند و این هسته‌ها هم با تقسیمات میتوزی تکثیر می‌یابند. اغلب 8-16 اسپوری‌دیوم (بازیدیوسپور) اولیه نخ‌شکل در نوک بازیدیوم تشکیل می‌شود. اسپوری‌دیوم‌های اولیه سازگار دو به دو با هم جفت شده (به شکل H) و در روی این اندام اسپوری‌دیوم ثانویه داسی شکل و دو هسته‌ای تولید می‌شود. اسپوری‌دیوم ثانویه با فشار آزاد شده (بالیستوسپور) جوانه زده و تولید ریشه دو هسته‌ای بیماریزا را می‌کند که به طور مستقیم از منطقه کولونوپتیل به گیاه حمله کرده و به صورت بین سلولی در گیاه رشد می‌کند. (در مواردی جوانه‌زنی اسپوری‌دیوم ثانویه منجر به تولید اسپوری‌دیوم‌های ثانویه دیگر می‌شود). این میسلیوم‌ها در بافت‌های مریستمی انتهایی مخصوصاً سلول‌های جنینی گل در سنبله مستقر می‌شوند و زمستان را در حال استراحت در گیاهچه بقا می‌یابند. با شروع رشد مجدد گیاه، میسلیوم همراه با جوانه انتهایی رشد کرده و به هنگام خوشه دهی میزبان، تمام قسمت‌های خوشه را حتی قبل از خروج خوشه از غلاف آلوده می‌کند. با بلوغ گیاه میسلیوم‌ها افزایش یافته و تمام محتویات سلول‌های دانه را مصرف می‌کنند ولی به پریکارپ دانه صدمه‌ای وارد نکرده و پریکارپ به عنوان پوششی محافظتی برای توده اسپورهای سیاهک عمل می‌کند. در همین هنگام بسیاری از سلول‌های ریشه به تلیوسپورها تبدیل می‌شوند. دانه‌های سیاهک زده در طی برداشت به دلیل پاره شدن پریکارپ، تلیوسپورها را آزاد می‌کنند. تلیوسپورهای خاکزاد در مناطق تحت کشت گندم زمستانه و با تابستانهای خشک، از نظر اپیدمیولوژیکی بسیار اهمیت دارند. انتشار تلیوسپورها توسط بذر برای پراکنش استرین‌های جدید قارچ عامل سیاهک بسیار مهم است.

کنترل

سیاهک پنهان را می‌توان با استفاده از بذر عاری از عامل بیماریزا، واریته‌های مقاوم و تیمار با مواد شیمیایی مناسب، کنترل نمود. هر چند که ارقام مقاوم به دلیل ایجاد نژادهای بیماریزای جدید، عمر کوتاهی دارند. از نظر تاریخی در مناطقی که تلیوسپورهای خاکزاد چندان مهم نبودند، تیمار بذره‌های آلوده با قارچ‌کش‌های آلی جیوه‌ای موجب کاهش بیماری تا حد قابل قبولی شده است. اخیراً تیمار بذرها با قارچ‌کش‌هایی مانند هگزا کلرو بنزن (HCB)، پنتا کلرو نیترو بنزن (PCNB)، کربوکسین، تیرام، کلرانیل، تیابندازول و بنومیل پیشنهاد شده است. در استرالیا و یونان، استفاده از HCB موجب تولید نژادهای مقاوم از *T. laevis* در برابر قارچ‌کش شده است. کشت زود هنگام گندم در اوایل پاییز و به هنگامی که دما بالاتر از 15 درجه سلسیوس است، ممکن است از آلودگی اجتناب نماید.

سفیدک پودری گندم (Wheat powdery mildew)

سفیدک پودری که سفیدک حقیقی و سطحی هم نامیده می‌شود در مناطق مرطوب و نیمه خشک جهان انتشار گسترده‌ای دارد و در ایران از اغلب مناطق گزارش شده است. قارچ عامل بیماری انگل اجباری بوده و دارای تخصص یافتگی میزبانی است و مواد غذایی را از طریق مکینه‌ها از میزبان جذب می‌کند. در نتیجه فتوستتیز کم ولی تنفس و تعرق در میزبان افزایش می‌یابد. گیاهان آلوده شادابی و قدرت خود را از دست داده، رشد آنها کم شده و خوشه دهی و پر شدن سنبله متوقف می‌شود. برگهای شدیداً آلوده ممکن است قبل از بلوغ بمیرند. کاهش عملکرد بستگی به زمان آلودگی داشته که به دلیل کاهش تعداد سنبله‌ها و وزن دانه‌ها است. اگر بیماری قبل از و یا همزمان با گلدهی توسعه یابد، خسارت به بیشترین حد می‌رسد. کاهش محصول تا 40 درصد هم گزارش شده است.

نشانه‌های بیماری

نشانه‌های بیماری سفیدک پودری گندم و دیگر باریک برگها شباهت زیادی با هم دارد. عامل بیماری تمام بخشهای هوایی گیاه را آلوده میکند، هر چند که آلودگی در سطح بالایی برگهای پایینی شایع تر است. نشانه‌های بیماری می‌توانند در هر زمانی بعد از ظهور گیاهچه‌ها در خاک ایجاد شوند. در سطح برگها در ابتدا یک پوشش سفید پودر مانند دیده می‌شود که بعداً به رنگ قهوه‌ای مایل به خاکستری تیره تغییر می‌یابد. این پوشش شامل میسیلیومها، کنیدیوفورها و زنجیرهای کنیدیومی است. قارچ کاملاً سطحی بوده و تنها اندامهای مکینه‌ای آن وارد سلولهای اپیدرم میزبان می‌شوند. در سطح برگ و در زیر کلنی‌های سفیدک، لکه‌های کلروز تشکیل می‌شوند که بعداً قهوه‌ای شده و در نهایت می‌میرند. بعد از بلوغ کلنی‌ها، اندامهای باردهی جنسی (کلیستوتسیومها) در سطح آنها تشکیل می‌شوند که در ابتدا به صورت نقاط زرد مایل به قهوه‌ای روشن و کروی بوده و بعداً به رنگ قهوه‌ای تا سیاه تغییر می‌یابند.

عامل بیماری

عامل بیماری قارچ *Blumeria graminis f.sp. tritici* (مترادف با *Erysiphe graminis f.sp. tritici*) است و یک قارچ هتروتالیک است و عمل هیبریداسیون بین استرینهای مختلف ژنتیکی روی داده و باعث تشکیل نژادهای فیزیولوژیکی جدیدی از عامل بیماریزا می‌گردد که بر اساس واکنش‌های افتراقی روی تعدادی از میزبانها مشخص می‌شوند. کلیستوتسیومهای بالغ تقریباً کروی و به قطر 135-280 میکرومتر، زوائد آسکوکارپی ساده (ندرتاً به صورت منشعب) و تعداد آسکهای داخل آسکوکارپ 15-20 عدد است. آسکهای بالغ استوانه‌ای پایه دار بوده (ابعاد 70-110×25-40 میکرومتر) و دارای 8 آسکوسپور بی‌رنگ به ابعاد 10-13×20-23 میکرومتر هستند. در مرحله غیر جنسی قارچ تولید کنیدیوفورهای کوتاه ساده و زنجیری از کنیدیومهای بی‌رنگ، یک سلولی و بیضوی تا بشکهای شکل (به ابعاد 8-10×20-35 میکرومتر) می‌کند که به صورت basipetal تولید می‌شوند. سلول قاعده‌ای کنیدیوفور دارای یک تورم است. به این مرحله کنیدیومی *Oidium monilioides* می‌گویند. مکینه‌ها وارد سلولهای اپیدرمی شده که دارای یک بخش مرکزی بیضی شکل و در انتها دارای زائده‌های انگشت مانند به طول تا 20 میکرومتر هستند.

چرخه بیماری

زمستانگذرانی عامل بیماری به صورت آسکوکارپ در کاه و کلش گندم و در مناطقی که زمستان ملایم تر است به صورت میسیلیوم و کنیدیوم هم انجام می‌شود. آسکوسپورها یا کنیدیومهای هوا زاد منبع اینوکولوم اولیه هستند. کنیدیومها در بهار بیشتر بوده و آسکوسپورها در نیمه تابستان تولید می‌شوند. لوله‌های تندش حاصل از هر دو نوع اینوکولوم به طور مستقیم به گندم نفوذ کرده و با تشکیل مکینه‌ها در داخل سلولهای اپیدرم مواد غذایی را جذب می‌کنند و کلنی‌های سطحی اسپورزا را تشکیل می‌دهند. کنیدیومهای تشکیل شده توسط باد پراکنده شده و آلودگی‌های ثانویه را سبب می‌شوند که از نظر اپیدمی اهمیت زیادی دارند. کنیدیومها فقط تا چند روز زنده می‌مانند ولی تا چندین کیلومتر پخش می‌شوند و در دامنه دمایی 1-30 درجه سلسیوس و بدون وجود آب آزاد جوانه می‌زنند. دمای بهینه برای رشد سفیدک پودری 15-22 درجه سلسیوس است و کشت متراکم میزبان حساس، کود ازته زیاد، رطوبت بالا و هوای خنک برای توسعه بیماری بسیار مناسب هستند. اغلب مراحل آلودگی در تاریکی اتفاق می‌افتند ولی نفوذ به میزبان و تشکیل کنیدیوم نیازمند نور است. با افزایش دما و بلوغ قارچ و میزبان، کلیستوتسیومها تشکیل شده و موجب دوام قارچ می‌شوند. گیاهان خود رو گندم، میزبانهای اتفاقی قارچ بوده و پاتوژن را در فاصله کشتهای بین تابستان و پاییز حفظ می‌کنند.

کنترل

استفاده از ارقام مقاوم بهترین روش مبارزه بر علیه سفیدک پودری است. کوتیکل گیاهان مقاوم ممکن است یک مانع در نفوذ پاتوژن به بافتهای میزبان باشد و یا سلولهای مورد حمله بلافاصله کشته می‌شوند و اجازه استقرار پاتوژن را نمی‌دهند. تعدادی از ارقام اجازه نفوذ پاتوژن را داده ولی اسپورزایی در آنها خیلی کند بوده و به تاخیر می‌افتد. بقیه تنها هنگام بلوغ به پاتوژن مقاوم یا ایمن هستند. البته به دلیل تغییرات ژنتیکی در پاتوژن مقاومت چندان دوام ندارد و از ارقام slow rusting برای کاهش سرعت توسعه بیماری استفاده می‌شود. تناوب زراعی با غیر میزبانها، بهداشت مزرعه به ویژه حذف گندمهای خودرو که می‌توانند قارچ را نگه دارند، حذف بقایای آلوده گیاهی و استفاده از کودهای مناسب می‌تواند در کنترل بیماری موثر باشد. استفاده از قارچکش‌های سیستمیک و انتخابی اگر به صرفه اقتصادی باشد می‌تواند در کنترل بیماری موثر باشد.

بادزدگی خوشه گندم (Spike blight)

بیماری برای اولین بار تحت نام *tunda* از هند در سال 1917 گزارش شد. توصیفات بعدی از مصر، ایران، ایتالیای استرالیا، کانادا و چین گزارش شد. هر چند که گندم اقتصادی‌ترین میزبان بیماری است، ولی چندین باریک برگ هم با بیماری در ارتباط هستند. بلایت خوشه که گاهی تحت نام پوسیدگی زرد، صمغ زرد و یا خوشه زرد هم نامیده شده است، بیماری چندان مهمی نبوده و اپیدمی آن گزارش نشده است. بیماری در ارتباط با نماتد گال دانه گندم (*Anguina tritici*) است.

نشانه‌های بیماری

نشانه‌های اولیه شامل رگه‌های سفید یا زرد رنگ به موازات رگبرگها است. بعداً یک تراوش مشخص زرد رنگی روی خوشه تشکیل می‌شود که مشخصه بیماری است. سنبله‌ها و گردن آنها اغلب به دلیل وجود صمغ‌های چسبنده بد شکل هستند. برگهای اولیه ممکن است به هنگام خروج توسط باکتری‌ها پوشیده شده و ممکن است چین خورده یا بد شکل باشند و تحت شرایط خشکی، تراوشات به صورت فلس‌ها یا پوسته‌های سفید رنگ در سطح خوشه و سطح بالایی برگها دیده شوند. در هوای مرطوب، توده لزج باکتری تولید می‌شود. تراوشات خشک و سخت شده باکتری باعث تخریب مکانیکی برگها، سنبله‌ها و گردن آنها شده و از دراز شدن آنها بازداري می‌کند. نشانه‌های نماتد گال دانه گندم بخش معمول عارضه بلایت خوشه است.

عامل بیماری

باکتری‌های *Rathayibacter tritici* و *R. iranicus* عامل بیماری هستند که باکتری‌های گرم مثبت و میله‌ای شکل هستند. شکل باکتری ممکن است از کروی تا گریزی شکل متغیر باشد و در مواردی به دلیل جدا نشدن سلول‌های باکتری از هم، به صورت منشعب به نظر می‌رسند. باکتری‌ها غیر متحرک بوده و در بسیاری از محیط‌های کشت تولید کلنی‌های محدب، درخشان، مرطوب با حاشیه صاف و به رنگ زرد نارنجی می‌کنند. حرارت بهینه رشدی برای آن 23-25 درجه سلسیوس است.

بیولوژی

باکتری‌ها در خاک‌های مرطوب و در ارتباط با مواد آلی بقا می‌یابند. باکتری همراه با نماتد ناقل به نوک در حال رشد گیاه حمل می‌شود. پوره‌های نماتد در خاک به وسیله باکتری‌ها آلوده می‌شوند. گال‌های بذری هم توسط باکتری‌های موجود در خوشه آلوده شده و از این رو باکتری می‌تواند توسط گال‌های نماتد، بذری آلوده و خاک منتشر شود. پوره‌های نماتد گال دانه گندم و سلول‌های باکتری می‌توانند تا بیش از 5 سال هم در گال‌های نماتد زنده باقی بمانند.

کنترل

گندم‌های رشد کرده در خاک‌های دارای زهکشی خوب به ندرت توسط باکتری صدمه می‌بینند. کنترل نماتد باعث کنترل این بیماری هم می‌شود.

نماتد گال دانه گندم (Wheat seed gall nematode)

بیماری گال دانه گندم یکی از قدیمی‌ترین بیماری‌های شناخته شده گندم و عامل آن نخستین نماتدی است که به عنوان نماتد انگل گیاهی توصیف شده است. این بیماری به نام‌های *Cockles, Purples, Peppercorn*، بیماری کرمی و یا سیاهک سخت هم نامیده شده است، در سال 1743 در انگلستان شناخته شد. بیماری از طریق بذر انتشار جهانی یافت و در بسیاری از مناطق دنیا خسارت شدیدی را ایجاد نمود. عامل بیماری به گندم، جو، چاودار و *Aegilops* هم حمله می‌کند. در حال حاضر به دلیل استفاده از تکنیک‌های نوین بوجاری بذر، بیماری به ندرت دیده می‌شود. در بسیاری از مناطق، نماتد عامل بیماری، باکتری بیماری‌زای گیاهی را با خود به درون دانه منتقل می‌کند و در باریک برگ‌های علوفه‌ای بسیار مهم است. باکتری منتقل شده توسط نماتد در باریک برگ‌ها، *Rathayibacter toxicus* است که اغلب توسط باکتریوفاژ آلوده می‌شود و موجب تولید مواد سمی به نام *Corynetoxin* توسط باکتری می‌شود. این مواد سمی بسیار خطرناک بوده و موجب بروز بیماری (و حتی مرگ) در گوسفندان، گاوها و اسب‌هایی می‌شود که روی دانه‌های آلوده یا علوفه‌های آلوده تغذیه کرده‌اند.

نشانه‌های بیماری

نشانه‌های بیماری در تمام مراحل رشدی در گیاهان میزبان دیده می‌شود. قبل از تشکیل سنبله، گیاهان در مجاورت خاک متورم بوده و برگ‌ها بد شکل، پیچ خورده و یا لوله‌ای هستند. به هنگام بلوغ گیاهان بد شکلی‌ها کمتر مشخص بوده ولی گیاهان اغلب کم رشد هستند و دیرتر بالغ می‌شوند. سنبله‌های آلوده کوچک بوده و سنبله‌ها بازترند و دانه‌ها توسط گال‌های کوچک سیاه رنگ و شبیه به بذر جایگزین شده‌اند. گال‌ها فاقد بخش جنینی موجود در بذره‌ای سالم هستند. گال‌ها بسیار سفت بوده و اگر در آب قرار داده شوند، در اطراف آنها پوشش سفید پنبه مانندی ظاهر می‌شود که لاروهای سن دوم در حال خروج نماتد هستند. گیاهچه‌های آلوده کم و بیش کم رشد مانده و نشانه‌های مشخص لوله‌ای شدن یا پیچ خوردگی برگ‌ها را نشان می‌دهند. برگ‌های لوله شده معمولاً گل‌آذین یا برگ‌های بعدی را که خارج خواهند شد، به دام انداخته و باعث خمیده شدن و بد شکلی شدید گیاه می‌شوند. ساقه‌ها معمولاً نزدیک بخش قاعده متورم شده، اغلب خمیده و معمولاً کم رشد (کوتوله) هستند. خوشه‌های آلوده کوتاه‌تر و ضخیم‌تر از خوشه‌های سالم هستند و پوشه‌ها به دلیل گال‌های بذری پر شده از نماتد بازتر هستند. خوشه‌های آلوده در مقایسه با خوشه‌های سالم زمان بیشتری سبز مانده و گال‌های بذری به راحتی از خوشه جدا می‌شوند. دانه‌ها در خوشه‌ها توسط گال‌های تیره رنگ و براق جایگزین شده‌اند. گال‌ها اغلب گرد، سخت، تیره رنگ و کوچکتر از بذره‌ای معمول گندم بوده و اغلب شبیه به دانه‌های سیاهک زده هستند. اندازه گال‌ها $3-5 \times 2-3$ میلی‌متر است.

عامل بیماری

نماتد *Anguina tritici* که نماتد انگل اجباری است، عامل این بیماری است. استایلیت به طول 8-10 میکرومتر و در بخش قاعده‌ای دارای گره‌های گرد است. ماده‌های بالغ بطول $3/8$ میلی‌متر، ضخیم‌تر و کم تحرک‌تر از نرها هستند و به طرف شکمی خمیده‌اند. نرها معمولاً به طول $2/5$ میلی‌متر هستند. (قطر نماتدها تا 120 میکرومتر است).

بیولوژی

نماتد به صورت پوره سن دوم در گال‌های بذری و یا روی گیاهان آلوده در فصل پاییز زمستان گذرانی می‌کند. گال‌ها معمولاً به هنگام برداشت محصول به زمین می‌افتند و یا همراه با بذر کشت می‌شوند. در طی شرایط رطوبتی و دمای مناسب، گال‌ها نرم شده و پوره‌های سن دوم آلوده کننده آزاد می‌شوند. این نماتد از ریشه‌های گندم تغذیه نمی‌کند. وقتی لایه نازکی از آب در سطح گیاهان موجود باشد، پوره‌ها به طرف بالا شنا کرده و به صورت انگل خارجی روی برگ‌های متراکم در نزدیکی نقطه رشدی تغذیه می‌کنند و منجر به بد شکلی برگ‌ها و ساقه‌ها می‌شوند. همزمان با رشد گیاه، نماتدها هم در نزدیکی نقطه رشدی به طرف بالا منتقل می‌شوند و به هنگام تشکیل گل‌آذین، پوره‌ها وارد سلول‌های جنینی گل شده و بعد از تغذیه، در نهایت جلد اندازی نموده و تبدیل به نماتد بالغ می‌شوند (اندوپارازیتی). هر کدام از گل‌های آلوده، به گال بذری تبدیل می‌شود که ممکن است حاوی تا 80 نماتد بالغ یا بیشتر از هر دو جنس باشد. بعد از جفتگیری، هر نماتد ماده حدود 2000 تخم می‌گذارد و هر گال ممکن است حاوی 30000-10000 تخم باشد. بعد از تخمگذاری، نماتد بالغ می‌میرد. لاروهای سن اول در داخل پوسته تخم تشکیل می‌شوند و با جلد اندازی تبدیل به پوره سن دوم می‌شوند که از پوسته تخم خارج شده و در داخل گال بذری قرار می‌گیرند. پوره‌های سن دوم در برابر خشک شدن بسیار مقاوم بوده و تا 30 سال در داخل گال بذری باقی می‌مانند. این نماتد در هر سال یک نسل دارد و انتشار آن توسط گال‌های بذری همراه با بذر سالم است. این نماتد باعث انتقال باکتری مولد خوشه صمغی گندم و قارچ مولد پیچاک گندم شده و اغلب این بیماری‌ها با هم دیده می‌شوند.

کنترل

استفاده از بذر سالم و عاری از گال نماتدی، گال‌های نماتدی را می‌توان از طریق الک کردن یا شناور نمودن در آب نمک 20 درصد و یا استفاده از وسایل جدید بوجاری جدا نموده و حذف کرد. مزارع آلوده نباید توسط گندم یا چاودار به مدت یک سال تحت کشت قرار داد. در خاک‌های مرطوب این گال‌های بذری نرم شده و نماتدها را آزاد می‌کنند و در صورت عدم وجود میزبان حساس، نماتدها قبل از رشد و تولید مثل می‌میرند. خیساندن بذرها به مدت 10 دقیقه در آب گرم 54 درجه سلسیوس باعث حذف نماتدها بدون صدمه زدن به جنین بذرها می‌شود.

بیماری‌های ویروسی گندم

موزائیک راه راه آمریکایی گندم (*Wheat American Striate Mosaic*)

این بیماری برای اولین بار در سال 1953 از آمریکا گزارش گردید. گندم، جو، یولاف و ذرت هم آلوده می‌شوند. به نظر می‌رسد که گندم‌های دوروم حساس‌ترین هستند، هر چند که باریک برگه‌ایی مانند *Bromus*, *Panicum*, *Eragrostis* و دیگر باریک برگه‌ها هم آلوده می‌شوند.

نشانه‌های بیماری

نشانه‌های بیماری در ابتدا به صورت رگه‌های کلروتیک روشن در طول رگبرگها در سطح زیرین برگ دیده می‌شوند. بعداً رگه‌های باریکی در کل سطح برگ دیده می‌شوند. کل برگ معمولاً زرد شده و نوارهای نکروتیک روی آن تشکیل شده و در مواردی، برگ از سمت نوک به سمت قاعده شروع به خشک شدن می‌کند. گیاهان کم رشد مانده و خوشه تولید نمی‌کنند.

عامل بیماری

ویروس عامل بیماری از جنس *Nucleorhabdovirus* بوده و پیکره‌های باسیلی شکل کوتاه (200-250x75 نانومتر) و با ژنوم ssRNA- هستند. پیکره‌های ویروس در هسته و سیتوپلاسم سلول‌های پارانشیمی و آبکشی وجود دارند. ویروس توسط زنجبرک‌های سیکالید (*Endria inimical*) منتقل می‌شود. انتقال از نوع پایا بوده و به روش مکانیکی منتقل نمی‌شود. ویروس در گندم و باریک برگه‌ها زمستان‌گذرانی می‌کند (زنجبرک‌ها هم به صورت تخم روی این میزبان‌ها بقا می‌یابند). زنجبرک‌ها در فصل بهار و تابستان و در طی مراحل مختلف پورگی می‌توانند توسط باد پخش شوند. زنجبرک‌های بالغ بالدار هم می‌توانند منتشر شوند. حرارت‌های بالا (33-25 درجه سلسیوس) برای توسعه نشانه‌ها مساعد است.

کنترل با استفاده از ارقام متحمل و کشت زود هنگام گندم در بهار و دیر هنگام در پاییز از جمعیت بالای ناقل فرار می‌کند و موجب کم شدن بیماری می‌شود.

موزائیک زرد گندم یا موزائیک رگه دوکی گندم (*Wheat Yellow Mosaic or Wheat Spindle Streak Mosaic*)

این بیماری برای اولین بار در ژاپن و به صورت بیماری خاکزاد، قابل انتقال با عصاره که نشانه‌های موزائیک سیستمیکی در گندم تولید می‌کند، توصیف شد. در همین زمان در آمریکا، بیماری در گندم پاییزه گزارش شد و به نام موزائیک رگه دوکی گندم نامیده شد. مطالعات روی بیماری نشان داد که عامل ایجاد کننده رگه دوکی گندم یک استرینی از ویروس موزائیک زرد گندم است. میزان خسارت در تعدادی از مزارع تا 40 درصد هم گزارش شده است. این بیماری اغلب مختص گندم است، ولی جو و چاودار هم به عنوان میزبان گزارش شده‌اند. گندم‌های بهاره و زمستانه حساس هستند، ولی گندم‌های بهاره به ندرت نشانه‌ها را ایجاد می‌کنند.

نشانه‌های بیماری

نشانه‌های بیماری در برگهای پایینی مشخص‌تر هستند، چون حرارت بالا از توسعه نشانه‌ها روی برگهای جوان بازدارد می‌کند. در اوایل بهار نشانه‌ها روی برگها به صورت پیسه‌های زرد - سبز، رگه‌ها یا خطوط کوتاه ظاهر می‌شود. این رگه‌ها یا خطوط کوتاه به موازات رگبرگها بوده و در دو انتها باریک شده و به صورت دوک‌های کلروتیک دیده می‌شوند. اگر دما پایین باشد، مرکز لکه‌های دوکی شکل نکروتیک شده و رگه‌ای شدن ممکن است به برگ پرچم هم گسترش یابد. در مواردی رگه‌های قرمز و نکروزه شدن در نوک برگها هم دیده می‌شود. گیاهان آلوده نسبتاً کم رشد بوده و پنجه‌های کمتری در مقایسه با گیاهان سالم تولید می‌کنند. تعداد کمی بذر و خوشه تولید شده، ولی وزن دانه چندان تغییر نمی‌کند.

عامل بیماری

عامل بیماری ویروسی از خانواده *Potyviridae* و جنس *Bymovirus* است. ابعاد پیکره ویروس 500-600 × 18-74 نانومتر و با ژنوم +ssRNA است. در سلول‌های آلوده، اجسام ویژه درون سلولی فرفره مانند تشکیل می‌شوند و ناقل آن شبه قارچ *Polymyxa graminis* است و به طور آزمایشی از طریق مکانیکی هم منتقل شده است. آلودگی در بالاتر از 20 درجه سلسیوس دیده نمی‌شود و حرارت بهینه برای بروز نشانه‌ها 8-12 درجه سلسیوس است. بیماری در صورت نبودن دوره‌های طولانی سرمای بهاره اهمیت کمتری دارد. عواملی که باعث جابجایی خاک آلوده می‌شوند، ویروس و ناقل آن را هم منتشر می‌کنند. کنترل با استفاده از ارقام مقاوم، تاخیر در کشت پاییزه، تناوب زراعی. در مواردی افزودن کود مرغی و اوره موجب کم شدن میزان بیماری شده است.

بیماری‌های جو (Barley Disease)

سیاهک پنهان جو (Barley covered smut)

این بیماری که به نام سیاهک سخت جو هم نامیده شده است، دارای گسترش جهانی است و در مناطقی که تیمار بذرها توسط قارچ‌کش‌ها صورت می‌گیرد، خسارت آن نادر است ولی در مواردی که تیمار بذر انجام نمی‌شود، خسارت می‌تواند قابل توجه باشد. در ایران هم در اغلب مناطق دیده می‌شود.

نشانه‌های بیماری

در این بیماری محتویات دانه‌ها به طور کامل به توده‌های قهوه‌ای تیره یا سیاه رنگ تلیوسپورها تبدیل می‌شود، ولی غشا نسبتاً پایداری آنها را فرا گرفته و تا بلوغ گیاه هم آنها را محافظت می‌کند. هر چند که خوشه‌های بیمار راست می‌ایستند و کوچکتر از خوشه‌های سالم هستند، ولی شکل سنبله تغییر محسوسی ندارد. به نظر می‌رسد که سنبله‌های سیاهک زده بعد از خوشه‌های سالم ظاهر شده و یا در اغلب موارد در غلاف برگ پرچم به دام افتاده و نمی‌توانند به طور کامل ظاهر شوند. در مواردی سوره‌های سیاهک به صورت خطوط درازی روی پهنک برگ و همچنین در بافت گره‌ها تشکیل می‌شوند.

عامل بیماری

عامل بیماری قارچ *Ustilago hordei* است. تلیوسپورها کروی یا نسبتاً کروی به قطر 5-8 میکرومتر، قهوه‌ای مایل به زیتونی روشن تا قهوه‌ای و با سطح صاف هستند. تلیوسپور بعد از حوانه‌زنی تولید پرومیسیلیوم چهار سلولی را می‌کند و از هر سلول، یک اسپوریدیوم اولیه تخم مرغی تا مستطیلی شکل تشکیل می‌شود. این اسپوریدیوم‌ها همانند مخمرها جوانه زده و تولید اسپوریدیوم‌های ثانویه بیشتری را می‌کنند. این اسپوریدیوم‌ها نهایتاً جوانه زده و میسیلیوم هاپلوئید را تولید می‌کنند و آمیزش بین دو میسیلیوم سازگار منجر به تشکیل ریشه دو هسته‌ای بیماریزا می‌گردد. چندین نژاد فیزیولوژیکی از این قارچ شناسایی شده است.

چرخه بیماری

خوشه‌های سیاهک زده به هنگام خرم‌ن کوبی شکسته شده و تلیوسپورها را آزاد می‌کنند. تلیوسپورها موجب آلودگی سطحی بذرها و خاک می‌شوند و بقا قارچ توسط تلیوسپورها انجام می‌شود. همزمان با حوانه‌زنی بذرها، تلیوسپورها هم جوانه زده و بعد از آمیزش ریشه‌های هاپلوئید سازگار، ریشه‌های آلوده کننده دو هسته‌ای را تولید می‌کنند. ریشه‌های آلوده کننده از راه هیپوکوتیل به گیاهچه حمله کرده، میسیلیوم در بافت میزبان پیشروی نموده و در نزدیکی نقطه رشدی گیاه مستقر می‌شود. همزمان با مرحله گلدهی، قارچ به بافت تخمدان حمله می‌کند، بافت تخمدان را اشغال کرده و به جای محتویات بذر، میسیلیوم‌های قارچی در آن تشکیل شده و با قطعه قطعه شدن میسیلیوم‌ها، تلیوسپورها تولید می‌شوند و در داخل غلاف پایداری باقی می‌مانند. دمای مناسب برای آلودگی 20-24 (دامنه 14-25) درجه سلسیوس است و خاک مرطوب تا خیس هم برای آلودگی بهینه است.

کنترل

تیمار بذر با قارچ‌کش سیستمیک کربوکسین یا قارچ‌کش‌های محافظتی روش اولیه کنترل بوده و بسیار موثر است. استفاده از بذر گواهی شده و عاری از عامل بیماریزا به طور موثری بیماری را کنترل می‌کند. ارقام مقاوم به بیماری هم وجود دارند و به طور موثری در کنترل بیماری استفاده شده‌اند.

زنگ برگ‌ی جو (Barley leaf rust)

این بیماری که به نام زنگ قهوه‌ای جوهای پاییزه و بهاره هم نامیده شده است، از مهمترین زنگ‌های جو است که اغلب در مناطقی که محصول دیر می‌رسد، شایع‌تر بوده و در اغلب مناطق ایران وجود دارد. اگر بوته‌ها در اول فصل مورد حمله قرار گیرند و برگ پرچم را آلوده کنند، خسارت شدید است. گیاهان آلوده معمولاً برگ‌های کوچک و ساقه‌های ضعیفی دارند و تا دو هفته زودتر از گیاهان سالم بالغ می‌شوند. آلودگی‌های شدید اوائل فصل موجب چروکیدگی شدن دانه‌ها و کاهش تعداد آنها می‌شود.

نشانه‌های بیماری

آلودگی معمولاً در اواخر فصل رشدی دیده می‌شود و در اول برگ‌های پایینی بوته مورد حمله قرار می‌گیرند. در شرایط گرم و مرطوب، برگ‌های بالایی بوته هم مورد حمله قرار می‌گیرند. جوش‌های یوریدیومی کوچک بوده، تخم مرغی یا گرد و به رنگ نارنجی روشن تا قهوه‌ای و روی غلاف و پهنک برگ بوجود می‌آیند و در مراحل پیشرفته اپیدمی در ارقام حساس، سنبه‌ها هم مورد حمله قرار می‌گیرند. جوش‌های تلیومی گرد تا مستطیلی،

قهوه‌ای رنگ و زیر اپیدرمی بوده و هنگام رسیدن گیاه تشکیل می‌شوند. اطراف جوش‌های یوریدیومی و تلیومی هاله زرد رنگی دیده می‌شود. فراوانی تلیومها کمتر از یوریدیومها است.

عامل بیماری

عامل بیماری قارچ *Puccinia hordei* است که زنگ دگر پایه و ماکروسیکلک است. یوریدیوسپورها تخم مرغی تا بیضی شکل بوده به ابعاد $22-88 \times 18-24$ میکرومتر و دارای خارهای ریزی در سطح خود هستند. تلیوسپورها دو سلولی، بیضوی یا گریزی شکل دراز، به ابعاد $35-50 \times 16-23$ میکرومتر هستند. میزبان واسط آن گیاه لاله کلاغی (*Ornithogalum umbellatum*) است که پیکنیومها و اسیومها روی آن تشکیل می‌شوند. گونه‌های دیگر جنس *Ornithogalum* هم به عنوان میزبان واسط ذکر شده‌اند.

بیولوژی

با وجودی که میزبان واسط در بسیاری از نواحی تحت کشت جو پراکنده است ولی آلودگی‌های اسیومی تنها از بعضی از بخش‌های آسیا و اطراف دریای مدیترانه گزارش شده است. از این رو در اغلب مناطق، منبع اصلی اینوکولومی، یوریدیوسپورهای زمستانگذران یا تابستانگذران هستند که روی جو بقا می‌یابند. یوریدیوسپورها توسط باد تا مسافتات طولانی پخش شده و در بهار گیاهان جو را آلوده می‌کنند. اگر رطوبت عامل محدود کننده نباشد، دامنه حرارتی بهینه برای توسعه این بیماری 15-22 درجه سلسیوس است. در مواردی برگهای جو آلوده به زنگ حساسیت بیشتری به سپتوریوز برگی دارند.

کنترل

استفاده از ارقام مقاوم بهترین و سودمندترین روش مبارزه است. تعدادی از ژنهای اصلی مقاومت مانند Pa₁, Pa₂, Pa₃ و... شناسایی شده‌اند. تلاش‌ها در جهت کنترل این زنگ توسط مقاومت بیشتر بر روی کند زنگی یا مقاومت نسبی (partial resistance) متمرکز بوده است. صفت کند زنگی به عنوان یک صفت ارثی و کمی است که با کاهش سرعت توسعه اپیدمی، علیرغم تیپ آلودگی حساس مشخص می‌شود. اجزا کند زنگی شامل فراوانی کمتر آلودگی، طولانی بودن دوره کمون، کاهش تعداد یوریدیومها در واحد سطح برگ، کاهش تعداد یوریدیوسپورهای تولید شده و کاهش طول دوره تولید یوریدیوسپور مشخص می‌شود. برنامه‌های جدید اصلاح نباتات برای توسعه ارقام با مقاومت وسیع با استفاده از طرح گزینش بازگشتی تسهیل شده توسط نر عقیمی گیاهان در حال انجام است. همچنین می‌توان زنگ برگ را از طریق قارچ‌کش‌های برگ‌گی مخصوصا قارچ‌کش سیستمیک تری‌آدیمفون کنترل نمود، ولی باید از نظر اقتصادی قابل توجیه باشد. حذف گیاهان خودرو در مزارعی که اینوکولوم را در زمستان حفظ می‌کنند، در کنترل بیماری موثر است.

بیماری‌های ویروسی جو

بیماری کوتولگی زرد جو (Barley yellow dwarf)

کوتولگی زرد جو از مهمترین و شایع‌ترین ویروس‌های جو در جهان است و مشکل اصلی در غلات دیگر مانند گندم، یولاف و تعداد زیادی از باریک برگهای اهلی و وحشی است. اگر گیاهان به طور زود هنگام آلوده شوند، خسارت می‌تواند تا 100 درصد هم برسد. خسارت تا 40 درصد در بسیاری از مزارع گزارش شده است و خسارت بسته به رقم، استرین ویروس و شرایط محیطی تفاوت می‌کند.

نشانه‌های بیماری

نشانه‌های بیماری بسیار متغیر بوده و به سادگی با نشانه‌های مربوط به زردی مینا (بیماری فیتوپلاسمایی) و کمبودهای غذایی و یا شرایط نامناسب رشدی اشتباه می‌شوند. بافت‌های سبز برگ‌های مسن به طور غیر یکنواخت در کناره‌ها، نوک و حتی در پهنک برگ تغییر رنگ (زرد طلایی روشن) می‌دهد. تغییر رنگ پهنک برگ از مشخص‌ترین نشانه‌های این بیماری است. نواحی تغییر رنگ داده بزرگ شده و در نزدیکی قاعده برگ به هم می‌رسند. بافت‌های مجاور به رگبرگ میانی مدت طولانی‌تری نسبت به بقیه سبز باقی می‌مانند. در گندم تغییر رنگ مشابهی به صورت زرد دیده می‌شود ولی معمولاً با رنگ قرمز تا ارغوانی همراه است. در یولاف هم تغییر رنگ قرمز مایل به ارغوانی مشهود است. گیاهان آلوده اغلب کم رشد (کوتوله) هستند و کوتولگی بسته به مرحله رشدی گیاه در زمان آلوده شدن، ویرولا‌نس سویه ویروس، مقدار ویروس مایه زنی شده و حساسیت رقم جو متفاوت است. برگ‌ها هم ممکن است کوتاه یا خمیده بوده و در مواردی دارای برش‌های عمیقی در حاشیه هستند. در گیاهان آلوده ممکن است خوشه تشکیل نشود، تعداد کمی پنجه تولید شده و یا سنبله عقیم باشد. شدت کم نور و حرارت کم در طی ماه‌های زمستان موجب بازداری از توسعه نشانه‌ها می‌شود. حرارت‌های 16-24 درجه سلسیوس برای بروز نشانه‌ها بسیار مناسب است.

عامل بیماری

عامل بیماری ویروسی از جنس *Luteovirus* است که پیکره‌های کروی و به قطر 25-30 نانومتر دارد. ژنوم از نوع +ssRNA است. انتقال از طریق شته‌ها و به صورت پایا و چرخشی است. ویروس محدود به بافت آبکشی است و به روش‌های مکانیکی، بذری یا خاک قابل انتقال نیست. 5 استرین از ویروس بر اساس مقایسات سرولوژیکی و انتقال آنها مشخص شده‌اند که شامل *RMV*، *RPV*، *MAV*، *PAV*، *SGV* و *Metopolophium* استرین *RPV* توسط شته *Rhopalosiphum padi*، *MAV* توسط *Sitobion avenae* و یا *Schizaphis graminum* و *RMV* توسط *Rhopalosiphum maidis* منتقل می‌شوند. تخصص یافتگی ناقل مربوط به پروتئین پوششی ویروس است. شته‌های ویروس‌دار بعد از جلد اندازی ویروس را در بدن خود دارند، ولی ویروس به تخم‌ها منتقل نمی‌شود.

در طی دوره‌های بین کشت‌ها، ویروس در غلات خود رو، باریک برگ‌ها، غلات زمستانگزاران و ناقلین شته‌ای زمستانگزارانی می‌کند. گسترش *BYDV* به غلات به طور کامل وابسته به مهاجرت ناقلین شته‌ای است. در طی پاییز و بهار، شته‌های ویروس‌دار که روی غلات یا باریک برگ‌ها زمستانگزارانی کرده‌اند، به گیاهان جوان مهاجرت نموده و تغذیه می‌کنند و ویروس منتقل می‌شود. شته‌های غیر آلوده می‌توانند با تغذیه لااقل به مدت 30 دقیقه روی گیاهان آلوده ویروس را کسب کنند، اما معمولاً دوره طولانی تغذیه (24 ساعت) برای گیرش ویروس لازم است. *BYDV* در ناقل تکثیر نمی‌یابد، ولی دوره کمون چند روزه برای توانایی انتقال لازم است.

شته‌ها مدت چند هفته می‌توانند ویروس‌دار باقی بمانند و نشانه‌های بیماری در مدت دو هفته بعد از آلودگی ظاهر می‌شود و بروز لکه‌ها با هوای روشن و آفتابی بهتر می‌شود. بیماری در شرایط نسبتاً سرد 10-18 (درجه سلسیوس) و مرطوب شدیدتر است. در اواخر تابستان، شته‌ها به باریک برگ‌ها و یا غلات زود کشت شده منتقل شده و مهاجرت آنها در پاییز متوقف می‌شود (ذرت می‌تواند به عنوان منبع بقا ویروس و شته در تابستان عمل کند).

کنترل

کنترل ناقلین اقتصادی نبوده و یا موثر نیست، ولی اجتناب از کشت زود هنگام در پاییز و یا دیر هنگام در بهار می‌تواند کمک کننده باشد. استفاده از حشره‌کش‌های سیستمیک (گروه پیروتروئید و فسفره آلی) در کاهش انتشار ثانویه BYDV موثر است. بهترین روش کنترل استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل است. حذف گیاهان خودرو و باریک برگ‌های میزبان هم می‌تواند موثر باشد.

بیماری های برنج (Rice Disease)

بلاست برنج (Rice blast)

یکی از اولین بیماری های گیاهی شناخته شده است که در بیش از 80 کشور برنج خیز دنیا دیده شده است و باعث کاهش قابل توجه عملکرد می شود و از مهمترین بیماری های برنج در دنیا است. این بیماری در ایتالیا به نام brusone نامیده شده است و میزان خسارت در مواردی 70-80 درصد گزارش شده است. این بیماری در ایران از اغلب مناطق گزارش شده است.

نشانه های بیماری

قارچ به تمام اندام های هوایی گیاه حمله می کند، ولی به ندرت به غلاف حمله می کند. برگ ها و گردن سنبله معمولترین اندام های مورد حمله هستند. نشانه های اولیه روی برگ ها به صورت لکه های کوچک آغاز می شود. رنگ لکه ها در اول سفید تا سبز مایل به خاکستری بوده و حاشیه آنها سبز تیره است. این لکه ها بزرگ شده و دوکی شکل می شوند و طول آنها از 0/5 میلی متر تا چند سانتی متر متفاوت است. لکه های کاملاً توسعه یافته در بخش مرکزی سفید مایل به خاکستری و حاشیه های آنها قهوه ای است. اندازه لکه ها بسته به مقاومت میزبان و سن آن متفاوت است. نشانه ها روی قاعده برگ، ساقه، گره ساقه، گره گردن و سنبله هم دیده می شوند. اگر قاعده برگ مورد حمله قرار گیرد، کل برگ خشک شده و می افتد. روی گره ها سیاه شدگی به طرف بالا و پایین (1-2 سانتی متر) امتداد داشته و موجب پوسیدن و خشک شدن آنها می شود و حتی با وزش بادهای خفیف می شکند. گردن سنبله به هنگام ظهور سنبله مورد حمله قرار می گیرد که باعث سیاه شدن و چروکیدگی منطقه گردن سنبله شده و تحت نام بلاست گردن (neck blast) نامیده شده است و از مخرب ترین نشانه ها در بسیاری از مناطق بلاست خیز است. تشکیل دانه در این خوشه ها به طور کامل یا جزئی بازداری می شود. وقتی که دانه ها تشکیل شده باشند، سنبله در محل گردن به دلیل ضعیف شدن بافت های گردن می شکند و این سنبله ها را می توان از فاصله دور تشخیص داد که آویزان شده اند. اساس بیوشیمیایی بیماریزایی معلوم نیست، ولی به نظر می رسد که توکسین هایی مانند گاما پیکولینیک اسید، Tyrosol, 3-4 Dihydrocoumarine, Naphthalenones, Tenuazonic acid و Pyriculol به عنوان عامل بیماریزایی محسوب می شوند.

عامل بیماری

عامل بیماری قارچ *Pyricularia grisea* (Syn: *P. oryzae*) و در مرحله جنسی *Magnaporthe grisea* است. کنیدیوفورهای قارچ از طریق روزنه یا از راه شکافتن اپیدرم خارج می شوند. کنیدیوفورها ساده و زیتونی رنگ بوده و کنیدیوم ها به صورت سیمپودیال روی کنیدیوفورها تشکیل می شوند. کنیدیوم ها بیرنگ تا زیتونی، گلابی شکل وارونه یا گریزی شکل وارونه بوده، معمولاً 3 سلولی و با یک زائده کوچک قاعده ای (hilum) هستند. تنوع قابل توجهی در اندازه کنیدیوم ها وجود دارد. مرحله جنسی آسکومیست تولید کننده پریتسیوم است که پریتسیوم ها به صورت منفرد یا گروهی و بدون استروما تشکیل می شوند و دارای گردن بسیار درازی هستند. آسک ها یک جداره، استوانه ای تا گریزی شکل و با دیواره نازک (بجز در بخش انتهایی)،

آسکوسپورها بی‌رنگ تا دوکی شکل، با 3 دیواره عرضی (4 سلولی) و مقداری خمیده هستند. این قارچ هتروتالیک دو قطبی است و جدایه‌های برنج اغلب نر بوده و قادر به آمیزش هم نیستند، در حالیکه جدایه‌های باریک برگها اغلب هرمافرودیت هستند. تعداد زیادی نژاد فیزیولوژیک (81) در مرکز تحقیقات بین‌المللی برنج (IRRI) شناسایی شده است. بهینه حرارت برای رشد میسیلیوم و هاگزایی 25-28 درجه و رطوبت نسبی بالا (بیش از 92 درصد) است.

بیولوژی

زمستانگذرانی قارچ در نواحی معتدل به صورت میسیلیوم و حتی کنیدیوم در داخل بقایای گیاهی، کلش‌های انبار شده و بذرها صورت می‌گیرد. در نواحی گرمسیری، کنیدیوم‌های هوا زاد در کل طول سال وجود دارند، زیرا که میزبان‌های حساس همیشه وجود دارند و قارچ می‌تواند روی تعدادی از باریک برگها مانند *Panicum repens*, *Digitaria marginata*, *Brachiaria mutida* بقا یافته و به عنوان منبع اینوکولوم اولیه عمل می‌کند. انتشار قارچ از طریق کنیدیوم‌های هوا زاد است و اینوکولوم اولیه ممکن است از علف‌های هرز یا تعدادی از غلات که به عنوان میزبان عمل می‌کنند، ناشی شود. بذرها آلوده موجب آلودگی‌های اولیه در خزانه‌ها می‌شود و آلودگی از خزانه‌ها به مزارع اصلی منتقل می‌شود. آفتاب از توسعه بیماری جلوگیری می‌کند، زیرا کنیدیوم‌ها نمی‌توانند در نور مستقیم خورشید جوانه بزنند ولی آب و هوای ابری برای توسعه بیماری مساعد است. اسپورزایی در رطوبت نسبی کمتر از 89 درصد دیده نمی‌شود و با افزایش رطوبت نسبی از میزان 93 درصد، اسپورزایی افزایش می‌یابد. بهینه دمایی برای اسپورزایی 25-28 درجه سلسیوس است. بیشترین میزان تولید اسپور در مدت 38 روز بعد از ظهور لکه‌ها دیده می‌شود و لکه‌ها طول دوره اسپورزایی خود را در دمای 16-24 درجه به مدت طولانی‌تری نسبت به دمای 28 درجه سلسیوس حفظ می‌کنند. خیس بودن برگ برای آلودگی ضروری است. دمای بهینه برای تشکیل اپرسوریوم 16-25 درجه سلسیوس است. بیماری در مناطقی که طول دوره خیس بودن برگ به دلیل شبنم بالا بوده و در شب‌ها باد نمی‌وزد و دمای شب بین 17-23 درجه سلسیوس است، شدیدتر است. ماهیت مقاومت برنج نسبت به بیماری از مدت‌ها پیش مطالعه شده است. فکر می‌شد که سیلیس‌دار شدن سلول‌های اپیدرمی برنج موجب مقاومت می‌شود. کودهای نیتروژنه تجمع سیلیس را در برگها کم می‌کنند و موجب حساسیت گیاهان می‌شوند. تشکیل مواد سمی (فیتوآلکسین‌ها) مانند پیریکولارین و پیکولینیک اسید هم در ارتباط با مقاومت دانسته شده است. همچنین برنج حاوی تعدادی از مواد *Prohibitins* است که ماهیت فنله دارند و تغذیه نیتروژن باعث تاثیر روی غلظت و اکسیداسیون آنها شده و موجب حساسیت میزبان می‌شود.

کنترل

استفاده از بذر سالم و عاری از بیماری اولین مرحله در کنترل بیماری است، ضمن اینکه استفاده از ارقام مقاوم مناسب‌ترین و عملی‌ترین اقدام کنترل در مناطقی است که شرایط برای بیماری تشدید کننده نیست. با وجود این در مناطق با پتانسیل اپیدمی، از چندین روش باید استفاده شود. استفاده از کودهای مناسب، حذف بقایای آلوده، تنظیم تاریخ کشت و مدیریت آب هم در کنترل بیماری موثر است. تنش خشکی حساسیت برنج را افزایش می‌دهد. استفاده بیشتر از کودهای NO_3^- در مقایسه با NH_4^+ موجب افزایش حساسیت می‌شوند. دادن آب سرد به مزارع نیز باعث افزایش حساسیت به بلاست می‌شود.

استفاده از قارچکش‌ها هم در کنترل بیماری موثر هستند. تیمار بذرها با قارچکش‌های سیستمیک Pyroquilon و تری سیکلازول موثر بوده است. سمپاشی روی اندام‌های هوایی با ترکیبات جیوه‌ای مانند فنیل مرکوری استات و 3- فنیل استات قلع در کنترل بیماری موثر بوده است، ولی در تعدادی از واریته‌ها گیاه سوزی داشته‌اند. تعدادی از آنتی بیوتیک‌ها مانند بلاستیسیدین اس (غلظت 20 ppm) و کاسوگامایسین (غلظت 20 ppm) بر علیه بلاست موثر بوده‌اند. ترکیبات آلی فسفره مانند کیتازین - p و هینوزان و قارچکش‌های بنزیمیدازول مانند کاربندازیم و بنومیل در کنترل بیماری موثر بوده‌اند، هر چند که مقاومت به بنومیل و هینوزان دیده شده است. تری سیکلازول، مانکوزب و زینب روی بلاست خوشه موثرند. محلول 20 Rabicide درصد هم به میزان 1/5 کیلوگرم در هکتار در کنترل بلاست برگ و سنبله موثر بوده است. ارقام طارم دیلمانی و موسی طارم به بیماری حساس هستند.

لکه قهوه‌ای برنج (Rice brown spot)

لکه قهوه‌ای یا هلمیتوسپوریوز برگ برنج در بسیاری از مناطق برنج خیز دنیا دیده می‌شود و در سال 1942 در بنگال هند به صورت اپیدمی درآمد و موجب کاهش میزان محصول در حدود 40-90 درصد گردید (عامل اصلی قحطی معروف بنگال). در ایران برای بار اول در 1335 از مزارع برنج کناره‌های خزرگزارش شده و امروزه در اغلب مناطق وجود دارد.

نشانه‌های بیماری

بیماری به صورت بلایت گیاهچه و یا بیماری برگ و سنبله در گیاهان بالغ دیده می‌شود. گیاهچه‌های آلوده کم رشد بوده یا می‌میرند. در گیاهان رشد کرده، لکه‌های برگ‌ی متداولترین نشانه‌های بیماری هستند. لکه‌ها روی برگ‌ها و غلاف قهوه‌ای رنگ، گرد یا بیضی شکل و به ابعاد $2-5 \times 0.5-2$ میلی‌متر هستند. رنگ لکه‌ها قهوه‌ای روشن تا خاکستری بوده و حاشیه آنها قهوه‌ای مایل به قرمز است. لکه‌ها معمولاً از هم جدا هستند، ولی در موارد شدید بیماری ممکن است نواحی بزرگی از برگ را احاطه کنند و موجب خشک شدن آنها شوند. در گیاهچه‌ها، قارچ لکه‌های قهوه‌ای مدور و کوچکی را تولید می‌کند که ممکن است کولتوپتیل را فرا گرفته و موجب صدمه به برگ‌های اولیه و ثانویه شود. قارچ به پوشه هم حمله کرده و تولید لکه‌های تخم مرغی به رنگ قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره می‌کند و دانه‌ها را هم آلوده کرده و موجب تغییر رنگ آنها به سیاه می‌شود. در نتیجه آلودگی، تعداد سنبله‌ها کم شده و وزن دانه‌ها هم کاهش می‌یابد. کمبود مواد غذایی مانند پتاسیم، منیزیم، سیلیس، آهن و کلسیم موجب افزایش بیماری شده و ابری بودن هوا، بارندگی یا رطوبت بالا هم شدت بیماری را افزایش می‌دهد.

عامل بیماری

عامل بیماری قارچ *Bipolaris oryzae* (Syn: *Drechslera oryzae*, *Helminthosporium oryzae*) و مرحله جنسی آن *Cochliobolus myiabeanus* است. آسک‌ها گریزی شکل پهن، دو جداره یا استوانه‌ای و حاوی 4-6 آسکوسپور هستند. آسکوسپورها بی‌رنگ تا قهوه‌ای مایل به زیتونی، نخی یا دوکی شکل بوده و با یک غلاف ژلاتینی احاطه شده‌اند. میسیلیوم‌های قهوه‌ای در میزبان به صورت بین سلولی یا داخل سلولی هستند. کنیدیوفورها به صورت منفرد یا گروهی و از اپیدرم یا روزنه‌ها خارج می‌شوند. قاعده کنیدیوفورها تیره‌تر از بخش نوک است که حامل کنیدیوم‌ها به صورت سمپودیال هستند. کنیدیوم‌ها دوکی شکل یا نسبتاً استوانه‌ای و معمولاً خمیده، قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای طلایی بوده و دارای زائده نافی (hilum) کوچکی هستند که موجب تمایز آن از جنس *Exserohilum* می‌شود. تعداد دیواره‌های عرضی کاذب در کنیدیوم 14-6 عدد است و قارچ تولید توکسین غیر اختصاصی میزبان به نام ophiobolin را می‌کند.

بیولوژی

در نواحی معتدل بذر آلوده به صورت سطحی یا داخلی منبع اصلی اینوکولوم است، هر چند که قارچ در بقایای گیاهی زمستانگذرانی می‌کند (خاکزاد نیست). بذرهای آلوده ممکن است بلایت گیاهچه را تولید کنند که مرحله اول بیماری است. بیماری روی 20 گونه از جنس *Oryzae* و 23 جنس باریک برگ گزارش شده که آنها هم می‌توانند به عنوان منبع اینوکولوم عمل نمایند. آلودگی‌های بعدی توسط کنیدیوم‌های تولید شده روی گیاهچه‌ها است که باد زاد شده و موجب آلودگی‌های بیشتر می‌شوند. حرارت بهینه برای آلودگی 30-20 درجه و وجود آب آزاد (یا رطوبت نسبی بالاتر از 89 درصد) است. تنش آب حساسیت گیاه را بیشتر می‌کند. گیاهان برنج در مرحله گلدهی به بیماری حساس‌تر هستند و روزهای ابری برای بیماری مساعد است.

کنترل

مهمترین عوامل در کنترل لکه قهوه‌ای، تغذیه مناسب (وجود مواد غذایی مناسب در خاک) و بازداري از تنش آب است. استفاده از بذرهای سالم و عاری از عامل بیماری، ضدعفونی بذر با مخلوط بنومیل و تیرام، سرازان، حذف بقایای آلوده و میزبان‌های عامل بیماری و استفاده از ارقام مقاوم (بهترین روش کنترل) در کنترل بیماری موثر بوده‌اند.

سوختگی غلاف برنج (Rice sheat blight)

بیماری شیت بلایت یا سوختگی غلاف برنج بعد از بلاست مهمترین بیماری برنج است. عامل بیماری دارای دامنه میزبانی وسیعی بوده و بسیاری از باریک برگ‌های هرز مزارع برنج و تعدادی از بقولات را که در تناوب با برنج کشت می‌شوند، مورد حمله قرار می‌دهد. در موارد شدید بیماری، میزان خسارت به 50 درصد هم رسیده است. بیماری در گیلان، مازندران و گرگان خسارت‌زا است.

نشانه‌های بیماری

نشانه‌های بیماری معمولاً تا زمانی که گیاهان در اواخر مرحله پنجه‌زنی یا اوایل دراز شدن میان‌گره‌ها قرار ندارند، دیده نمی‌شود. نشانه‌های اولیه در گیاهان جوان شامل نقاط آسوخته مدور، مستطیلی یا بیضوی و به رنگ خاکستری مایل به سبز در غلاف برگ در منطقه نزدیک به سطح آب است که طول آنها تا 1 سانتیمتر هم می‌رسد. اندازه لکه‌ها به تدریج بزرگ شده (3-2x1 سانتیمتر)، مرکز لکه‌ها سبز روشن یا سفید و حاشیه آنها ارغوانی تا قهوه‌ای و نامنظم است. رطوبت نزدیک به 95 درصد، دمای بالا (28-32 درجه سلسیوس) و نور کم خورشید برای توسعه بیماری مساعد هستند. آلودگی به سرعت و توسط ریشه‌های رونده به بخش‌های بالایی گیاه از جمله پهنک برگ و به گیاهان مجاور گسترش می‌یابد. لکه‌ها در بخش بالایی گیاه ممکن است به هم رسیده و کل غلاف برگ و ساقه را احاطه کنند. اسکروت‌ها به طور سطحی در و یا مجاورت بافت‌های آلوده تشکیل می‌شوند و به آسانی از بافت‌های گیاه به هنگام بلوغ کنده می‌شوند. در گیاهان شدیداً آلوده دانه‌ها به خوبی پر نشده (مخصوصاً در بخش‌های پایینی سنبله) و وزن آنها کم است. خسارت‌های دیگر به محصول در اثر افزایش خوابیدگی گیاهان و کاهش تولید پنجه‌ها به دلیل مرگ ساقه‌ها حاصل می‌شود. حساس‌ترین زمان برای آلودگی در مرحله ظهور سنبله است و گیاهان جوان مقاوم‌تر از گیاهان بالغ هستند.

عامل بیماری‌زا

عامل بیماری قارچ *Rhizoctonia solani* با مرحله جنسی *Thanatephorus cucumeris* (از بازیدیومیست‌ها) است. بازیدیوم‌ها بشکله‌ای شکل و دارای 4 استریگمای نوک تیز (ندرتاً 2-3) هستند. بازیدیوسپورها بی‌رنگ، مستطیلی تا بیضی شکل بوده و قادر به حوانه‌زنی مکرر هستند. سلول‌های میسیلیوم چند هسته‌ای بوده، دارای دیواره عرضی دولیپوری، به قطر 8-12 میکرومتر و اسکروت‌ها از نوع کاذب هستند و در ابتدا سفید و بعداً قهوه‌ای می‌شوند. گروه آناستوموزی عامل بیماری AGI-IA است. گاهی اوقات این گروه آناستوموزی تحت نام تیپ *sasakii* ریزوکتونیا نامیده شده است.

بیولوژی

عامل بیماری به صورت اسکروت خاک‌زاد و میسیلیوم در بقایا بقا می‌یابد. اسکروت‌ها در شالیزارها شناور مانده و در اطراف بوته‌های برنج در محل تماس با آب جمع می‌شوند. به همین دلیل آلودگی‌های اولیه در مجاورت سطح آب دیده می‌شوند. اسکروت‌ها در نواحی معتدل تا 2 سال بقا می‌یابند و در طول زمان جمعیت آنها افزایش می‌یابد (بازیدیوسپورها هم ممکن است آلودگی را آغاز کنند، هر چند که در اپیدمیولوژی بیماری کم اهمیت هستند). استفاده از ارقام نیمه پا کوتاه و حساس و تغییر روش‌های کشت مرتبط با ارقام در توسعه شیت بلایت مناسب بوده و باعث افزایش شیوع بیماری در بسیاری از نواحی شده است. این ارقام دارای عملکرد بالا بوده و کوتاه و متراکم هستند و نیازهای کودی بیشتری (بوژه ازت بالا) دارند و به دلیل ایجاد شرایط مناسب برای بیماری شدت آن افزایش یافته است. آمل 3 و 2 و مصباح حساسیت بالایی دارند.

کنترل

استفاده از ارقام مقاوم (ارقامی که طول دانه کوتاه تا متوسط است، مقاوم‌تر از گیاهان با طول دانه دراز هستند). افزودن قارچ کش‌ها هم تا حدودی در کنترل موثر است. در ژاپن دو بار سمپاشی یکی در مرحله بین دراز شدن اولیه میان‌گره و رشد 5-2/5 سانتیمتری سنبله است و دومین سمپاشی دو هفته بعد از ظاهر شدن 90-80 درصد سنبله‌ها باعث کنترل بیماری شده است. استفاده از روش‌های کلاسیک برای تخریب اینوکولوم چندان موثر نبوده‌اند. آتش زدن بقایا برای حذف اسکروت‌ها موثر نبوده است، تناوب دراز مدت با گیاهان غیر میزبان از نظر اقتصادی قابل قبول نیست، هر چند که به دلیل دامنه وسیع میزبانی پاتوژن، تناوب مشکل است (بلایت برگی سویا هم توسط همین قارچ ایجاد می‌شود).

پوسیدگی غلاف برنج (Rice sheat rot)

این بیماری در برخی از نقاط جهان وجود دارد و موجب کاهش 85-20 درصد عملکرد در برنج شده و به احتمال زیاد در شمال ایران وجود دارد.

نشانه‌ها

نشانه‌های بیماری به صورت لکه‌هایی بر روی غلاف برگ‌های بالایی بوته مخصوصاً غلاف برگ پرچم دیده می‌شود. لکه‌ها در ابتدا مستطیلی شکل و بخش مرکزی آنها قهوه‌ای روشن تا خاکستری و حاشیه‌ها قهوه‌ای مایل به قرمز تیره است. با پیشروی بیماری، لکه‌ها بزرگ شده و به هم می‌رسند و بخش اعظم غلاف را می‌پوشانند. در آلودگی‌های زود هنگام یا شدید بیماری، سنبله ممکن است خارج نشده و این سنبله‌ها می‌پوسند و گلچه‌ها قرمز قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره می‌شوند. در خوشه‌های آلوده دانه‌های چروکیده، عقیم و یا پر نشده تولید می‌شوند.

عامل بیماری

عامل بیماری قارچ *Sarocladium oryzae* است که تولیدکننده یوفورهای verticillate را می‌کند. انشعابات انتهایی فیالیدها هستند که تولیدکننده یوم‌های یک سلولی، نسبتاً خمیده، بی‌رنگ و استوانه‌ای تا نسبتاً دوکی شکل را می‌کنند. همچنین فیالیدها ممکن است به طور مستقیم از ریشه‌ها تشکیل شوند. کنیدیوفورها و کنیدیوم‌ها معمولاً یک لایه سفید رنگی را در بخش داخلی غلاف آلوده تشکیل می‌دهند. این قارچ به صورت میسلیوم در بقایای آلوده و روی بذرها باقی می‌ماند. قارچ از طریق روزنه‌ها و زخم‌ها به گیاه برنج حمله می‌کند و در حلقه‌های آوندی و بافت‌های مزوفیل به صورت بین سلولی رشد می‌کند. صدمات ناشی از حشرات مخصوصاً کنه‌ها، ساقه خوارها و شپشک‌های آردی به توسعه بیماری کمک می‌کند (از طریق زخمی کردن میزبان و تاخیر در ظهور سنبله). مقدار کم کود ازته و کشت متراکم برای این بیماری مساعد است.

کنترل

استفاده از ارقام مقاوم و استفاده از باکتری‌های آنتاگونیست *Pseudomonas fluorescens* پیشنهاد شده‌اند.

بیماری‌های باکتریایی برنج

بلایت باکتریایی برنج (Rice bacterial blight)

این بیماری از خطرناکترین بیماری‌های برنج در جهان بوده و در نواحی معتدل و گرمسیری دیده می‌شود. میزان خسارت معادل 10-50 درصد عملکرد گزارش شده است. در ایران از شمال گزارش شده است.

نشانه‌های بیماری

نشانه‌های بیماری به دو گروه بلایت برگ و پژمردگی تقسیم می‌شوند. بلایت برگ که متداول‌تر بوده و شامل نوارهای آب‌سوخته در پهنک برگ است. طول و عرض نوارها زیاد شده و رنگ آنها در ابتدا زرد و بعداً سفید می‌شود. ممکن است نوارها به هم رسیده و کل پهنک برگ را فرا گیرند. قطراتی از تراوشات باکتریایی را می‌توان در لکه‌های جوان مشاهده نمود. در موارد شدید آلودگی لکه‌های کوچک و مدور با حاشیه‌های آب‌سوخته روی پوشه‌ها دیده می‌شود. گیاهان آلوده معمولاً دانه‌های سبک‌تر و کمتر تولید می‌کنند و کیفیت دانه‌ها پایین است. نشانه‌های بلایت برگ معمولاً از مرحله پنجه زنی به بعد ظاهر می‌شود. نشانه‌های پژمردگی که تحت نام kresek هم نامیده شده‌اند مخرب‌ترین نشانه‌های بیماری هستند و در نواحی گرمسیری از مرحله گیاهچه‌ای تا اوایل مرحله پنجه‌زنی ظاهر می‌شوند. برگهای گیاهان آلوده پژمرده و لوله‌ای شده و سبز مایل به خاکستری هستند. برگها بعداً زرد و سفید می‌شوند و کل گیاه می‌میرد.

یک حالت دیگر از این بیماری هم گزارش شده است که به نام زرد شدن برگ (yellow leaf) نامیده شده است. در این حالت جوانترین برگ گیاه به طور یکنواخت زرد شده و یا نوار پهن زرد رنگی در پهنک برگ دیده می‌شود. باکتری‌ها روی برگ دیده نمی‌شوند، بلکه در میان گره‌ها و یا طوقه ساقه‌های آلوده دیده می‌شوند.

عامل بیماری

عامل بیماری باکتری *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* است که باکتری میله‌ای شکل، گرم منفی و غیر اسپورزا است. روی محیط کشت *nutrient agar* کلنی‌ها زرد روشن، مدور، محدب و صاف هستند و رنگدانه زرد محلول در آب را تولید می‌کنند. باکتری در آوند چوبی سیستمیک است.

بیولوژی

باکتری اصولاً در بقایای برنج و روی میزبان‌های علف هرز مانند *Leersia oryzoides*, *Zizania latifolia*, *Cyperus rotundis* و گونه‌های وحشی برنج بقا می‌یابد، هر چند که می‌تواند در بذرها آلوده و خاک هم تا مدت کوتاهی باقی بماند ولی به عنوان منبع مهم اینوکولوم محسوب نشده است. باکتری از راه روزنه آبی، زخم برگها یا ریشه وارد گیاه شده و در آوند چوبی تکثیر می‌یابد. فرم پژمردگی این بیماری به دلیل ورود باکتری‌ها از راه زخم‌های گیاهچه‌ها به هنگام نشا کاری است. این بیماری در دمای بالا (25-30 درجه سلسیوس)، رطوبت بالا و باران شدیدتر است. بادهای شدید که موجب زخم شدن گیاه می‌شوند و نیتروژن زیادی برای بیماری مساعد هستند. باکتری از طریق آب آبیاری، باران پاششی و باران همراه با باد، تماس گیاهان با هم و تماس وسایل و دست‌های آلوده با گیاهان پراکنده می‌شود.

کنترل موثر بیماری از طریق ارقام مقاوم صورت می‌گیرد. کنترل زراعی شامل اجتناب از استفاده زیاد از حد کودهای ازته، حذف بقایای آلوده گیاهی و حذف میزبان‌های ثانویه است. کنترل شیمیایی با استفاده از ترکیبات مسی، آنتی بیوتیک‌ها و دیگر مواد شیمیایی رضایت بخش نبوده است.

بیماری‌های ویروسی برنج نوارک برنج (*Rice stripe*)

این بیماری در جنوب شرقی آسیا گسترش داشته و در آمریکا هم از بیماری‌های مهم برنج محسوب می‌شود. بوته‌های آلوده در اوایل فصل رشدی برگهای زرد رنگ تولید می‌کنند که تا خورده و پژمرده شده و به دلیل دراز شدن می‌افتند. بوته‌ها ممکن است خیلی کوتاه مانده و قبل از بلوغ خشک شوند. در اثر آلودگی دیر هنگام خطوط زرد رنگ یا موزائیک و نکروزه روی برگها بوجود می‌آید. تعداد پنجه‌ها در بوته آلوده زیاد شده و خوشه‌های ضعیف تولید می‌کنند و یا خوشه تشکیل نمی‌شود. عامل بیماری *Rice Stripe Virus* است که گونه تیپ جنس *Tenuivirus* است. پیکره‌های ویروس رشته‌ای به طول 2110-290 نانومتر و به قطر 8 نانومتر هستند. ژنوم ویروس از 5 رشته RNA تک لا و مثبت تشکیل شده است. این ویروس توسط زنجبرک‌های تیره *Delphacidae* و با رابطه تکثیری انتقال می‌یابد. ویروس در برنج، گندم، جو، یولاف، ارزن، دم روباهی، چاودار و علف‌های هرز گرامینه و در بدن زنجبرک‌های ناقل دوام دارد. ذرت هم به طور طبیعی آلوده می‌شود. کنترل با کاشت ارقام مقاوم و سمپاشی بر علیه ناقلین با حشره‌کش‌ها صورت می‌گیرد. زمان کاشت هم می‌تواند در کاهش بیماری موثر باشد.

کوتولگی برنج (*Rice dwarf*)

این ویروس در جنوب شرقی آسیا شایع است. نشانه‌های آن کوتولگی بوته‌ها، کم شدن تعداد و اندازه پنجه‌ها و تشکیل خال و رگه‌های روشن در برگها است. *Rice Dwarf Virus* ویروسی ایزومتریکی از جنس *Phytoreovirus* و تیره *Reoviridae* بوده که قطر آن 60-70 نانومتر است. ژنوم ویروس از 12 قطعه RNA دو لا (dsRNA) تشکیل شده است. این ویروس با زنجبرک‌های سیکادلید جنس *Nephotetix* و *Recilia* منتقل می‌شود. انتقال به صورت پایا و تکثیری است. ویروس در برنج و بدن حشرات ناقل دوام دارد. کنترل با نشا کردن برنج توسط ماشین در سینی‌های خاصی که حشرات ناقل وجود ندارند و آنها را قبل از انتقال با حشره کش سمپاشی می‌کنند، عملیات زراعی مانند کشت گیاهان غیر میزبان حشرات ناقل، زیر خاک کردن بقایا و کاشت ارقام مقاوم به ویروس صورت می‌گیرد.