بیماری فوزاریوم خوشه گندم

مقدمه

بیماری فوزاریوم خوشه یا بادزدگی خوشه، بیماری قارچی می‌باشد که می‌تواند در تمام غلات دانه ریز اتفاق بیفتد. در اثر این بیماری، محصولی نامرغوب با دانه‌های ریز و چروکیده و وزن هزار دانه کم بوجود می‌آید در نتیجه کاهش ارزش اقتصادی محصول را موجب می‌گردد. این بیماری نه تنها باعث از دست رفتن کیفیت و راندمان محصول می‌گردد بلکه با ایجاد توکسین قارچی عوارض خطرناکی را برای انسان و حیوانات بدنبال دارد.

در کشور ما آمار دقیقی در مورد خسارت وارده از ناحیه این بیماری وجود ندارد. این بیماری از سالها پیش در مزارع گندم ایران بصورت پراکنده وجود داشته است ولی در سالهای اخیر آلودگی زیادی در مناطق مرطوب و نیمه مرطوب کشور از جمله منطقه مغان استان اردبیل مشاهده شده است.

علایم بیماری

در گندم علائم ممکن است در یک قسمت و یا در کل خوشه ظاهر شود. سفید شدن و رنگ پریدگی خوشه‌ها در مزرعه سبز بوضوح قابل تشخیص می‌باشد. اغلب یک قسمت از خوشـــــه (عمدتاً نیمه بالائی) آلوده می‌شود که این قسمتها سفید و سایر قسمتهای خوشه سبز می‌باشند. عامل بیماری می‌تواند

دمگل را نیز آلوده کند و بتدریج پائین خوشه را هم فراگیرد و منجر به تغییر رنگ دمگل به قهوه ای، ارغوانی تا زرشکی گردد.

اغلب دانه‌های آلوده، چروکیده، سبک و متمایل به رنگ خاکستری با ظاهری مات و کدر یا مایل به صورتی می‌باشند. دانه‌های به ظاهر سالم نیز اغلب دارای آلودگی بوده و رنگ زرد کهربائی خود را از دست داده و به رنگ قهوه‌ای کدر و مات می‌گرایند.

بوته‌های جوان آلوده، در مقایسه با بوته‌های سالم کمی بلند ولی ضعیف می‌باشند. گیاهان جوان حاصل از دانه‌های آلوده قبل از اینکه به اندازه کافی رشد نمایند پوسیده شده و می‌میرند که مرگ بوته‌های جوان بصورت لکه‌های خطی در روی خاک قابل مشاهده است. آلودگی خوشه‌ها مستقل از بیماری گیاهان جوان می‌باشد. آلودگی به هیچ وجه از داخل گیاه به خوشه‌ها انتقال نمی‌یابد. زمانی‌که دمای خاک به ۱۵ درجه سانتیگراد برسد گیاهان سالم حاصل از بذور سالم نیز توسط اندامهای رشدی عامل بیماری که در بقایای گیاهی آلوده پخش شده در سطح مزرعه و یا بذور، آلوده می‌شوند.

مزرعه آلوده به بیماری فوزاریوم خوشه گندم

این بیماری بوسیله گونه‌هائی از جنس فوزاریوم ایجاد می‌شود ولی شایعترین گونه در گندم **F. graminearum** می‌باشد که فرم جنسی آن**Gibberella zeae** می‌باشد که عامل بیماری**Stalk rot** عامل پوسیدگی ساقه، بذر و بلال در گیاه ذرت می‌باشد.

این قارچها شرایط نامســاعدرا در بقایای گیاهی باقیمانــده غلات دانه ریز و ذرت سپــری می‌کنند و در شرایط آب و هوایی مرطوب اسپورهای خود را در سطح خوشه‌ها پخش می‌کنند.

باد و قطرات باران در یک لایه نازک از رطوبت، اسپورها را بطرف سنبلچه‌ها پخش می‌کنند، و عامل بیماری ابتدا به گل حمله کرده و علائم توسعه بیماری در داخل خوشه سه روز بعد از آلودگی در شرایط مساعد برای بیماری اتفاق می‌افتد. معمولاً غلات دانه‌ریز خصوصاً گندم نان و دوروم از زمان گلدهی و گرده‌افشانی به بیماری حساس می‌باشند و تا مرحله خمیری شدن امکان توسعه بیماری وجود دارد. در زمان گلدهی اسپورهای عامل بیماری، گل را آلوده و به دانه‌ها، گلومها، و سایر قسمتهای خوشه رسیده و رشد و توسعه می‌یابند. آلودگی بعد از گلدهی، از راه شکافها و ترکهای خوشه و از محل غلاف برگ ممکن است اتفاق بیافتد.

توسعه بیماری در زمان گلدهی تا آلوده شدن دانه‌ها علاوه بر شرایط محیطی، فاکتورهایی نظیر نوع رقم مورد کشت و درجه حساسیت به بیماری، میزان مایع تلقیح اولیه بیماری در خاک و کیفیت بذور نیز دخالت دارند.

در ایران نیز از میان ارقام متداول گندم مورد کشت، شیرودی، زاگرس، چمران، رسول، البرز نیمه‌حساس و ارقام تجن، ۱۵-۷۵- **16-75-N،N** ، استورک (دوروم) مقاوم و رقم اترک نیمه مقاوم به فوزاریوم خوشه می‌باشند.

پیش آگاهی و پیش بینی بروز بیماری

شروع و شیوع آلودگی در دو مدل قابل پیش‌بینی است:

۱- وقتی که بارندگی نسبتاً طولانی به مدت ۷ روز در زمان گلدهی استمرار یابد یا رطوبت بالا و دما در ساعاتی از روز بین ۳۰- ۱۵ درجه سانتیگراد باشد. این زمانی است که اسپورهای قارچها پخش شده و توسعه می‌یابند.

۲- هنگامی که بارندگی و رطوبت بالا، ۷ روز قبل از گلدهی و ۱۰ روز بعد از گلدهی در حالیکه ساعاتی از روز درجه حرارت بین ۳۰- ۱۵ درجه سانتیگراد و رطوبت بالا تا۹۰ درصد ادامه یابد. این زمانی است که اسپورهای قارچها پخش شده و توسعه می‌یابند و آلودگی رخ می‌دهد و بیماری شیوع می‌یابد.

محلولپاشی با قارچکش ممکن است که خسارت ناشی از بیماری را کاهش دهد در صورتیکه قارچکش در زمان اوائل گلدهی گندم و گندم دوروم و اوائل خوشه‌دهی جو صورت گیرد. کنترل بیماری زمانی موثر خواهد بود که سمپاشی هدفدار و در تمام جهات و سطوح خوشه انجام گیرد.

مدیریت بیماری فوزاریوم خوشه گندم

۱- تناوب دانه‌ریزها و ذرت با لگومینوزها برای یکسال و فاصله انداختن کشت غلات دانه ریز با ذرت. (فرم جنسی عامل بیماری باعث پوسیدگی ساقه، دانه، و کاکل ذرت شده که می‌توانند بمدت چند سال در ذرت و بقایای گیاهی باقی بماند)

۲- کاشت دانه‌های سالم و حذف کاشت دانه‌های لاغر، چروکیده و ضعیف و کم‌وزن. (استفاده از بذر مرغوب و ضدعفونی شده به کاستن آلودگی اولیه کمک می‌کند ولی بطور قطعی از آلودگی بعدی و توسعه و گسترش آن جلوگیری نمی‌کند. بذور آلوده بایستی از پروسه تولید بذر خارج شوند)

۳- ضدعفونی با قارچکشهای سیستمیک که طیف اثر وسیعی دارند و یا استفاده از مخلوط قارچکشها. (ازجمله سموم مورد توصیه می‌توان به سومی‌ایت – کاربندازیم – تیرام اشاره نمود)

٤-کشت در زمینهایی که بطور کامل آماده سازی شده‌اند.

٥- کاشت در پاییز، زمانیکه دمای هوا ١٥درجه سانتیگراد یا بالاتر باشد صورت می‌گیرد و در بهار کاشت زودتر صورت می‌گیرد. (جهت فرار از بیماری)

٦- شخم عمیق و تمیز کردن مزرعه از بقایای گیاهی آلوده و تکمیل عملیات پوشش بقایای محصول و بهداشت زراعی موثر می‌باشد.

۷- عدم استفاده از کودهای گیاهی حاوی بقایای گیاهی آلوده.

۸- عدم استفاده از واریته‌های حساس به بیماری.

۹- انبارکردن گندم با رطوبت بالای ١٤ درصد به جوانه زدن و توسعه قارچها کمک کرده و تولید مایکوتوکسین(سم قارچی) را بالا می‌برد.

۱۰ـ استفاده از ارقام مقاوم جو، گندم، یولاف و چاودار

۱. فوزاریوم سنبله گندم (**Fusarium Head Blight**)

این بیماری به اسامی مختلفی از جمله ؛ بلایت فوزاریومی سنبله، بلایت سنبله، سفید شدن سنبله، اسکب گندم (Wheat Scab) ، کپک صورتی یا اسکب صورتی، بیماری Tombstone و بیماری Fusarium glume spot شناخته شده و نامگذاری گردیده است.

نشانه‌های بیماری

نخستین نشانه آلودگی سنبله‌ها، ایجاد یک لکه کوچک آبسوخته و کم و بیش قهوه‌ای رنگ، در قاعده یا وسط گلوم یا روی محور سنبله است. سپس این آبسوختگی و بیرنگ شدن از نقطه آلودگی در تمام جهات گسترش می‌یابد. آلودگی ممکن است فقط سنبلچه‌های منفرد یا کل سنبله را در برگیرد. در امتداد لبه گلومها و یا در قاعده سنبلچه‌ها رشد میسلیومی صورتی تا قرمز رنگ به حالت کرکی بوضوح دیده می‌شود. دانه‌های گندم سنبلچه‌های آلوده اغلب چروکیده، تیره رنگ ، پوک و لاغر می‌باشند. سنبلچه‌های آلوده قبل از بلوغ سفید رنگ می‌شوند. در صورتی که هوای گرم و مرطوب ادامه یابد، سنبلچه‌های روی سنبله‌هایی که زود آلوده شده‌اند هنگام برداشت محصول با ظهور پریتسیوم‌های آبی – سیاه، خالدار می‌شوند

عامل بیماری و ویژگیهای فیزیولوژیکی آن

هرچند گونه‌هایی از جنس***Fusarium***بعنوان عامل این بیماری معرفی گردیده‌اند، ولیگونه***F.graminearum*** **Schwabe**یکی از مهمترین آنها شناخته شده است. این گونه درسال ۱۹۷۷ توسط ارشاد (۱۳۷٤) از گندمهای منطقه مازندران گزارش گردید. گونه اخیر دارای دو گروه است، گروه **I** آن به ریشه و طوقه و گروه **II** آن به سنبله گندم حملهمی‌کند. فرم جنسی قارچ عامل بیماری بنام***Giberella zeae***(**Petch**(**schw.**می‌باشد کهایجاد پریتسیوم می‌کند.

کاظمی (۱۳۷٦) از مزارع آلوده گرگان و گنبد، تعداد ۳۲ نمونه بطور مجزا جمع‌آوری نمود. در این مزارع سنبله‌های آلوده، به لحاظ وجود پوشش صورتی – نارنجی رنگ قارچ، از سنبله‌های سالم قابل تشخیص بودند. در آزمایشگاه از نمونه‌های جمع‌آوری شده، ۱۸ جدایه فوزاریوم جداسازی و خالص شده و گونه تمامی جدایه‌ها، ***F.graminearum***تشخیص دادهشد. همچنین به منظور انتخاب بیماریزاترین جدایه‌ها، از توانایی آنها در بروز (**incidence**) بیماری در سنبله‌ها استفاده شد که با توجه به نتایج بدست آمده تعداد ۵ جدایه با ۸۷ تا۱۰۰ درصد آلوده‌سازی خوشه‌ها، برای مطالعات و بررسیهای بعدی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین می‌توان دریافت، این گونه می‌تواند عامل اصلی بیماری در منطقه باشد. مهمترین ویژگی گونه***F.graminearum***تولید مایکوتوکسین‌های مختلف ، با توجه به شرایط محیطی و نوع میزبان می‌باشد، که عامل مایکوتوکسیکوزهای شدید در انسان و حیوانات است و از علایم آنها

بی‌اشتهایی، تهوع و گرفتگی ماهیچه‌ها می‌باشد. در بررسی ۳۷ نمونه دانه گندم از مزارع آلوده به این بیماری در مازندران، غلظت زیرالنون (**ZON**) بین ۴۲/۶-۳ و داکسی نیوالنول (**DON**) تا ۱۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم برآورد شده و تأثیر بیولوژیکی این مایکوتوکسین‌ها در غلظت‌های متعارف، روی لاروهای خرچنگ دریایی آب شور تا ۸۵ درصد تعیین گردید (زمانی‌زاده و خورسندی، ۱۳۷٤).

همچنین به منظور ارزیابی آلودگی مزارع شمال کشور به مایکوتوکسین‌های فوزاریوم در سال ۱۳۷۵، ۳۵ نمونه از گندمهای تازه درو شده شمال ایران (مناطق گنبد و گرگان) جمع‌آوری شده و وجود و میزان ۸ مایکوتوکسین؛ نیوالنول، داکسی نیوالنول، فوزارنون ـ ایکس، دی استوکسی سیرپنول، نیوسولانیول، تی-توکسین، اچ تی- ۲ توکسین و زیرالنون، بطور همزمان مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که از مجموع ۳۵ نمونه حاوی مقادیر بسیار بالایی زیرالنون بودند. میانگین مقادیر نیوالنول **ppm** ۵۷۷/٦ ، نیوسولانیول **ppm** ٤۷٦/۲ و زیرالنون **ppm** ۳٤٦٤/۳ بود. در ضمن سایر توکسین‌ها در هیچ یک از نمونه‌های مورد بررسی یافت نشدند (یزدان پناه و همکاران، ۱۳۷۷).

گلزار و همکاران (۱۳۷۹) ارتباط بین تولید توکسین داکسی نیوالنول و بیماریزاییجدایه‌های قارچ***F.graminearum*** ، عامل بلایت سنبله گندم را مورد بررسی قرار دادند.بدین منظور هشت جدایه قارچ عامل بیماری با توانایی تولید مقادیر متفاوت توکسین **DON** شامل؛ دو جدایه با حداکثر میزان تولید (**mg/g** ۲۱٥٦/٤ و ۱۹٦۹/۲) ، دو جدایه با توکسن زایی متوسط (**mg/g** ٥۸۰/٥ و ٥۳۹) ، دو جدایه با توکسین زایی پایین (**mg/g** ۲٦۹/٥۲ و ۱۷٦/۲) و دو جدایه نیز بدون توانایی تولید توکسین **DON** ، بطور تصادفی از جدایه‌های گونه مزبور انتخاب شدند. مایه‌زنی گندم رقم فلات در مرحله گلدهی، با سوسپانسیون ۲۰-۱۵ ماکروکنیدی، در ۱۰ میکرو لیتر آب مقطر استریل، در یک سنبلچه میانی هر سنبله انجام شد. پیشرفت بیماری در سه مرحله ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز بعد از مایه‌زنی با شمارش تعداد سنبلچه آلوده ارزیابی گردید. از نتایج بدست آمده چنین استنباط گردید؛ درجدایه‌هایی که دارای توانایی تولید بالای توکسین **DON** می‌باشند، این عامل موجب افزایش ویرولانس قارچ عامل بیماری می‌گردد.

تاثیر فیتوتوکسین‌های نیمه خالص***F.graminearum*** ، روی بذور در حال جوانه‌زنی وبافت گندم در رابطه با مقاومت گندم به بلایت فوزایومی خوشه مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار ۲٦ لاین گندم نان، از نقطه نظر تحمل بالقوه بذور در حال جوانه‌زنی به فیتوتوکسین‌ها با استفاده از فیتوتوکسین‌های نیمه خالص قارچ عامل بیماری بررسی شده و همبستگی تحمل آنها به عصاره فیتوتوکسیک و مقاومت مزرعه‌ای آنها نیز محاسبه گردید. با تیمار قطعات کولئوپتیل در حال رشد همان ارقام، بوسیله

فیتوتوکسین‌های نیمه خالص، نتایج نشان داد که اگر چه تنوع پذیری زیادی بین لاین‌های متفاوت گندم از نظر تحمل آنها به فیتوتوکسین‌های نیمه خالص وجود داشت، لیکن هیچ همبستگی میان تحمل لاین‌ها به فیتوتوکسین‌های نیمه‌خالص و شاخص بیماری (R=۰/۰۸ns) و بین تحمل لاین‌ها به فیتوتوکسین‌های نیمه خالص و حدوث بیماری (R =-۰/۰۸ns) وجود نداشت (پاکدامن و همکاران، ۱۳۷۹) .

چرخه بیماری

عامل بیماری زمستان را در بقایای میزبان می‌گذارند، بقایان گندمیان، ساقه ذرت و کلش گندم از منابع اولیه آلودگی بحساب می‌آیند و در عین حال در بذور گندم نیز باقی می‌مانند. کنیدیها یا آسکوسپورهای حاصل از این منابع آلودگی به وسیله باد انتشار یافته و در مرحله گلدهی (Anthesis) که حساسترین مرحله گندم به بیماری است، موجب آلوده‌سازی گیاه می‌شوند. در این مرحله سطوح بالایی از اسید آمینه‌های کولین (choline) و بتیین (betaine) درون بساکهای بیرون زده از گل، تولید شده و این مواد باعث تحریکرشد قارچ*F.graminearum*گردیده و به دنبال آن آلودگی سنبله توسط این پاتوژنشدت می‌یابد. از آنجایی که دوره اصلی آسیب‌پذیری گندم به بیماری در طول مرحله گرده‌افشانی است، قارچ عموماً به یک سیکل آلودگی در فصل محدود می‌شود. فراوانی اینوکلوم اولیه و شرایط آب و هوایی در طور مرحله گرده‌افشانی، از عوامل تعیین کننده شدت این بیماری است. تنش‌های تغذیه‌ای نیز ممکن است حساسیت گیاه را به آلودگی افزایش دهند. درجه حرارت مناسب برای آلودگی و توسعه بیماری ۲۵ درجه سانتیگراد است، در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد آلودگی کم بوده یا اصلاً اتفاق نمی‌افتد و بروز بیماری در درجه حرارت ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد شدت می‌یابد. دوره‌های رطوبتی مورد نیاز برای آلودگی بسته به دما و مرحله رشدی گیاه از ۳٦ تا ۷۲ ساعت متغیر است و این دوره‌ها بخصوص در مرحله گلدهی برای آلودگی اهمیت دارد.

ملیحی پور (۱۳۷٦) بیماری بلایت خوشه گندم و نقش چند عامل محیطی در توسعه آن در مناطق گرگان و مازندران را مورد بررسی قرار داد. بدین منظور داده‌های مربوط به یک سری از عوامل جوی که احتمال می‌رفت، مساعد بودن آنها در دوره گلدهی ارقام مختلف مربوط به یک سری از بیماری بلایت فوزاریومی خوشه را افزایش دهد، برای سالهای ۷٦-۱۳۷۱ از ایستگاههای هواشناسی هاشم آباد (گرگان) و قراخیل (مازندران) تهیه شده و جهت مطالعات مربوط در نظر گرفته شدند. برای هریکی از سالهای مذکور درصد

وقوع بیماری در گندم رقم فلات نشان داد که از بین عوامل جوی مورد بررسی، دو عامل میزان بارندگی و تعداد روزهای بارانی در دوره گلدهی، با وقوع بیماری در این رقم همبستگی بالایی دارند. بعبارت دیگر رابطه خطی معنی‌داری بین میزان بارندگی و تعداد روزهای بارانی در دوره گلدهی با میزان بیماری در گندم رقم فلات وجود دارد.

مبارزه

در ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های گندم به بیماری بلایت فوزایومی سنبله، مقاومت نسبی ٦٤ رقم و لاین با استفاده از سه روش؛ مایه زنی مصنوعی (تست درون شیشه‌ای, سنبله‌های جدا شده و متصل به گیاه) طی سالهای ١٣٧٤ و ١٣٧٥ تعیین گردید. برای این منظور مخلوطی از هشت جدایه قارچ عامل بیماری، باغلظت ٢٠ اسپور در پنج میکرولیتر تهیه شد و سپس ارقام و لاین های مورد نظر به ترتیب در مراحل گیاهچه (آزمایش درون شیشه ای) و گیاه بالغ (سنبله های جدا شده و متصل به گیاه) مایه‌زنی گردیدند. نتایج حاصل نشان داد، ارقام **Sumai#3, Sara/Jup/Biy, Pavon, Pasa** و **Wang Shui-bai** نسبت به بیماری متحمل بودند (ممرآبادی و همکاران، ١٣٧٩).

یکی از مباحث جالب توجه در بیماری شناسی گیاهی، القای مقاومت می‌باشد. در یک پژوهش، امکان القای مقاومت در ارقام حساس گندم به بیماری فوزاریومی خوشه بررسی شد. بدین منظور همزمان با شروع گلدهی در رقم فلات، سنبله‌ها بطور جداگانه با فعال کننده‌های گیاهی همچون اسید سالسیلیک، عصاره مخمر و میسلیوم کشته شده قارچ عاملبیماری، بوسیله اتوکلاو (١درصد وزن به حجم) دو بار به فاصله ٢٤ ساعت از هم تیمار شده و سپس مایه‌زنی سنبله‌ها با اسپورهای ***F.graminearum***انجام پذیرفت. برای هر محرک١٠٠ سنبله و دو سری شاهد در نظر گرفته شد که یک سری از آنان با آب مقطر استریل و سری دیگر فقط با قارچ عامل بیماری تیمار شدند. نتایج نشان داد که فقط میسلیوم کشته شده قارچ عامل بیماری قادر به جلوگیری از پیشرفت بیماری بر روی سنبله می‌باشد. زیرا پاتوژن پس از تزریق در سنبلچه میانی، موفق به گسترش و آلوده‌سازی تمام سنبله نشد. این نتایج حاکی از این بود که میتوان از ترکیبات خاصی، بعنوان فعال‌کننده‌های مکانیزم دفاع در گیاهان علیه پاتوژنها استفاده نمود(کاظمی و همکاران، ١٣٧٧).

محمدی و کاظمی (**Mohammadi and Kazemi 2002**) برای اولین بار میزان فعالیت و نقش آنزیمهای پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز در سنبله‌های ارقام حساس و مقاوم گندم به بیماری فوزاریومی

خوشه و القای مقاومت را مورد بررسی قرار دادند. آنزیم اکسیدکننده پلی فنل اکسیداز (**PPO**) یکی از مهمترین آنزیمهای دفاعی گیاهان علیه عوامل بیماریزا و آفات محسوب می شود. این آنزیم در اکسیده کردن فنل های گیاهی به کینون ها (ترکیبات سمی ضدمیکروبی) و لیگنین کردن دیواره سلولی گیاه میزبان در برهم کنش ناسازگار نقش بسزایی دارد. در این پژوهش، میزان فعالیت اختصاصی این آنزیم به روش اسپکتروفتومتری، در ارقام متحمل**Shui-bai Wang** و **Sumai#3** و حساس فلات و گلستان در چهار مرحله تکامل سنبله شامل گلدهی، شیری، خمیری و رسیدن کامل دانه، مورد سنجش قرار گرفت. خصوصیات بیوشیمیایی بدست آمده از بهینه سازی فعالیت **PPO** سنبله گندم شامل؛ سرعت خطی واکنش (**Kinetics**) در ۳۰ ثانیه حداکثر جذب در ۵۱۵ نانومتر، مطلوبترین **pH** برابر ٦/٤ ، مناسبترین غلظت سوبستریت پایروکتکول ۲۰ میلی مول و کمک آنزیم ال - پرولین ۵ میلی مول بود. فعالیت این آنزیم براساس پروتئین خام محلول، در سنبله تلقیح شده ارقام متحمل، در مرحله شیری به حداکثر میزان رسید و متعاقباً کاهش یافت ، این میزان در مقایسه با شاهدهای مربوطه، به بیش از سه برابر رسید. در ارقام حساس فلات و گلستان میزان فعالیت **PPO** تا نصف آن در ارقام متحمل کاهش یافت. رنگ آمیزی فعالیت این آنزیم در ژل بومی پلی‌اکریل آمید، تعداد یک آیزوزایم بازی و ٦ تا ۸ آیزوزایم اسیدی را آشکار ساخت. همچنین تراکم و ضخامت باندهای اسیدی **PPO** در نمونه‌های مایه‌زنی شده، به مراتب بیشتر از نمونه‌های شاهد بود. عصاره***F.graminearum*** تنها یک باند بازی را در ژل متراکم‌کننده نشان داد. فعالیت **PPO** خوشه گندم، در اثر تیمار ژل، درمحلول سدیم آزاید (**NaN3**) و جوشانیدن عصاره ناپدید گردید. در کلیه ارقام مورد آزمایش، فعالیت **PPO** در مرحله شیری افزایش یافت و از آنجایی که این میزان در ارقام متحمل، ۱/۷ برابر نسبت به ارقام حساس بیشتر بود، این امکان وجود دارد که بتوان از **PPO** به عنوان یک نشانگر بیوشیمیایی مقاومت، جهت گزینش منابع مقاوم ژنتیک در برنامه به نژادی استفاده نمود. عملیات فوق‌الذکر برای آنزیم اکسیدکننده پراکسیداز (**POX**) نیز انجام گرفت. نتایج حاصل نشان داد پراکسیداز سنبله گندم، دارای سرعت واکنش ثابت تا ۳۰ ثانیه، حداکثر جذب فرآورده اکسید شده در ٤۷۵ نانومتر، مطلوبترین **pH** برابر ۵/٤ و مناسبترین غلظت سوبستریت گوییکول ۲۰۰ میلی مول و سوبستریت **H2O2** برابر ۰/۳ درصد می‌باشد. میزان فعالیت ویژه **POX** براساس پروتئین خام محلول، در کلیه ارقام متحمل و حساس تلقیح شده، در مرحله شیری در مقایسه با شاهدهای مربوطه افزایش قابل توجه داشته و در بیشتر موارد به حداکثر میزان رسید، ولی این افزایش در ارقام متحمل وانگ و حساس فلات به یک میزان و در ارقام متحمل سرمای در حد متوسط و حساس گلستان ناچیز بود. فعالیت **POX**

در ژل بومیپلی‌اکریل‌آمید رنگ‌آمیزی شد. در ژل متراکم کننده تعداد سه باند آیزوزایمی بازی (کاتدیک) و تعداد ۷ باند اسیدی (آندیک) در ژل جداکننده آشکار گردیدند. در ارقام متحمل مایه‌زنی شده، تراکم و ضخامت ایزوپراکسیدازها بیشتر از نمونه‌های شاهد بود. حرارت و تیمار با سدیم آزاید در ژل پلی‌اکریل‌آمید به ترتیب موجب از بین رفتن کامل و یا نسبی فعالیت ایزوزایم‌های **POX** گردید. عصاره قارچ عامل بیماری فقط یک باند اسیدی را در ژل جداکننده نشان داد.

همچنین در بررسی القای مقاومت، نتایج نشان داد میزان فعالیت ویژه آنزیمهای **PPO** و **POX** در مرحله شیری سنبله رقم فلات پس از تیمار با میسلیوم کشته شده و مایه‌زنی با قارچ عامل بیماری در مقایسه با شاهد، بیش از دو برابر بود. همچنین تراکم، ضخامت و تعداد ایزوزایم‌های **PPO** و **POX** در الکتروفورز ژل بومی پلی اکریل آمید در نمونه‌های تیمار شده با میسلیوم کشته شده، بیشتر از شاهدهای مربوطه بود.

در ارتباط با کنترل شیمیایی بیماری، گلزار و همکاران (۱۳۷۳) تاثیر چند قارچکش بر فوزاریوز خوشه گندم در گرگان و مازندران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادقارچکش آلتوکمبی **SC460** به میزان ۰/٦ لیتر در هکتار و در دو بار سم پاشی (یکبار مرحله ظهور خوشه و یکبار نیز در مرحله گلدهی) بیشترین تاثیر را در مقایسه با سایر قارچکش‌های مورد آزمایش داشته و نسبت به شاهد نیز در سطح ۱٪ برتری نشان داده است. از طرفی چون سم‌پاشی در مرحله ظهور خوشه، تاثیر کمتری در مقایسه با زمان گلدهی داشته است، بنابراین می‌توان یک نوبت سم‌پاشی در مرحله شروع گلدهی را توصیه نمود. این نکته هم از لحاظ اقتصادی و هم از جنبه زیست محیطی دارای اهمیت است