

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
بخش تحقیقات غلات

بیماری بلایت فوزاریومی سنبله گندم و روش‌های کنترل آن در ایران و جهان

تألیف: علی ملیحی‌پور
(استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر)
۱۳۹۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نشریه فنی

بیماری بلایت فوزاریومی سنبله گندم و روش‌های کنترل آن در ایران و جهان

تألیف: علی ملیحی‌پور

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

۱۳۹۳

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

- عنوان نشریه: بیماری بلایت فوزاریومی سنبله و روش‌های کنترل آن در ایران و جهان

- نوع نشریه: نشریه فنی

- تألیف: علی ملیحی‌پور

- ویرایش علمی:

- ویرایش فنی:

- ناشر: مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، استان البرز، ایران

- شمارگان (تیراژ):

- سال انتشار: ۱۳۹۳

- شماره و تاریخ ثبت در مرکز اسناد و مدارک علمی کشاورزی: شماره ۴۶۲۷۰ به تاریخ ۱۳۹۳/۰۹/۱۵

پیش گفتار

بیماری بلایت فوزاریومی سنبله که یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب جهان است در بسیاری از کشورهای تولید کننده گندم به عنوان یک عامل محدود کننده در تولید این محصول به شمار می‌رود. در ایران، این بیماری به صورت اندمیک (بوم‌گیر) در استان‌های گلستان و مازندران و منطقه مغان وجود داشته و باعث کاهش کمی و کیفی محصول گندم می‌شود. بیماری معمولاً هر چند سال یک بار در این مناطق به صورت اپیدمیک (همه‌گیر) در آمده و خسارت شدید وارد می‌کند. همچنین، امکان افزایش توکسین‌های تولید شده توسط قارچ‌های عامل بیماری در محصول گندم تولید شده در این مناطق بسیار بالاست که این امر تهدیدی جدی برای سلامت مواد غذایی و بهداشت انسان و دام به شمار می‌رود. این بیماری در هر منطقه دیگر از کشور نیز در صورت مساعد شدن شرایط محیطی، یعنی بارندگی‌های زیاد و هوای گرم و مرطوب در زمان گلدهی، ممکن است به صورت همه‌گیر در آمده و خسارت وارد کند.

نشریه حاضر که به منظور ارائه اطلاعاتی کلی در رابطه با بیماری بلایت فوزاریومی سنبله گندم و روش‌های کنترل آن تهیه گردیده است در درجه اول برای مروجان و کشاورزانی که مستقیماً با تولید گندم سر و کار دارند قابل استفاده خواهد بود. همچنین، این نشریه ممکن است برای بسیاری از کارشناسان، محققان، و دانشجویانی که علاقمند به مطالعه در مورد این بیماری هستند نیز قابل استفاده باشد. امید است که انتشار این مجموعه بتواند کمکی هر چند اندک به افزایش دانش و معلومات تولید کنندگان و دست اندرکاران گندم در راستای افزایش تولید گندم سالم در کشور بنماید.

علی ملیحی پور

استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	تاریخچه بیماری
۴.....	اهمیت بیماری
۵.....	علائم بیماری
۸.....	عوامل بیماری
۹.....	توسعه بیماری
۱۲.....	پیش‌آگاهی بیماری
۱۳.....	کنترل بیماری
۱۷.....	منابع مورد استفاده

تاریخچه بیماری

بیماری بلایت فوزاریومی سنبله برای اولین بار توسط اسمیت در سال ۱۸۸۴ از انگلستان گزارش شد. بعداً چستر و آرتور به ترتیب در سال‌های ۱۸۹۰ و ۱۸۹۱ به طور مستقل از هم گزارش کردند که بیماری بلایت فوزاریومی سنبله در ایالات متحده امریکا در حال مهم شدن است. همچنین، دتمرز در سال ۱۸۹۲ بیماری را از ایالت اوهایو در امریکا گزارش کرد. دیگر گزارش‌های اولیه مربوط به این بیماری عمدتاً از ایالات متحده امریکا هستند. طی سال‌های ۱۹۰۵، ۱۹۰۷، و ۱۹۱۵، اپیدمی‌های شدیدی از بیماری روی گندم در ایالت مینه‌سوتا در امریکا روی داد. در سال ۱۹۱۷، این بیماری در ۳۱ ایالت از ۴۰ ایالت مورد بازدید در امریکا خسارات شدید وارد کرد. همچنین، اپیدمی‌های شدیدی از بیماری در سال ۱۹۱۹ در مناطق مختلف امریکا روی داد که بیش‌ترین خسارت از بین آن‌ها در دو ایالت ایلینوی و آیوا مشاهده شد. در اوایل دهه ۱۹۲۰، این بیماری به عنوان یک بیماری شایع در همه مناطق کشت غلات در ایالات متحده محسوب می‌شده است. در سال ۱۹۲۸، بیماری بلایت فوزاریومی سنبله باعث ۱۵٪ کاهش عملکرد گندم در ایالت ایندیانا در امریکا شد. در سال ۱۹۳۲، این بیماری در بخش‌های جنوبی و شرقی ایالت‌های مینه‌سوتا، داکوتای شمالی، و داکوتای جنوبی شدید بوده است. همچنین، اپیدمی‌های گسترده‌ای از بیماری طی سال‌های ۱۹۳۹، ۱۹۴۱، ۱۹۴۴، و ۱۹۴۵ در ایالت مینه‌سوتا روی داد. در کانادا این بیماری بین سال‌های ۱۹۲۷ تا ۱۹۸۰ تقریباً هر ۹ سال یک بار به صورت اپیدمی درآمده که از بین آن‌ها اپیدمی‌های سال‌های ۱۹۴۰، ۱۹۴۲، ۱۹۴۵، ۱۹۵۷، ۱۹۶۷، و ۱۹۸۰ شدید بوده‌اند.

در دهه ۱۹۸۰ اپیدمی‌های بیماری در بخش‌هایی از ایالت‌های کانزاس، نبراسکا، میسوری، اوکلاهما، آیوا، جنوب ایلینوی، ایندیانا، و نیویورک در امریکا روی داد. تخمین زده می‌شود که این بیماری فقط در سال ۱۹۸۲ باعث از بین رفتن ۴٪ کل محصول گندم امریکا یعنی معادل ۲/۷ میلیون تن گندم شده است.

در سال ۱۹۹۱، مساعد بودن شرایط جوی برای توسعه بیماری بلایت فوزاریومی سنبله و بیماری‌های برگ‌گی در ۱۱ ایالت امریکا (با پوشش اراضی زیرکشت معادل ۶/۱

میلیون هکتار) باعث شد که تولید محصول در این ایالت‌ها در اثر این بیماری‌ها تا ۲/۷ میلیون تن کاهش یابد. در همین سال، اپیدمی‌هایی از بیماری در آرکانزاس و بخش‌هایی از غرب میانه آمریکا یعنی مینه‌سوتا و داکوتای شمالی روی داد. در سال ۱۹۹۲، بازدید مزارع گندم در استان مانیتوبا در کانادا افزایش وقوع بیماری در مناطق مختلف این استان را نشان داد. در سال ۱۹۹۳، خسارت کمی و کیفی ناشی از اپیدمی‌های این بیماری در غرب میانه آمریکا و استان مانیتوبا در کانادا بیش از ۱ میلیارد دلار بوده است. از آن زمان به بعد، بیماری بلایت فوزاریومی سنبله مهم‌ترین بیماری قارچی گندم در بخش‌های شرقی دشت‌های کانادا محسوب می‌شود. در سال ۱۹۹۵، سطوح بالایی از بیماری از بخش‌های شرقی ایالت‌های ایلینوی، کانزاس، و نبراسکا گزارش شد. همچنین در سال ۱۹۹۶ اپیدمی‌های شدیدی از بیماری تولید گندم در چندین ایالت آمریکا و نیز استان انتاریو در کانادا را تحت تأثیر قرار داد. اپیدمی‌های دیگری از بیماری طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ خسارات کمی و کیفی زیادی به محصول گندم وارد کرد. خسارات اقتصادی مستقیم و غیر مستقیم ناشی از این اپیدمی‌ها به محصولات مختلف در دشت‌های بزرگ شمالی و بخش‌های مرکزی آمریکا ۲/۷ میلیارد دلار تخمین زده شده است.

بیماری بلایت فوزاریومی سنبله در چین اندمیک (بوم‌گیر) است. این بیماری در دو سوم استان‌های این کشور با بیش از ۷ میلیون هکتار مناطق گندم‌کاری تحت تأثیر آن و میزان خسارت بیش از ۱ میلیون تن گزارش شده است. اپیدمی‌های بیماری در چین معمولاً در دامنه‌های پایینی و میانی دره یانگ‌تسه، مناطق ساحلی جنوب چین، و بخش‌های شرقی استان هلیونگجیانگ روی می‌دهند. در سال‌هایی که اپیدمی بیماری شدید بوده وقوع سنبله‌های بیمار به ۵۰ تا ۱۰۰ درصد رسیده و افت محصول بین ۲۰ تا ۴۰ درصد گزارش شده است.

با اینکه بیماری بلایت فوزاریومی سنبله گندم از زمان‌های دور به طور پراکنده در ایران وجود داشته است ولی از اوایل دهه ۱۳۶۰ آلودگی زیادی از آن به خصوص در استان‌های گلستان و مازندران مشاهده می‌شود. این بیماری در منطقه مغان نیز یکی از

بیماری‌های مهم گندم است. به طور کلی، این بیماری به صورت اندمیک در این مناطق وجود داشته و باعث کاهش عملکرد و کیفیت محصول گندم می‌شود. بیماری معمولاً هر چند سال یک بار در این مناطق به صورت اپیدمی در آمده و باعث خسارت شدید می‌شود. در مطالعه این بیماری در سال ۱۳۷۱ در منطقه گرگان که بیماری به صورت اپیدمی بوده است میانگین درصد سنبله‌های آلوده در ارقام تجاری فلات، گلستان، و خزر به ترتیب ۷۷، ۶۱، و ۲۹ درصد برآورد شده است. در همان سال میزان وقوع بیماری روی ارقام مختلف گندم در استان مازندران بین ۱ تا ۷۵ درصد تخمین زده شده است. همچنین خسارت این بیماری در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ در مناطق گرگان، مازندران، و مغان قابل توجه بوده است. این بیماری در هر منطقه دیگر از کشور نیز که زمان گل‌دهی گندم با بارندگی‌های بیش از حد معمول و هوای گرم و مرطوب مصادف شود می‌تواند به صورت اپیدمی در آمده و خسارت وارد کند. میزان خسارت ناشی از اپیدمی شدن بیماری روی گندم در برخی مناطق استان هرمزگان در سال ۱۳۷۵ به حدی شدید بود که در برخی مزارع امکان برداشت محصول وجود نداشت. این بیماری در سال ۱۳۷۶ در برخی از مزارع گندم جیرفت ظاهر شده و خساراتی به برخی ارقام وارد نمود. بیماری در سال ۱۳۹۰ مجدداً در برخی مناطق کشور ظهور کرده و در منطقه مغان خساراتی روی ارقام گندم حساس وارد نمود. این بیماری همچنین از برخی نقاط استان خوزستان گزارش شده و در سال ۱۳۹۳ تا حد قابل توجهی روی ارقام گندم دوروم مشاهده شد.

این بیماری از نظر تاریخی در روسیه، سوئد، نروژ، هلند، انگلستان، فرانسه، آلمان، ایتالیا، برزیل، ژاپن، و استرالیا نیز بیماری شایعی به شمار می‌رفته است. بیماری هم‌چنان تهدیدی برای تولید گندم در قسمت‌های مختلف جهان به شمار می‌رود.

اهمیت بیماری

بیماری بلایت فوزاریومی طی دوره گل‌دهی گندم‌ها را آلوده کرده و سبب کاهش شدید عملکرد محصول و پایین آمدن کیفیت دانه می‌شود. علت اصلی کاهش

عملکرد در گندم، دانه‌های چروکیده ناشی از بیماری هستند که ممکن است در زمان برداشت محصول و حین کوبیدن خوشه‌ها توسط دستگاه خرمن‌کوب به خاطر وزن سبک خود، در اثر باد دستگاه از آن خارج شوند. دانه‌های آلوده‌ای هم که باقی بمانند باز به خاطر وزن سبک، وزن محصول برداشت شده را کاهش می‌دهند. این بیماری می‌تواند محصول گندم را در عرض چند هفته قبل از برداشت به طور کامل نابود کند.

علاوه بر آن، دانه‌های گندم آلوده به بیماری ممکن است حاوی مقدار زیادی از توکسین‌های قارچی از قبیل دی‌اوکسی‌نیوالنول (deoxynivalenol=DON) و زیرالنون (zearalenone) باشند که تهدیدی جدی برای سلامت مواد غذایی و بهداشت انسان و دام به شمار می‌روند. این توکسین‌ها با انواع مسمومیت‌ها، پس زدن غذا، اسهال، استفراغ، خون‌ریزی دستگاه گوارشی، و درماتیت تماسی در حیوانات و نیز با مسمومیت‌ها، تهوع، استفراغ، کم‌اشتهایی، و تشنج در انسان مرتبط بوده‌اند. در بسیاری از کشورها برای مقدار این توکسین‌ها در گندم، جو، و دیگر غلات و محصولات تولید شده از آن‌ها حد مجاز تعیین شده است. به عنوان مثال، حد مجاز توکسین DON در ایالات متحده آمریکا در کلیه محصولات به دست آمده از گندم که مورد مصرف انسان می‌باشد ۱ ppm است. در این کشور حد مجاز این توکسین برای غذاهایی که مورد مصرف حیوانات مختلف هستند ۵-۱۰ ppm تعیین شده است. حیوانات دارای دستگاه گوارش ساده حساس‌تر از نشخوارکنندگان هستند. حد مجاز DON در جوی مالت در آمریکا صفر است. معمولاً استانداردهای مربوط به حد مجاز توکسین در مواد غذایی در کانادا مشابه آمریکا ولی در کشورهای اروپایی پایین‌تر از این دو کشور است. این استانداردها در سایر کشورهای جهان ممکن است بسیار متفاوت باشند. گندم تجاری در صورت آلودگی دانه‌ها به بیماری یا داشتن توکسین‌های ناشی از آن ممکن است در بازار به قیمت پایین‌تری فروخته شده و یا اصلاً امکان فروش آن وجود نداشته باشد.

بیماری همچنین از طریق کاهش جوانه‌زنی بذر، ایجاد بلایت گیاهیچه، و ضعیف نمودن گیاهان گندم سبب ایجاد خسارات غیر مستقیم می‌شود. علاوه بر این‌ها، خواص

آردسازی، نانواپی، و ماکارونی‌سازی گندم نیز ممکن است تحت تأثیر این بیماری قرار گیرد.

علائم بیماری

علائم اولیه بیماری به صورت لکه‌های کوچک آب‌سوخته مایل به قهوه‌ای در قسمت قاعده یا میانه گلوم (پوشه) یا محور سنبله ظاهر می‌شود. به تدریج لکه‌های آب سوخته و بی‌رنگ از نقطه آلوده در تمامی جهات گسترش یافته و سنبلچه‌های دیگر را نیز آلوده می‌کنند. در نتیجه این آلودگی‌ها، رنگ سبز سنبلچه‌ها ممکن است به رنگ کاهی رنگ‌پریده تغییر پیدا کند (شکل ۱).



شکل ۱- سوختگی و تغییر رنگ سنبلچه‌ها در بیماری بلایت فوزاریومی سنبله

مرگ زودرس یا سفید شدن سنبلچه‌ها از علائم معمول بیماری است که مخصوصاً در سنبله‌های نارس واضح بوده و ممکن است یک یا چند سنبلچه یا تمام

سنبله را در بر بگیرد. چنانچه محور سنبله آلوده شود ممکن است تمامی بافت‌های بالای محل آلودگی خشک شوند. ریشک‌های گیاهان آلوده تغییر شکل داده، دچار پیچیدگی شده، و به طرف پایین خم می‌شوند.

از علایم مشخصه بیماری تغییر رنگ محور سنبله به ویژه در قاعده آن از رنگ سبز معمول به رنگ خرمایی تا قهوه‌ای می‌باشد که برای توصیف آن از اصطلاح بلایت (به معنای سوختگی) استفاده می‌شود. در شرایط آب و هوایی مرطوب، رشدی از کپک صورتی یا نارنجی رنگ در امتداد لبه گلوم‌ها یا قاعده سنبلچه‌ها مشاهده می‌شود (شکل ۲). سوختگی محور سنبله علامتی است که به تمیز دادن این بیماری از سایر بیماری‌ها و آفاتی که منجر به سفید شدن سنبله می‌شوند کمک زیادی می‌کند.



شکل ۲- رشدی از کپک صورتی یا نارنجی رنگ در امتداد لبه گلوم‌ها یا قاعده سنبلچه‌ها

در بیماری بلایت فوزاریومی سنبله

بلایت سنبله شدید می‌تواند علایمی را روی دانه‌ها بوجود آورد. چنانچه سنبله‌ها در مراحل اولیه رشد خود آلوده شوند ممکن است به طور کامل پر نشوند.

سنبلچه‌های آلوده معمولاً عقیم بوده یا اینکه دارای دانه‌های چروکیده، سفید، یا گچی شکل می‌باشند (شکل ۳). حتی دانه‌هایی هم که ظاهراً سالم به نظر می‌رسند ممکن است آلوده به بیماری باشند.



شکل ۳- مقایسه دانه گندم سالم (چپ) و آلوده به بیماری (راست)

در صورت وجود آب و هوای گرم و مرطوب به مدت طولانی، پریسیومیوم‌های آبی/تیره که اندام جنسی قارچ‌های عامل بیماری هستند مخصوصاً روی سنبلچه‌های زودتر آلوده شده رشد کرده (شکل ۴) و باعث می‌شوند که ظاهر سنبله‌ها به صورت نقطه نقطه و خال‌دار دیده شود.

دانه‌های بدست آمده از مزارع آلوده در مقایسه با دانه‌های سالم و طبیعی، برای دام‌ها کم‌تر مطبوع بوده و توکسین‌های قارچی موجود در دانه‌های آلوده ممکن است سبب ایجاد مشکلات تغذیه‌ای و بهداشتی در آن‌ها شود. توکسین‌ها ظاهراً قادرند سال‌ها در دانه‌های ذخیره شده (در انبار) به صورت پایدار باقی بمانند. نان به دست آمده از گندم‌های آلوده نیز ممکن است مسموم کننده باشد.

علائم بیماری بلایت فوزاریومی سنبله ممکن است با علائم برخی از بیماری‌های ریشه و طوقه که باعث سفید شدن یا خشک شدن کل سنبله می‌شوند اشتباه گرفته

شوند. گاهی اوقات علائم این بیماری ممکن است با علائم دو بیماری پوشینه سیاه (black chaff) و لکه پوشینه (glume blotch) نیز اشتباه شوند. علائم این بیماری حتی ممکن است با علائم خسارت برخی آفات حشره‌ای به ویژه برخی مگس‌ها، زنبورها، و پروانه‌ها نیز اشتباه گرفته شوند. به هر حال، تفاوت اصلی این بیماری با علائم خسارت آفات گفته شده این است که در صورت خسارت آفات و خورده شدن قاعده ساقه‌ها در محل تماس با گره‌های ساقه، این ساقه‌ها با کشیده شدن به بالا به راحتی از محل گره‌ها جدا می‌شوند. علاوه بر آن، علائمی از قبیل بلایت، سوختگی محور سنبله در محل گل‌آذین یا قاعده آن، و گچی شدن دانه‌ها فقط در مورد بیماری بلایت فوزاریومی سنبله دیده می‌شود.



شکل ۴- تشکیل اندام‌های جنسی (پریتسیوم‌های) آبی/تیره قارچ‌های عامل بیماری در بیماری بلایت فوزاریومی سنبله

عوامل بیماری

تعداد زیادی از گونه‌های قارچ *Fusarium* بیماری بلایت سنبله در گندم را بوجود می‌آورند. علائم ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف تقریباً یکسان است. گونه

Fusarium graminearum (با شکل جنسی *Gibberella zeae*) در بسیاری از کشورها به عنوان اصلی‌ترین عامل بیماری به شمار می‌رود. این گونه یکی از محدود گونه‌های *Fusarium* است که در شرایط مزرعه‌ای و نیز روی محیط کشت‌های مخصوص در شرایط آزمایشگاهی قادر به تشکیل اندام‌های تولید مثل جنسی است. شکل جنسی این قارچ که در شرایط مزرعه روی بقایای گندم به ویژه گلوم‌ها تشکیل می‌شود نقش مهمی در بقای قارچ عامل بیماری از سالی به سال دیگر بازی می‌کند.

توسعه بیماری

منبع مایه تلقیح اولیه برای بیماری بلایت فوزاریومی سنبله ممکن است بر حسب نوع سیستم زراعی متفاوت باشد اما در کلیه موارد بقایای محصول در سطح خاک مهم‌ترین منبع آلودگی به شمار می‌روند. قارچ‌های عامل این بیماری علاوه بر گندم در سایر غلات از قبیل جو، چاودار، و یولاف نیز بیماری بلایت فوزاریومی سنبله و در ذرت بیماری پوسیدگی بلال را به وجود می‌آورند (شکل ۵). پوسیدگی بلال ذرت در ایران از بیماری‌های مهم این گیاه به شمار می‌رود. قارچ‌های عامل بیماری روی کاه و کلش و بقایای گندم و دیگر غلات دانه‌ریز و همین‌طور روی تکه‌های ساقه و بلال ذرت دوام می‌آورند. نوع محصول کاشته شده در فصل زراعی قبل و مقدار بقایای محصول تأثیر زیادی روی میزان مایه تلقیح این بیماری دارند. کشت مداوم گندم یا تناوب گندم و ذرت منبع بزرگی از مایه تلقیح فوزاریوم را جهت توسعه اپیدمی بلایت فوزاریومی سنبله فراهم نموده و باعث گسترش هر چه بیش‌تر بیماری می‌شود. منبع مهم دیگر برای مایه تلقیح، قارچ دانه‌های گندم آلوده می‌باشند که در زمان برداشت محصول به خاطر وزن سبک خود همراه با کاه گندم به سطح زمین ریخته شده و تا فصل زراعی بعد همان جا باقی می‌مانند.

عملیات زراعی نقش مهمی در بقای قارچ بازی می‌کند. به عنوان مثال، شخم عمیق و دفن نمودن بقایای گیاهی باعث پوسیدگی سریع‌تر آن‌ها شده و بقای اندام‌های قارچی را کاهش می‌دهد. این امر به نوبه خود باعث کاهش منبع مایه تلقیح اولیه

می‌شود. بنابراین، حرکت به سمت کشاورزی حفاظتی که عملیات زراعی کم، شخم زدن حداقل، و نگه داشتن بقایای گیاهی در سطح خاک از اصول اولیه آن است ممکن است باعث افزایش مایه تلقیح و تشدید این بیماری شود. به هر حال، چنانچه حجم بزرگی از مایه تلقیح هوازاد قارچ در یک منطقه وجود داشته باشد تأثیر عملیات زراعی و خاک‌ورزی روی بیماری ممکن است موضوعیت خود را از دست بدهد.



شکل ۵- بیماری پوسیدگی بلال در ذرت ناشی از گونه‌های قارچ *Fusarium*

برای شروع اپیدمی بلایت فوزاریومی سنبله باید مقدار زیادی از مایه تلقیح بالقوه قارچ‌های عامل بیماری فراهم باشد. انتشار این مایه تلقیح روی سنبله‌ها توسط عوامل مختلفی از قبیل باد و باران، بندپایان ناقل، و یا رشد سیستمیک قارچ از بذر به سمت اندام‌های هوایی گیاه انجام می‌شود. در این میان، نقش باد و باران از عوامل دیگر مهم‌تر است.

باد از جمله عوامل اصلی انتشار اسپور قارچ‌های عامل بیماری شناخته شده است. معمولاً بیماری در مناطقی که در معرض جریان‌های باد قرار دارند شایع‌تر بوده و در مناطقی که از جریان باد در امان باشند کم‌تر دیده می‌شود. انتشار اسپورها در مسافت‌های دور از طریق جریانات هوایی در ارتفاعات بالای جو زمین روی می‌دهد.

بارندگی نیز نقش مهمی در انتشار مایه تلقیح بیماری دارد. مشاهدات انجام شده در کشورهای مختلف مؤید آن است که اپیدمی بلایت فوزاریومی سنبله در سال‌های پرباران بیش‌تر بوده و شدت بیماری با افزایش تعداد دفعات بارندگی افزایش می‌یابد. انتشار اسپورهای قارچ از طریق پاشش باران از منبع اولیه عامل بیماری به فواصل نسبتاً دور به اثبات رسیده است. با توجه به کوتاه‌قد بودن ارقام جدید غلات، در صورت وجود قطرات باران، امکان انتشار مایه تلقیح بیماری از طریق پاشیدن مستقیم آن از خاک یا قاعده ساقه بر روی سنبله‌ها وجود خواهد داشت. زمان بارندگی نیز در توسعه بیماری بلایت فوزاریومی سنبله بسیار مهم است. ولی آنچه که مهم بوده و نقش حیاتی را در توسعه بیماری دارد وجود آب و هوای مرطوب و طولانی مدت در طول دوره گل‌دهی گندم است.

پس از قرار گرفتن مایه تلقیح بیماری روی سنبله، چندین عامل در توسعه بعدی بیماری اهمیت دارند. به نظر می‌رسد که دوره گلدهی حساس‌ترین مرحله گیاه به این بیماری باشد. در واقع، بلایت فوزاریومی سنبله یک بیماری مربوط به گل بوده و اسپورهای هوازاد برای ایجاد آلودگی ابتدا در اجزای ظریف گل مستقر می‌شوند. حساسیت به بیماری با شروع دوره خمیری به شدت کاهش می‌یابد. مطالعات نشان داده‌اند که پرچم‌ها محل آلودگی اولیه بوده و آلودگی سنبله‌ها از طریق پرچم‌های بیرون آمده از گل‌ها صورت می‌گیرد. از آنجایی که دوره اصلی حساسیت گندم به بیماری فقط دوره گلدهی آن است این بیماری عموماً به یک چرخه آلودگی در هر فصل محدود می‌شود.

بروز و شدت بیماری بلایت فوزاریومی سنبله در طول فصل رشد هم توسط میزان مایه تلقیح و هم شرایط آب و هوایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. شرایط جوی

مرطوب شامل بارندگی، آبیاری، مه، و دوره‌های شب‌نم عصرگاهی تولید مایه تلقیح و ایجاد آلودگی را تسریع می‌کند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که در صورت وجود مایه تلقیح کافی و حساسیت ارقام کاشته شده، دو یا چند بار بارندگی یا آبیاری از زمان شروع گل‌دهی تا مدت ۳-۵ روز بعد از آن منجر به وقوع شدید بیماری می‌شود.

پیش‌آگاهی بیماری

با توجه به شیوع اپیدمی‌های بلایت فوزاریومی سنبله در فصول رشدی مرطوب و دوره کوتاه گلدهی که در آن سنبله‌های غلات بیش‌ترین حساسیت را به بیماری دارند، به نظر می‌رسد که امکان پیش‌آگاهی این بیماری به منظور جلوگیری از خسارت آن راحت‌تر باشد. در پیش‌بینی بیماری‌های گیاهی، داده‌های جمع‌آوری شده از آن دسته از عوامل جوی که شیوع بیماری به آن‌ها وابسته است کاربرد قارچ‌کش‌ها را در بهترین زمان و با کم‌ترین مقدار امکان پذیر می‌سازند. در طراحی سیستم پیش‌آگاهی برای این بیماری، استفاده از اطلاعات زیر نقش حیاتی خواهد داشت:

الف- شرایط گرم و خشک در خاک در اوایل فصل رشد می‌تواند توسعه پوسیدگی فوزاریومی طوقه و تولید مایه تلقیح در قاعده ساقه را افزایش دهد.

ب- بارندگی زیاد می‌تواند مایه تلقیح قارچ را به طور مؤثری در طی دوره گل‌دهی گیاه که زمان بیش‌ترین حساسیت به بیماری است پخش کند.

ج- شرایط گرم و مرطوب به مدت طولانی باعث آلودگی سنبله‌ها توسط قارچ‌های عامل بیماری می‌شود.

چنان‌چه شرایط گفته شده در بالا محقق شود می‌توان توسعه اپیدمی بلایت فوزاریومی سنبله را پیش‌بینی کرد. به هر حال، کاربرد چنین سیستم پیش‌آگاهی کلی و عمومی در شرایط مزرعه ممکن است جواب‌گو نباشد. چنان‌چه قرار باشد یک سیستم پیش‌آگاهی قابل اعتماد تهیه شود، مطالعات اپیدمیولوژیکی بیش‌تری مورد نیاز خواهد بود. در حال حاضر مدل‌های اپیدمیولوژیکی مناسب و دقیقی در برخی کشورها به ویژه در ایالات متحده امریکا برای پیش‌بینی این بیماری طراحی شده‌اند که براساس

اطلاعات مربوط به گیاه و داده‌های جوی می‌توانند این بیماری را پیش‌بینی کرده و زمان مناسب مبارزه با آن را از طریق اینترنت، رادیو، روزنامه‌های محلی، یا سایر رسانه‌ها به اطلاع تولیدکنندگان گندم برسانند.

کنترل بیماری

برای کنترل بیماری بلایت فوزاریومی سنبله در گندم روش‌های مختلفی از مبارزه از جمله روش‌های زراعی، استفاده از ارقام مقاوم، روش‌های شیمیایی، و کنترل بیولوژیکی قابل توصیه است. در اغلب موارد، جهت کنترل مؤثرتر بیماری ممکن است کاربرد توأم چندین روش مبارزه ضروری باشد.

الف - روش‌های زراعی:

تناوب زراعی با محصولاتی غیر از غلات روش نسبتاً مناسبی برای کنترل این بیماری است. به هر حال، به دلیل وجود زیست‌گاه‌های مختلف برای قارچ‌های *Fusarium* عامل بیماری و دامنه میزبانی وسیع آن‌ها، کنترل بیماری تنها با استفاده از تناوب زراعی امکان‌پذیر نخواهد بود. تناوب زراعی همراه با شخم عمیق بقایای گیاهان زراعی و علف‌های هرز میزبان می‌تواند تأثیر بهتری بر کنترل بیماری داشته باشد. به منظور کاهش مایه تلقیح بیماری، حذف بقایای گیاهی در مزرعه توصیه می‌شود. روش‌های مناسب تهیه زمین، تناوب با گیاهان غیر از غلات، استفاده مناسب از کودها، آبیاری صحیح، پرورش دادن خوب محصول، برداشت به موقع، و انبار کردن صحیح محصول همگی از طریق کاهش مایه تلقیح اولیه بیماری و به حداقل رساندن امکان آلودگی وسیع مزرعه، به کاهش بیماری کمک می‌کنند. به منظور کاهش انتشار اسپورهای قارچ از داخل بقایای گیاهی، بهتر است از انجام عمل آبیاری از چند روز قبل از گل‌دهی تا چند روز بعد از آن خودداری شود.

ب - استفاده از ارقام مقاوم به بیماری:

به طور کلی هیچ رقمی از گندم در برابر این بیماری مصون نبوده بلکه بر عکس، بیش‌تر ارقام به بیماری حساس هستند. گندم‌های دوروم در مقایسه با گندم‌های

معمولی در برابر بیماری بلایت سنبله حساس‌ترند. ژنوتیپ‌هایی از گندم شناخته شده‌اند که دارای سطوح خوبی از مقاومت در برابر بیماری بلایت فوزاریومی سنبله می‌باشند. گندم نان رقم "مروارید" که اخیراً برای کاشت در اقلیم گرم و مرطوب کشور اصلاح و معرفی شده دارای سطح مناسبی از مقاومت در برابر این بیماری است. کاشت این رقم در مناطق پرخطر برای این بیماری توصیه می‌شود.

ج- روش‌های شیمیایی:

چنانچه ارقام حساس به بیماری کشت می‌شوند لازم است در زمان گل‌دهی با یک قارچ‌کش مناسب سم‌پاشی شوند. حتی در بسیاری از موارد میزان مقاومت ارقام مقاوم نیز در برابر این بیماری کافی نبوده و ممکن است برای کاهش میزان بیماری نیاز به سم‌پاشی باشد. چنانچه مزرعه دارای سابقه آلودگی به بیماری بوده و مقادیر زیادی از بقایای گیاهی در آن وجود داشته باشد، در آن صورت ممکن است کاشت یک رقم مقاوم و در عین حال استفاده از سم‌پاشی برای کنترل کامل بیماری لازم باشد. زمان دقیق سم‌پاشی برای کنترل این بیماری بسیار مهم است. زمان مناسب برای کاربرد بیش‌تر قارچ‌کش‌ها از زمان شروع گل‌دهی گندم تا حداکثر ۷ روز بعد از آن است. قارچ‌کش‌هایی که به نام گروه قارچ‌کش‌های ممانعت‌کننده از دی‌متیله شدن (Demethylation Inhibitor=DMI) معروف هستند بیش‌ترین تأثیر را روی این بیماری داشته‌اند. از آنجایی که قارچ‌کش‌های استروبیلورین (Strobilurin) می‌توانند مقدار توکسین DON را در دانه‌های آلوده به بیماری افزایش دهند استفاده از آن‌ها در مبارزه با این بیماری توصیه نمی‌شود. بهترین قارچ‌کش‌ها فقط توانسته‌اند حدود ۵۰٪ بیماری را در مقایسه با شاهد سم‌پاشی نشده کنترل کنند. به نظر می‌رسد که تأثیر قارچ‌کش‌ها روی بیماری در گندم بهاره بهتر از گندم زمستانه است که این امر ممکن است به علت دوره کوتاه گل‌دهی در آن‌ها باشد.

متاکونازول (با نام تجاری کارامبا) یکی از قارچ‌کش‌های گروه DMI است که به مقدار ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار برای کنترل بیماری بلایت فوزاریومی به کار برده می‌شود. به منظور جلوگیری از ایجاد مقاومت در قارچ‌های عامل

بیماری در برابر قارچ‌کش، این قارچ‌کش و سایر قارچ‌کش‌های گروه DMI نباید بیش از دو بار در هر فصل در مزرعه به کار برده شوند.

پروپیکونازول که دارای نام‌های تجاری متعددی بوده و در ایران با نام تجاری تیلت معروف است بیماری را تا حدی کنترل می‌کند. دز توصیه شده این قارچ‌کش برای کنترل بیماری ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار می‌باشد و در هر حال نباید بیش از ۶۰۰ میلی‌لیتر در هکتار از آن در هر فصل مصرف شود. برای تأثیر بهتر روی بیماری، توصیه می‌شود این قارچ‌کش در زمانی مصرف شود که مزرعه به ۵۰٪ گلدهی رسیده باشد. در مورد این قارچ‌کش، یک فاصله زمانی ۳۰ روزه از آخرین سمپاشی تا زمان برداشت لازم است.

پروتیوکونازول (با نام تجاری پرولین) نیز یکی از قارچ‌کش‌هایی است که با دز ۳۷۰ تا ۴۲۰ میلی‌لیتر در هکتار برای کنترل بیماری توصیه شده است. بهترین زمان مصرف این قارچ‌کش آغاز گل‌دهی ساقه‌های اصلی گندم بوده و لازم است پوشش خوبی از آن روی گیاه ایجاد شود.

تبوکونازول (با نام‌های تجاری مختلف از قبیل فولیکور، الیت، و راکسیل) نیز قارچ‌کش دیگری است که در کنترل این بیماری تا حدی مؤثر است. دز توصیه شده این قارچ‌کش برای کنترل بیماری ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و بهترین زمان مصرف آن آغاز گل‌دهی ساقه‌های اصلی گندم است. این قارچ‌کش نباید بیش‌تر از ۳۰۰ میلی‌لیتر در فصل به کار برده شود و یک فاصله زمانی ۳۰ روزه نیز از آخرین سمپاشی تا زمان برداشت لازم است.

مخلوط دو قارچ‌کش پروتیوکونازول و تبوکونازول که با نام تجاری پروسو وارد بازار شده است تأثیر خوبی روی کنترل بیماری دارد. دز توصیه شده این قارچ‌کش برای کنترل بیماری ۴۷۵ تا ۶۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و بهترین زمان مصرف آن آغاز گل‌دهی ساقه‌های اصلی گندم است. در مورد این قارچ‌کش نیز یک فاصله زمانی ۳۰ روزه از آخرین سمپاشی تا زمان برداشت لازم است.

قارچ‌کش پروکلراز (با نام‌های تجاری میراژ و اسپورتاک) نیز دارای تأثیر خوبی روی بیماری بوده است. علاوه بر آن، قارچ‌کش گازاتین (با نام‌های تجاری پانوکتین، پانویل، رادام، و کنوپل) که به طور گسترده‌ای در ضدعفونی بذر مورد استفاده بوده و اثر آن روی بلایت گیاهچه‌ای ناشی از قارچ *Fusarium* به اثبات رسیده در آزمایش‌های مزرعه‌ای نیز توانسته است بیماری بلایت سنبله را به خوبی کنترل کند. همچنین، قارچ‌کش‌های دیگری از قبیل تیوفانات متیل (با نام‌های تجاری توپسین ام، فانگو، و سرکوبین ام) و تربادیمفون (با نام تجاری بایلتون) توانسته‌اند هم میزان وقوع بیماری و هم آلودگی به توکسین‌های قارچی را به نحو قابل ملاحظه‌ای کاهش دهند.

با اینکه تأثیر ضد عفونی بذر بر علیه بیماری بلایت گیاهچه‌ای ناشی از قارچ *Fusarium* به خوبی شناخته شده است اما ارتباط بین ضد عفونی بذر و کنترل بیماری بلایت فوزاریومی سنبله خیلی معلوم نیست. برخی گزارش‌ها نشان داده‌اند که مزارعی که در آن‌ها بذر ضد عفونی شده کاشته شده بود از نظر میزان آلودگی به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله تفاوت معنی‌داری با مزارعی که در آن‌ها از بذر ضدعفونی نشده استفاده شده بود نداشته‌اند. بر عکس، برخی دیگر از گزارش‌ها نشان داده‌اند که ضد عفونی بذرگندم با قارچ‌کش‌هایی از قبیل کارباتیئین (با نام‌های تجاری ویتاواکس، ویتافلو، انکور، پروسپر، و ...) و تیرام (با نام‌های تجاری آرازان و ترزان ۷۵) کاهش معنی‌داری در بیماری بلایت فوزاریومی سنبله داشته است.

د- کنترل بیولوژیکی:

مدارکی مبنی بر کنترل بیولوژیکی بلایت گیاهچه‌ای ناشی از قارچ *Fusarium* به صورت آزمایشی وجود دارد. به هر حال، گزارشی از کاربرد گسترده و تجاری این روش‌ها برای کنترل بیماری فوزاریومی سنبله در دسترس نیست. چنین به نظر می‌رسد که دوره زمانی کوتاهی که سنبله‌های غلات به بیماری بلایت سنبله حساس می‌باشند می‌تواند یک فرصت ایده آل را برای حل مشکل این بیماری از طریق کنترل بیولوژیکی فراهم کند.

منابع مورد استفاده

- بابادوست، م. ۱۳۷۴. گونه‌های *Fusarium* در بذور و گیاهان گندم در استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل. بیماری‌های گیاهی ۸۸:۳۱-۱۰۰.
- بامدادیان، ع.، و ترابی، م. ۱۳۶۲. بیماری‌های مهم گندم و جو و نحوه یادداشت‌برداری از آن‌ها. انتشارات مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران. ۶۷ص.
- فروتن، ع.، ارشاد، ج.، دلیلی، ع.، بامدادیان، ط.، و گرامی، ق. ۱۳۷۲. شیوع بلایت خوشه گندم در مازندران. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه گیلان، رشت.
- گلزار، ح. ۱۳۷۲. بررسی پراکندگی فوزاریوم خوشه گندم در مناطق گرگان و گنبد و میزان حساسیت ارقام تجاری گندم. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه گیلان، رشت.
- موسوی جرف، ع. ۱۳۸۲. اولین گزارش از وقوع بیماری بلایت فوزاریومی سنبله گندم در استان خوزستان. بیماری‌های گیاهی ۳۹: ۲۳۲-۲۳۳.
- Appel, J. A., and Bowden, R. L. 1995. Preliminary 1995 Kansas wheat disease loss estimates. Kansas Plant Disease Survey Report, August 4, 1995. Kansas Department of Agriculture, Topeka, KS.
- Arthur, J. C. 1891. Wheat scab. Indiana Agric. Stn. Bull. 36: 129-138.
- Atanasoff, D. 1920. *Fusarium* blight (scab) of wheat and other cereals. J. Agric. Res. 20: 1-32.
- Atanasoff, D. 1924. *Fusarium* blight of the cereal crops. Mededelingen van de Landbouwhogeschool 27: 1-132.
- Bai, G. H. and Shaner, G. 1994. Scab of wheat: Prospects for control. Plant Dis. 78: 760-766.
- Bennett, J. W. and Klich, M. 2003. Mycotoxins. Clin. Microbiol. Rev. 16: 497-516.
- Boosalis, M. G., Doupnik, B. L., Wysong, D. S., and Watkins, J. E. 1983. The wheat scab epidemic of 1982. Univ. Nebr. Farm, Ranch Home Quart. 29:7-9.
- Buerstmayr, H., Adam, G., and Lemmens, M. 2012. Resistance to head blight caused by *Fusarium* spp. in wheat. Pages 236-276 In: Disease resistance in Wheat. I. Sharma, ed. CAB International, Wallingford, UK.
- Busch, R. 1995. Breeding for scab resistance. Page 3 In: Proceedings of 1994 Regional Scab Forum Research Conference. Minnesota Wheat Research and Promotion Council, Red Lake Falls, MN.
- Cavanaugh, K. 1994. Scab in west central Minnesota. Pages 12-15 In: Proceedings of 1993 Regional Scab Forum. Minnesota Wheat Research and Promotion Council, Red Lake Falls, MN.

- Chester, F. D. 1890. The scab of the wheat. Delaware Agric. Exp. Stn. Rep. 3.
- Chongo, G., Gossen, B. D., Kutcher, H. R., Gilbert, J., Turkington, T. K., Fernandez, M. R., and McLaren, D. 2001. Reaction of seedling roots of 14 crop species to *Fusarium graminearum* from wheat heads. Can. J. Plant Pathol. 23: 132-137.
- Christensen, J. J. and Stakman, E. C. 1935. Relation of *Fusarium* and *Helminthosporium* in barley seed to seedling blight and yield. Phytopathology 25: 309-327.
- Christensen, J. J., Stakman, E. C., and Immer, F. R. 1929. Susceptibility of wheat varieties and hybrids to fusarial head blight in Minnesota. Minnesota Agric. Exp. Stn. Bull. 59.
- Desjardins, A. E., Proctor, R. H., Bai, G. H., McCormick, S. P., Shaner, G., Buechley, G., and Hohn, T. M. 1996. Reduced virulence of trichothecene-nonproducing mutants of *Gibberella zeae* in wheat field tests. MPMI 9: 775-781.
- Detmers, F. 1892. Scab of wheat (*Fusisporium* (*Fusarium* Sacc.) *culmorum*). Ohio Agric. Exp. Stn. Bull. 44: 147-149.
- Dexter, J. E., Clear, R. M., and Preston, K. R. 1996. Fusarium head blight: Effect on the milling and baking of some Canadian wheats. Cereal Chem. 73: 695-701.
- Dexter, J. E., Marchylo, B. A., Clear, R. M., and Clarke, J. M. 1997. Effect of fusarium head blight on semolina milling and pasta-making quality of durum wheat. Cereal Chem. 74: 519-525.
- Dickson, J.G., Johann, H., and Wineland, G. 1921. Second progress report on the *Fusarium* blight (scab) of wheat. Phytopathology 11: 35.
- Dickson, J. G. and Mains, E. B. 1929. Scab of wheat and barley and its control. USDA Farmers' Bull. No. 1599.
- Gilbert, J. and Tekauz, A. 1995. Effects of fusarium head blight and seed treatment on germination, emergence, and seedling vigour of spring wheat. Can. J. Plant Pathol. 17: 252-259.
- Gilbert, J. and Tekauz, A. 2000. Review: Recent developments in research on fusarium head blight of wheat in Canada. Can. J. Plant Pathol. 22: 1-8.
- Gilbert, J. and Tekauz, A. 2011. Strategies for management of fusarium head blight (FHB) in cereals. Prairie Soils and Crops J. 4: 97-104.
- Hanson, E. W., Ausemus, E. R., and Stakman, E. C. 1950. Varietal resistance of spring wheats to Fusarial head blight. Phytopathology 40: 902-914.
- Kephart, K. 1991. Climatic conditions and regional differences. Pages 5-10 In: Soft Red Winter Wheat Quality: Issues for Producers, Merchants, and Millers. E. Jones, ed. VPI Coop. Ext. Publ. 448-051. Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, VA.

- Kirby, W. H. 1995. Wheat diseases. Ill. Coop. Ext. Serv. Pest Manage. Crop Devel. Bull. 15: 166. Univ. Illinois, Champaign.
- Lu, W. Z., Chen, S. H., and Wang, Y. Z. 2001. Research on Wheat Scab. Sci. Publ. House, Beijing, China.
- MacInnes, J. and Fogelman, R. 1923. Wheat scab in Minnesota. Univ. Minn. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. No. 18. 32 pp.
- Mains, E. B., Vestal, C. M., and Curtis, P. B. 1929. Scab of small grains and feeding trouble in Indiana in 1928. Proc. Indiana Acad. Sci. 39: 101-110.
- Marasas, W. F. O., Nelson, P.E., and Toussoun, T.A. 1984. Toxigenic *Fusarium* Species, Identity and Mycotoxicology. Penn. State Univ. Press, University Park, PA, USA.
- Martin, R. A. and Johnston, H. W. 1982. Effects and control of *Fusarium* diseases of cereal grains in the Atlantic Provinces. Can. J. Plant Pathol. 4: 210-216.
- Mathre, D. E. 1982. Compendium of Barley Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota. 78 pp.
- McKay, R. and Loughnan, J. B. 1945. Observations on *Gibberella saubinetii* on cereals in Ireland in 1943 and 1944. Scientific Proceedings of The Royal Dublin Soc. 24: 9-18.
- McMullen, M. P. 1991. Head scab - losses, storage, marketing, disposal. N.D. State Univ. Ext. Serv. Crop Pest Rep. 14: 1-2.
- McMullen, M., G.C. Bergstrom, E. DeWolf, R. Dill-Macky, D. Hershman, G. Shaner, and D. VanSanford. 2012. A unified effort to fight an enemy of wheat and barley: *Fusarium* head blight. Plant Dis. 96: 1712-1728.
- McMullen, M., Jones, R., and Gallenberg, D. 1997. Scab of wheat and barley: A reemerging disease of devastating impact. Plant Dis. 81: 1340-1348.
- Meidiha, H., Al-Hashimi, M. H., and Perry, D. A. 1986. Fungal antagonists of *Gerlachia nivalis*. J. Phytopathology 116: 106-112.
- Millar, C. S. and Colhoun, J. 1969. *Fusarium* diseases of cereals. IV. Observations on *Fusarium nivale* on wheat. T. Brit. Mycol. Soc. 52: 57-66.
- Miller, J. D., Greenhalgh, R., Wang, Y., and Lu, M. 1991. Trichothecene chemotypes of three *Fusarium* species. Mycologia 83: 121-130.
- Milus, E. A., and Parsons, C. E. 1994. Evaluation of foliar fungicides for controlling *Fusarium* head blight of wheat. Plant Dis. 78: 697-699.
- Nganje, W. E., Bangsund, D. A., Leistritz, F. L., Wilson, W. W., and Tiapo, N. M., 2002. Estimating the economic impact of a crop disease: the case of *Fusarium* head blight in U.S. wheat and barley. Pages 275-281 In: Proceedings of 2002 National *Fusarium* Head Blight Forum. S. M. Canty, J. Lewis, L. Siler, and R. W. Ward, eds. Erlanger, KY.

- Paul, P.A., P.E. Lipps, D.E. Hershman, M.P. McMullen, M.A. Draper., and L.V. Madden. 2008. Efficacy of triazole-based fungicides for *Fusarium* head blight and deoxynivalenol control in wheat: A multivariate meta-analysis. *Phytopathology* 98: 999-1011.
- Parry, D. W., Jenkinson, P., and McLeod, L. 1995. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals-a review. *Plant Pathol.* 44: 207-238.
- Reis, E. M. 1990. Integrated disease management-The changing concepts of controlling head blight and spot blotch. Pages 165-177 In: *Wheat for the Nontraditional Warm Areas, Proceedings of International Conference.* D. A. Saunders, ed. CIMMYT, Mexico D.F., Mexico.
- Seaman., W. L. 1982. Epidemiology and control of mycotoxigenic *Fusaria* on cereal grains. *Can. J. Plant Pathol.* 4: 187-190.
- Smith, W. G. 1884. *Diseases of Field and Garden Crops.* MacMillan & Co., London, UK.
- Sutton, J. C. 1982. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Can. J. Plant Pathol.* 4: 195-209.
- Teich, A. H. and Hamilton, J. R. 1985. Effect of cultural practices, soil phosphorus, potassium, and pH on the incidence of *Fusarium* head blight and deoxynivalenol levels in wheat. *Appl. Environ. Microbiol.* 49: 1429-1431.
- Teich, A. H. and Nelson, K. 1984. Survey of *Fusarium* headblight and possible effects of cultural practices in wheat fields in Lambton County in 1983. *Can. Plant Dis. Surv.* 64: 11-13.
- Tuite, J., Shaner, G., and Everson, R. J. 1990. Wheat scab in soft red winter wheat in Indiana in 1986 and its relation to some quality measurements. *Plant Dis.* 74: 595-962.
- Tveit, M. and Wood, R. K. S. 1955. The control of *Fusarium* blight in oat seedlings with antagonistic species of *Chaetomium*. *Ann. Appl. Biol.* 43: 538-552.
- Wang, Y. Z. and Miller, J. D. 1987. Screening techniques and sources of resistance to *Fusarium* head blight. Pages 239-250 In: *Wheat Production Constraints in Tropical Environments, Proceedings of International Conference.* CIMMYT, Mexico D.F., Mexico.
- Wang, Y. Z., Yong, X. N., and Xiao, Q. P. 1982. The improvement of identification technique of scab resistance of wheat and the development of resistant sources. *Sci. Agric. Sin.* 5: 67-77.
- Watkins, J. 1995. Head diseases prominent in wheat. *Univ. Nebr. Crop Watch* No. 95-15, June 30, 1995.
- Wiese, M. V. 1987. *Compendium of Wheat Diseases.* APS Press, St. Paul, Minnesota. 112 pp.

- Windels, C. E. 2000. Economic and social impacts of Fusarium head blight: Changing farms and rural communities in the Northern Great Plains. *Phytopathology* 90: 17-22.
- Wong, L. S. L., Tekauz, A., Leisle, D., Abramson, D., and McKenzie, R. I. H. 1992. Prevalence, distribution, and importance of fusarium head blight in wheat in Manitoba. *Can. J. Plant Pathol.* 14: 233-238.
- Zhuang, Q. S. and Li, Z. S. 1993. Present status of wheat breeding and related genetic study in China. *Wheat Information Service* 76: 1-15.