

واکنش هفده هیبرید و چهارده لاین ذرت نسبت به بیماری سیاهک معمولی

فرانک مرادی^۱، مهدی صدروی^{۲*} و مجید زمانی^۳

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی، گروه گیاه پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

۲- نویسنده مسؤل: دانشیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج (msadravi@yu.ac.ir)

۳- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۹

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۷

چکیده

بیماری سیاهک معمولی ذرت، مهمترین بیماری این گیاه در ایران و بیشتر مناطق کشت آن در جهان است. از آنجا که بهترین روش کنترل این بیماری شناسایی و کشت ارقام مقاوم است، واکنش ۱۷ هیبرید و ۱۴ لاین ذرت با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده و در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. آلودگی مصنوعی بوته‌ها در مرحله ظهور کاکل‌ها، با تزریق سوسپانسیون هاگ قارچ *Ustilago maydis* به نوک بلال‌های هر بوته انجام شد. واکنش هیبریدها و لاین‌ها به بیماری پس از بروز نشانه‌های بیماری روی بلال‌ها، ارزیابی گردید و درصد آلودگی بلال‌ها و شدت بیماری تعیین شدند. همچنین تاثیر بیماری بر عملکرد، وزن هزار دانه، طول بلال، کلروفیل و کلروفیل فلورسانس اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که اختلاف معنی داری از نظر واکنش به این بیماری در بین هیبریدها و لاین‌ها وجود دارد، به طوری که در بین هیبریدها، ۳ حساس، ۷ نیمه حساس، ۶ نیمه مقاوم و هیبرید K3547/3×K1264/1 مقاوم بودند. در بین لاین‌ها نیز ۱ حساس، ۸ نیمه حساس و ۵ نیمه مقاوم به بیماری بودند. بیماری باعث کاهش معنی دار عملکرد، وزن هزار دانه و طول بلال در این هیبریدها و لاین‌ها گردید. واکنش این هیبریدها و لاین‌های ذرت نسبت به این بیماری و تاثیر آن بر خصوصیات زراعی آنها برای اولین بار گزارش می‌شوند.

کلید واژه‌ها: حساس، ذرت، سیاهک، لاین، مقاوم، هیبرید

مقدمه

اسپوریدیوم‌های قارچ که توسط جریان هوا انتشار می‌یابند، پس از تماس با بافت میزبان و تشکیل ریشه دوهسته‌ای، اندام‌های هوایی گیاه میزبان را آلوده می‌نمایند و باعث بوجود آمدن گال‌های سیاه رنگی روی آن‌ها می‌شود. خسارت ناشی از این بیماری در ارقام حساس تا ۵۰٪ نیز گزارش شده است (زیمرمن و پتاک^۱، ۱۹۹۲). کاهش عملکرد دانه بستگی به محل آلودگی و اندازه گال و میزان حساسیت میزبان دارد، به طوری که اگر اندازه گال‌ها بزرگ باشد و یا روی

بیماری سیاهک معمولی ذرت، ناشی از *Ustilago maydis* (DC.) Corda اولین بار در سال ۱۷۵۴ از اروپا و به دنبال آن در سال ۱۸۲۳ از آمریکا گزارش شده است و اکنون در اکثر مناطقی که ذرت کشت می‌شود از جمله مکزیک، آرژانتین، فرانسه، ایتالیا، روسیه سفید، چین، ناحیه وسیعی از استرالیا و نیوزیلند وجود دارد و همه ساله موجب خسارت به عملکرد دانه و علوفه ذرت می‌شود (وایت^۱، ۱۹۹۹).

نمونه درون یک بشر حاوی ۰/۳۲۳ میلی گرم در لیتر سولفات استرپتومایسین در آب مقطر سترون، به مدت ۳ دقیقه ریخته شد و پس از شستشوی سطحی روی محیط کشت سیب زمینی/ دکستروز/ آگار (PDA) همراه با ۰/۱ میلی گرم در لیتر بنومیل و ۰/۲ میلی گرم در لیتر استرپتومایسین قرار گرفتند و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس و شرایط تاریکی نگهداری شدند. برای خالص سازی، پرگنه های روئیده قارچ روی محیط عصاره مخمر/ گلوکز/ کلرامفنیکل (YGC) کشت داده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در شرایط تاریکی نگهداری شدند. جهت ازدیاد این پرگنه به کمک لوپ سترون یک تک اسپوریدیوم را برداشته و مجدداً روی محیط YGC کشیده پس از گذشت ۷۲ ساعت یک تشتک پتری پرگنه خالص مخمری قارچ تهیه شد (ایزدی و همکاران، ۱۳۸۸).

۳- آزمون جوانه زنی تلیوسپورها

یک میلی لیتر سوسپانسیون ۱۰^۴ تلیوسپور هر جدایه در هر میلی لیتر آب مقطر سترون روی محیط آب/آگار یک درصد ریخته شد. سپس در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با ۳ تکرار برای هر جدایه، درصد تلیوسپورهای جوانه زده، پس از ۳ روز در دمای ۲۳ درجه سلسیوس تعیین شد. با استفاده از برنامه کامپیوتری MSTATC محاسبات آماری انجام شد و میانگین های بدست آمده با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. تک تلیوسپور جوانه زده هر جدایه روی محیط PDA منتقل شد و توانایی تشکیل اسپوریدیوم آن پس از ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار گرفت (ابوزید، ۱۹۹۵).

۴- آزمون بیماریزایی ۱۶ جدایه بیمارگر در مزرعه

شانزده جدایه بیمارگر که تلیوسپور آنها بالاترین درصد جوانه زنی را از خود نشان دادند، انتخاب شدند و تلیوسپور آنها به مدت ۱۲ ساعت در محلول حاوی

بلالها تشکیل شوند خسارت ناشی از آن بین ۴۰ تا ۱۰۰٪ خواهد بود. خسارت ناشی از بیماری در ایالات متحده امریکا معمولاً بین ۱ تا ۵٪ و در شرایط محیطی مساعد تا ۱۰٪ گزارش شده است (جین و پن، ۲۰۰۸). در ایران این بیماری اول بار در سال ۱۳۶۰ از یک مزرعه کوچک در سمنان و سپس در سال ۱۳۶۲ از گرگان و ورامین گزارش شده است (مهریان، ۱۳۶۳). سپس از استان های اصفهان و کرمانشاه گزارش شده است (شریف نبی و نکویی، ۱۳۷۳).

ارقام مختلف ذرت به این بیماری عکس العمل های متفاوتی نشان می دهند و در نتیجه شناسایی و کشت ارقام مقاوم مؤثرترین و کم هزینه ترین روش کنترل این بیماری شناخته شده است (صدری، ۱۳۸۷؛ زمانی و چوگان، ۱۳۷۹). برای شناسایی ارقام مقاوم به این بیماری تحقیقاتی در ایران (جلالی و سبزی، ۱۳۸۳؛ زمانی و دهقانپور، ۱۳۸۷؛ زمانی و چوگان، ۱۳۷۹) و سایر کشورها (بوگاچف^۱، ۱۹۹۲؛ ابوزید^۲، ۱۹۹۵) صورت گرفته است. نظر به اهمیت شناسایی ارقام مقاوم در مدیریت این بیماری، این تحقیق برای بررسی واکنش ۱۷ هیبرید تحت کشت در ایران و ۱۴ لاین در دست اصلاح، انجام گرفت.

مواد و روش ها

۱- نمونه برداری

با بازدید از مزارع مختلف ذرت استان کرمانشاه، در مجموع ۳۰ نمونه بیمار جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند.

۲- جداسازی و خالص سازی عامل بیماری

به کمک الک های ۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ مش گرد سیاه رنگ (تلیوسپورهای بیمارگر) از سایر اجزای بافت ذرت جداسازی شدند. یک میلی گرم از تلیوسپورهای هر

1- Jean & Pan

2- Bogachev

3- Abou-Zeid

هر خط ۳ متر با تعداد ۱۳ کپه با فاصله ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد و تکرارها ۲ متر از هم و در ابتدا و انتهای هر تکرار ۲ خط ذرت رقم ۷۰۴ به عنوان حاشیه کشت شد و ۳ خط ذرت ۷۰۴ نیز در فاصله بین دو کرت سالم (عدم مایه زنی) و آلوده (مایه زنی) کشت شد. عملیات زراعی در اوایل اردیبهشت ۱۳۸۹ صورت گرفت و به منظور مبارزه با علف های هرز از علف کش های آلاکلر و آترازین به مقدار ۱/۲ کیلوگرم و ۵ لیتر در هکتار قبل از کاشت استفاده شد. برای مایه زنی بوته ها با بیمارگر، مخلوط، به نسبت مساوی ۱ میلی گرم، از تلیوسپورهای ۶ جدایه که قدرت بیماری زایی بیشتری داشتند، انتخاب شدند و همانند آزمایش قبل سوسپانسیونی به غلظت ۱۰^۶ اسپوریدیوم در میلی لیتر آب مقطر سترون از آنها تهیه و به نوک بلالها تزریق شد. پس از ظهور گال ها که با سفت شدن دانه ها همراه بود در مرحله ای که رطوبت دانه ها به ۲۰٪ رسید بلالها جمع آوری شدند. پس از جدا کردن پوشش بلالها، درصد آلودگی [درصد آلودگی = (تعداد بلالهای بیمار / تعداد کل بلالها) × ۱۰۰] و شدت بیماری برای هر تیمار تعیین شدند.

همچنین واکنش هیبریدها و لاین ها نسبت به بیماری بر اساس داده های شدت بیماری به این شرح تعیین شدند: ذرت با شدت بیماری ۰/۵ - ۰ مقاومت بالا (HR)، ۱ - ۰/۶ مقاوم (R)، ۲ - ۱/۱ نیمه مقاوم (MR)، ۳ - ۲/۱ نیمه حساس (MS)، ۴ - ۳/۱ حساس (S) و ۷ - ۴/۱ بسیار حساس (HS) (جلالی و سبزی، ۱۳۸۳؛ پوپ و مک کارتر، ۱۹۹۲). با توجه به درصدی بودن داده ها، محاسبه آماری پس از تبدیل داده ها به جذر درصدها انجام و برای مقایسه میانگین ها از روش آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد سپس بلالها به آزمایشگاه منتقل شدند و با مقایسه بلالهای آلوده و شاهد در هر تیمار صفات عملکرد، طول بلال و وزن هزار دانه نیز اندازه گیری و ثبت شدند و محاسبه آماری با تبدیل داده ها به آرک سینوس جذر درصدها صورت گرفت. همچنین میزان تغییرات کلروفیل و کلروفیل

سولفات مس ۰/۵ درصد در آب مقطر سترون روی دستگاه لرزا ضد عفونی و پس از دو بار شستشو با آب مقطر سترون روی محیط کشت PDA کشت گردیدند و به مدت ۵ روز در دمای ۲۳ درجه سلسیوس نگهداری شدند. پس از تندش تلیوسپورها و تولید اسپوریدیوم، سطح محیط کشت را با اسکالپل با افزودن آب مقطر سترون شسته و پس از عبور دادن محلول از پارچه ملامل سترون اقدام به جمع آوری اسپوریدیوم ها گردید و سوسپانسیونی به غلظت ۱۰^۶ اسپور در میلی لیتر تهیه شد (پوپ و مک کارتر، ۱۹۹۲ الف). سپس بیماری زایی آن ها در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ردیف های به طول ۱/۵ متر با ایجاد آلودگی مصنوعی به روش تزریق این سوسپانسیون به نوک بلال رقم حساس OH43/1-42 مورد آزمایش قرار گرفتند. قدرت بیماری زایی هر جدایه با استفاده از فرمول:

شدت بیماری = (مجموع بلالهای بیمار × درصدی از سطح هر بلال که توسط گالها پوشیده شده) / تعداد کل بلالها، تعیین شد (جلالی و سبزی، ۱۳۸۳؛ پوپ و مک کارتر، ۱۹۹۲ ب).

۵- تعیین واکنش هیبریدها و لاین های ذرت به بیماری سیاهک در مزرعه

این آزمایش با ۱۷ هیبرید و ۱۴ لاین ذرت در مزرعه اجرا شد. تعدادی از این هیبریدها جزء ارقام تجاری و از تیپ دانه دندان آسی و ۴ هیبرید متوسط ترس و بقیه دیررس بودند. لاین ها همه خالص و ۱۱ لاین دیررس و ۳ لاین متوسط ترس، بودند.

آزمایش در مزرعه ای واقع در اسلام آباد غرب استان کرمانشاه در سال زراعی ۹-۱۳۸۸ انجام شد. طرح آزمایش به صورت کرت های خرد شده (مایه زنی و عدم مایه زنی بیمارگر به عنوان فاکتور اصلی و لاین ها و هیبریدها به عنوان فاکتورهای فرعی قرار گرفتند)، در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار و فاصله های ردیف کاشت از یکدیگر ۷۵ سانتی متر و طول

و ۳ هیبرید حساس به بیماری هستند. در مورد لاین‌ها هم ۵ لاین نیمه‌مقاوم، ۸ لاین نیمه‌حساس و ۱ لاین حساس به بیماری است. هیبریدها و لاین‌های حساس و نیمه‌حساس به بیماری بیشترین و هیبریدها و لاین‌های مقاوم و نیمه‌مقاوم کمترین درصد کاهش وزن هزار دانه، طول بلال و عملکرد را نشان دادند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده هیبرید مقاوم (K3547/3×K1264/1) و ۶ هیبرید نیمه‌مقاوم (K3640/3×K18)، (K3640/3×K19/1)، (K3653/2×MO17)، (K3673/1×K18)، (KSC705) و (KSC700) برای کشت در مناطقی که بیماری شیوع دارد، معرفی می‌شوند. همچنین از ۵ لاین نیمه‌مقاوم (K3547/3)، (K3544/5)، (K3653/2)، (A679) و (MO17) به عنوان منابع مناسب تولید مقاومت به بیماری سیاهک معمولی در برنامه اصلاح ذرت می‌توان استفاده نمود.

بر اساس دیگر پژوهش‌های انجام شده در ایران هیبریدهای (K1263/1 × KE77006/3)، (K1264/1 × K3047/2)، (K1264/1 × K3615/1)، (K1264/1 × K18 × K3640/6)، (K1264/1 × K166A × LM77029/8-1-2-3-2-3)، (MO17)، (BC666) و (K1264/5-1) × (KE72011/1)، همچنین لاین‌های (KE77003/1-8-1)، (A37)، (KE77005/4)، (KE72012/12) و (K365/1) نیز مقاوم به بیماری گزارش شده‌اند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱؛ چوکان و همکاران، ۱۳۸۸؛ زمانی و دهقان‌پور، ۱۳۸۶؛ استخر و زمانی، ۱۳۸۴). آزمایش واکنش ۶۰ هیبرید ذرت از تلاقی این‌برد لاین‌های خالص از مواد برگزیده نسبت به بیماری سیاهک معمولی نیز نشان داده (K1259 × 3xMo17 × K3561) حساس و (K1259 × 3xB73) مقاوم هستند (زمانی و چوگان، ۱۳۷۹). هیبرید (KSC400)، که لاین‌های پدری و مادری آن مقاوم بودند، نیز به عنوان هیبرید مقاوم در ایران گزارش

فلورسانس برگ‌ها در قبل و بعد از مایه‌زنی به ترتیب توسط دستگاه کلروفیل متر و کلروفیل فلورسانس اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

۱- جوانه‌زنی تلیوسپورها

نتایج تجزیه و تحلیل آماری درصد جوانه‌زنی تلیوسپورهای ۳۰ جدایه نشان داد که بین جدایه‌ها از نظر درصد جوانه‌زنی تلیوسپورها در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد در بین ۳۰ جدایه ۱۶ جدایه بیشترین میزان قدرت جوانه‌زنی را از خود نشان دادند ولی ۴ جدایه آن‌ها علی‌رغم قدرت جوانه‌زنی بالا توانایی تولید اسپوریدیوم را نداشتند (جدول ۱).

۲- بیماری‌زایی ۱۶ جدایه بیمارگر در مزرعه

نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمون ۱۶ جدایه بیمارگر در مزرعه نشان داد که بین این جدایه‌ها از نظر قدرت بیمارزایی در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). بدین ترتیب ۶ جدایه (۱، ۶، ۱۴، ۲۰، ۱۸، ۲۶) به عنوان جدایه‌های برتر از نظر قدرت بیمارزایی شناسایی شدند و برای آزمایش بعدی مورد استفاده قرار گرفتند.

۳- واکنش ۱۷ هیبرید و ۱۴ لاین ذرت نسبت به بیماری سیاهک معمولی در مزرعه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها از نظر واکنش به بیماری مذکور بین هیبریدها و بین لاین‌های مورد مطالعه هم از نظر درصد آلودگی، شدت بیماری، درصد کاهش وزن هزار دانه، درصد کاهش طول بلال و درصد کاهش عملکرد اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد، اما از نظر تغییر محتوای کلروفیل و فلورسانس کلروفیل معنادار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های داده‌های این آزمایش در جدول‌های ۴ و ۵ آورده شده است نمونه واکنش‌های این هیبریدها و لاین‌ها به بیماری نیز در شکل ۱ نشان داده شده است. بنابراین همان‌طور که از این جدول‌ها آشکار است، ۱ هیبرید مقاوم، ۶ هیبرید نیمه‌مقاوم، ۷ هیبرید نیمه‌حساس

شده است (زمانی و دهقان پور، ۱۳۸۷). از بین ۲۴ لاین ذرت آزمایش شده در روسیه در برابر این بیماری، لاین‌های MV200، MSC، BE107 و مصون، ۱۰ لاین مقاوم و ۱۰ لاین نیمه مقاوم گزارش شده است (بوگاچف، ۱۹۹۲). آلودگی مصنوعی ۲۰ رقم مختلف TWC-Baraka ذرت در مزرعه نشان داده که رقم خیلی مقاوم و ۲ رقم SC-129 و TWC-322 نیمه مقاوم گزارش شده‌اند (ابوزید، ۱۹۹۵).

جدول ۱- درصد جوانه‌زنی ۳۰ جدایه *Ustilago maydis* عامل سیاهک معمولی ذرت

کد جدایه	درصد جوانه‌زنی	تولید اسپوریدیوم
۱	۵۳/۶۶ R	+
۲	۴۷/۶۶ QR	-
۳	۱۶/۳۳ PQR	-
۴	۱۹/۶۶ O-R	-
۵	۴۶/۳۳ N-R	-
۶	۶۲/۶۶ M-R	+
۷	۲۱/۶۶ L-R	-
۸	۴۶/۰۰ K-R	+
۹	۴۶/۶۶ J-R	+
۱۰	۲۶/۰۰ I-R	-
۱۱	۲۰/۶۶ H-R	-
۱۲	۴۸/۳۳ G-R	+
۱۳	۴۱/۰۰ F-R	-
۱۴	۵۸/۳۳ E-Q	+
۱۵	۲۶/۰۰ D-P	-
۱۶	۲۱/۶۶ C-O	-
۱۷	۲۴/۰۰ B-N	-
۱۸	۵۸/۳۳ A-M	+
۱۹	۴۹/۰۰ A-L	-
۲۰	۵۳/۶۶ A-K	+
۲۱	۲۶/۰۰ A-J	-
۲۲	۲۵/۳۳ A-I	-
۲۳	۲۱/۰۰ A-H	-
۲۴	۴۶/۰۰ A-G	+
۲۵	۴۵/۳۳ A-F	+
۲۶	۶۳/۰۰ A-E	+
۲۷	۱۹/۳۳ A-D	-
۲۸	۴۸/۶۶ ABC	+
۲۹	۱۶/۳۳ AB	-
۳۰	۲۱/۰۰ A	-

مرادی و همکاران: واکنش هفده هیبرید و چهارده لاین...

جدول ۲- قدرت بیماریزایی ۱۶ جدایه *Ustilago maydis* روی رقم OH43/1-42 در مزرعه*

کد جدایه	محل جمع آوری	قدرت بیماریزایی (شدت بیماری)	
۶	هرسین	۵/۶	A
۱	اسلام آباد	۵/۴	AB
۲۰	جوانرود	۵/۱۶	AB
۱۸	کامیاران	۵/۱	AB
۲۶	صحنه	۴/۸۶	ABC
۱۴	جوانرود	۴/۷۳	ABC
۲۴	کلوچه	۴/۴	BC
۱۹	حسن آباد	۴/۰۰	C
۲۸	جوانرود	۳/۲۳	D
۸	چشمه سفید	۳/۲	D
۲	سمنگان	۳/۲	D
۹	ریکا	۳/۱۶	D
۱۲	اسلام آباد	۲/۹۶	D
۵	سمنگان	۲/۸۶	D
۲۵	سمنگان	۲/۷۶	D
۱۳	روانسر	۲/۷۶	D

* اعدادی که با حروف مشابه نشان داده شده اند در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری ندارند (DMRT).

جدول ۳- تجزیه واریانس داده های واکنش ۱۷ هیبرید و ۱۴ لاین ذرت نسبت به *Ustilago maydis* عامل بیماری سیاهک معمولی ذرت در مزرعه.

میثکین مربعات								
منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد آلودگی	شدت بیماری	عملکرد (%)	کاهش وزن هزار دانه (%)	کاهش طول بلال (%)	محتوای کلروفیل	فلورسانس کلروفیل
تیمار (هیبرید)	۱۶	۰/۰۸ ^{ns}	۲/۰۲ ^{**}	۲۷۰/۴۵ ^{ns}	۱۲۰/۷۵ ^{ns}	۱۱۵/۲۶ ^{**}	۵/۰۲ ^{ns}	۱۱/۹۶ ^{ns}
خطای آزمایش	۳۲	۰/۰۳۷	۰/۳۸	۷۰/۵۷	۷۸/۰۹	۳۴/۶۹	۱۷/۲۴	۵/۹۷
ضریب تغییرات		۲۷/۲۶	۲۹/۷۱	۲۸/۶۲	۲۰/۳۳	۲۴/۷۳	۹/۰۲	۵/۷۷
تیمار (لاین)	۱۳	۰/۰۶ ^{ns}	۵۴/۰۰ ^{ns}	۲۵۱/۳۶ ^{ns}	۷۳/۴۶ ^{ns}	۵۴/۰۰ ^{ns}	۱۱/۸۶ ^{ns}	۱۳/۳۴ ^{ns}
خطای آزمایش	۲۶	۰/۰۴	۲۱/۹۷	۶۵/۸۴	۴۶/۰۵	۲۱/۹۷	۱۰/۷۸	۵/۴۹
ضریب تغییرات		۲۸/۸۲	۲۷/۶۶	۲۶/۹۹	۲۵/۲۳	۲۲/۳۷	۷/۱۵	۶/۰۹

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد می باشند.

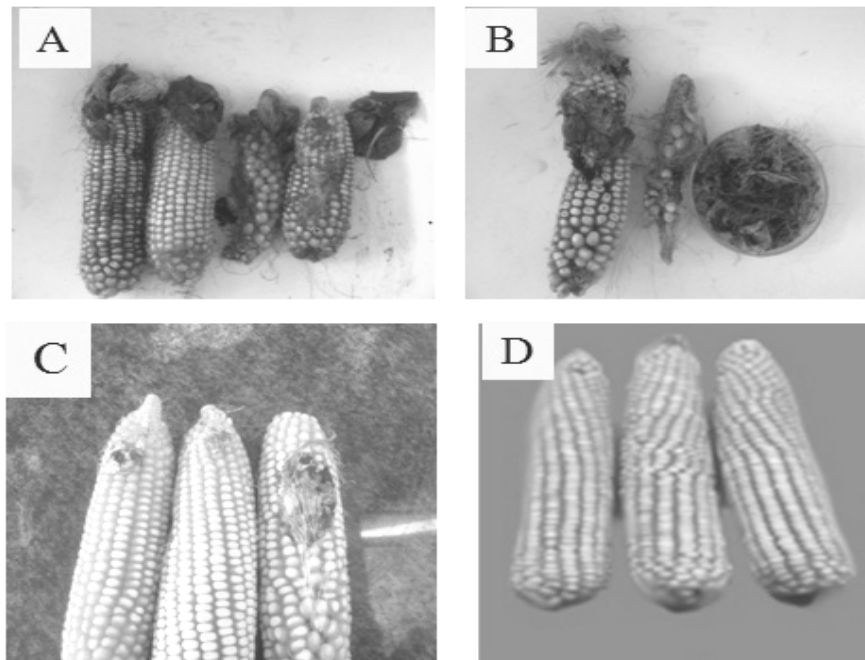
جدول ۴- واکنش ۱۷ هیبرید ذرت به مخلوط ۶ جدایه *Ustilago maydis* عامل بیماری سیاهک معمولی ذرت در مزرعه

هیبرید	درصد آلودگی	شدت بیماری	واکنش	کاهش وزن هزار دانه (%)	کاهش طول بلال (%)
K166b×K18	۶۵ ABC	۲/۶۰ A-D	MS	۱۵/۲۶ B-E	۱۸/۵۷ A-D
K74/2-2-1-4	۵۳ A-E	۲/۲۰ B-F	MS	۱۸/۱۶ BCD	۱۲/۲۷ B-F
K166b×MO17	۶۶ ABC	۲/۷۰ ABC	MS	۲۷/۰۰ A	۲۰/۸۵ AB
K3673/1×K18	۴۳ B-E	۱/۳۶ EFG	MR	۴/۶۷ F	۸/۸۶DEF
KSC700	۱۹ E	۱/۱۳ FG	MR	۷/۳۱ EF	۷/ ۱۴ EF
KSC704	۸۵ A	۳/۱۶ AB	S	۲۰/۸۷ ABC	۲۷/۲۰ A
KSC706	۶۱ ABC	۲/۴۳ A-E	MS	۱۶/۸۳ BCD	۱۶/۸۱ B-E
KSC720	۵۳ A-E	۲/۳۶ A-E	MS	۱۱/۵۶ DEF	۱۲/۵۵ B-F
KSC705	۳۰ CDE	۱/۱۳ FG	MR	۱۲/۱۵ C-F	۹/۳۱ DEF
KSC670	۶۸ AB	۳/۴۳ A	S	۲۳/۳۰ AB	۱۹/ ۵۴ ABC
K3653/2×K19/1	۴۸ A-E	۳/۰۶ AB	S	۲۲/۴۲ ABC	۱۹/ ۴۴ ABC
K3653/2×K18	۵۱ A-E	۲/۴۶ A-E	MS	۱۶/۳۶ BCD	۱۳/۱۱ B-F
K3653/2×MO17	۵۶ A-D	۱/۷۳ C-G	MR	۱۱/۶۹ DEF	۶/۹۹ F
K3640/3×K18	۵۱ A-E	۱/۵۰ D-G	MR	۸/۹۵ EF	۷/۲۱ EF
K3640/3×K19	۵۸ A-D	۲/۳۰۰ A-E	MS	۱۲/۳۲ C-F	۸/۴۴ EF
K3640/3×K19/1	۴۳ B-E	۱/۰۳ F-G	MR	۱۴/۵۹ B-F	۱۰/۰۲ C-F
K3547/3×K1264/1	۲۱ DE	۰/۷۰ G	R	۵/۶۰ F	۵/۴۵ F

جدول ۵ - واکنش ۱۴ لاین ذرت به مخلوط ۶ جدایه *Ustilago maydis* عامل بیماری سیاهک معمولی ذرت در مزرعه

لاین‌ها	درصد آلودگی	شدت بیماری	واکنش	کاهش عملکرد (%)	کاهش وزن هزار دانه (%)	کاهش طول بلال (%)
K3547/3	۲۶ B	۱/۲۶ C	MR	۱۸/۰۰ DE	۷/۵ B	۷/۶۶ C
K3544/5	۲۵ B	۱/۸۳ BC	MR	۲۷/۰۰ B-E	۱۴/۳۳ AB	۹/۳۳ BC
K18	۴۰ AB	۲/۲۳ ABC	MS	۳۰/۳۳ A-D	۱۶/۰۰ AB	۱۲/۳۳ ABC
K3651/1	۷۸ A	۳/۳۰ A	S	۴۳/۳۳ A	۲۵/۰۰ A	۲۰/۶۳ A
K3545/6	۵۸ AB	۲/۹۳ AB	MS	۳۸/۰۰ AB	۲۴/۶۶ A	۱۷/۱۰ AB
KLM77002/10-1-1-1	۴۳ AB	۲/۳۶ ABC	MS	۳۳/۰۰ A-D	۲۲/۰۰ A	۱۴/۳۳ ABC
K3653/2	۴۶ AB	۱/۸۶ BC	MR	۲۰/۸۳ CDE	۱۶/۶۶ AB	۸/۶۶ BC
A679	۳۱ B	۱/۶۰ BC	MR	۱۲/۶۶ E	۱۳/۶۶ AB	۱۱/۶۶ ABC
K166A	۴۵ AB	۲/۱۳ ABC	MS	۲۹/۰۰ A-D	۱۷/۰۰ AB	۱۵/۶ ABC
K74/1	۶۱ AB	۲/۸۳ AB	MS	۳۷/۵ AB	۲۲/۳۳ A	۱۹/۶۶ A
K19	۵۵ AB	۲/۹۰ AB	MS	۳۹/۶۶ AB	۲۰/۶۶ AB	۱۷/۶۶ AB
MO17	۰/۳۸ B	۱/۶۳ BC	MR	۲۰/۶۶ CDE	۱۳/۶۶ AB	۱۲/۳۳ ABC
K19/1	۰/۵۵ AB	۲/۹۳ AB	MS	۳۶/۸۶ AB	۲۰/۳۳ AB	۱۹/۳۳ A
K1264/1	۰/۵۰ AB	۲/۴۰ ABC	MS	۳۴/۰۰ ABC	۱۴/۶۶ AB	۱۴/۳۳ ABC

... مرادی و همکاران: واکنش هفتده هیبرید و چهارده لاین ...



شکل ۱- واکنش‌های هیبریدها و لاین‌های ذرت مایه‌زنی شده به بیماری سیاهک معمولی، A و B - حساس، C - نیمه مقاوم، D - مقاوم

نیترژن برگ می‌باشد. بنابراین مصرف زیاد کودهای ازته باعث افزایش بیماری می‌شود، اما بوته‌هایی هم که دچار کمبود نیترژن هستند در اثر آلودگی به قارچ کاهش عملکرد از خود نشان می‌دهند، زیرا بیمارگر مقدار کم اسیدهای آمینه و نیترژن موجود را مصرف کرده و باعث کاهش نیترژن گیاه و در نتیجه کاهش رشد و عملکرد می‌شود (سولومون^۲ و همکاران، ۲۰۰۳). واکنش این ۱۷ هیبرید و ۱۴ لاین ذرت به بیماری سیاهک معمولی، وجود ۱ هیبرید مقاوم و ۶ هیبرید نیمه مقاوم، ۵ لاین نیمه مقاوم و نیز بیشترین تاثیر بیماری به ترتیب روی طول بلال، عملکرد، وزن هزار دانه و نیز عدم تاثیر معنی‌دار بیماری بر میزان کلروفیل فلورسانس و کلروفیل برگ ذرت برای اولین بار گزارش می‌شوند.

در برنامه اصلاح ذرت برای ایجاد هیبریدهای مقاوم به این بیماری ضمن این‌که بهتر است از روش تزیق سوسپانسیون اسپوریدیوم‌های چند جدایه بیمارگر به نوک بلال استفاده کرد و واکنش ژنوتیپ‌ها را بر اساس شدت نشانه‌های تولید شده بیماری پس از مایه‌زنی، تعیین گردد، باید توجه داشت که از تلاقی بین لاین‌های حساس ($S \times S$) معمولاً نتایج همگی در برابر بیماری حساس و میزان آلودگی ۶۰٪ خواهد بود. تلاقی بین لاین‌های مقاوم و حساس به بیماری و سپس با تلاقی برگشتی هیبرید حاصل با والد مقاوم منجر به تولید هیبرید مقاوم می‌گردد، ولی تلاقی بین لاین حساس و مقاوم و سپس تلاقی برگشتی با والد حساس (از نظر زراعی مطلوب) منجر به تولید هیبریدی با حدود ۱۰٪ آلودگی (نیمه مقاوم) خواهد شد (رنفرو^۱، ۱۹۸۳).

این بیمارگر توانایی آلودگی همه نقاط گیاه به‌ویژه بافت‌های مریستمی و بلال را دارد. تکثیر بیمارگر در گال‌ها همراه با استفاده از منابع نیترژن مخصوصاً

زمین انجام آزمایش و آقای مهندس علی شیرخانی به خاطر همکاری در این تحقیق تشکر می گردد.

سپاس گزاری

از مسئولین بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرمانشاه به خاطر در اختیار گذاشتن مواد لازم و

منابع

۱. استخر، ا. و زمانی، م. ۱۳۸۴. واکنش ژنوتیپ‌های مختلف ذرت به *Ustilago maydis* عامل سیاهک معمولی ذرت. خلاصه مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه گیلان، رشت، ص ۲۷۳.
۲. ایزدی، م.، موسوی جرف، ع.، و میناسیان، و. ۱۳۸۸. بررسی مقاومت ارقام نیشکر به سیاهک در شرایط مزرعه و ردیابی قارچ در گیاهچه‌ها. بیماری‌های گیاهی، ۴۵ (۲): ۴۳-۵۳.
۳. جلالی، ص.، و سیزی، م. ۱۳۸۳. ارزیابی لاین‌های برگزیده ذرت نسبت به قارچ *Ustilago maydis* عامل سیاهک معمولی. نهال و بذر، ۵۶: ۲۰-۴۹.
۴. حسینی، م.، ترابی، م.، زمانی، م.، شیرخانی، ع. و فرهمند، ش. ۱۳۹۱. ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های دیررس ذرت نسبت به بیماری سیاهک معمولی ذرت با استفاده از آلودگی مصنوعی. خلاصه مقالات بیستمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه شیراز، شیراز، ص ۱۴.
۵. چوکان، ر.، زمانی، م. و قایدرحمت، م. ۱۳۸۸. بررسی وراثت مقاومت به بیماری سیاهک معمولی در ذرت. نهال و بذر، ۲۴: ۱۷-۳۲.
۶. زمانی، م. و دهقان‌پور، ز. ۱۳۸۶. واکنش تعدادی از ژنوتیپ‌های زودرس نسبت به سیاهک معمولی ذرت در شرایط آلودگی مصنوعی. نهال و بذر، ۲۳: ۵۴۷-۵۶۶.
۷. زمانی، م. و دهقان‌پور، ز. ۱۳۸۷. معرفی اولین رقم مقاوم به سیاهک معمولی ذرت در ایران. خلاصه مقالات هجدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، جلد ۲: ص ۱۶۴.
۸. زمانی، م. و چوگان، ر. ۱۳۷۹. ارزیابی مقاومت ترکیبات هیبرید ذرت به مهمترین عوامل بیماری‌زای قارچی ذرت. خلاصه مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نبات ایران، دانشگاه مازندران، ساری، ص ۲۰۱.
۹. شریف‌نبی، ب. و نکویی، الف. ۱۳۷۳. بروز سیاهک معمولی ذرت در استان اصفهان. بیماری‌های گیاهی، ۳۰ (۲): ۸۰-۸۱.
۱۰. صدروی، م. ۱۳۸۷. بیماری‌های مهم گیاهان زراعی ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ص ۲۰۸.

۱۱. مهریان، ف. ۱۳۶۳. پیدایش سیاهک معمولی ذرت در ایران. بیماری‌های گیاهی، ۲۰ (۴-۱): ۴۶-۵۱.
12. Abou- Zeid, A.M. 1995. Effect of *Ustilago maydis* (DC.) Corda and its toxin on some maize cultivars. *Journal of Phytopathology*, 143: 577-580.
13. Bogachev, Y. I. 1992. Immunity characterization for resistance to *Ustilago zaeae*. *Kukuruza i Sorgo*, 2: 44-45.
14. Jean, J., and Pan, A. 2008. Effects of host plant, environment and *Ustilago maydis* infection on the fungal endophyte community of maize (*Zea mays*). *New Phytologist*, 178: 147-156
15. Solomon, P.S., Tan, K.C., and Oliver, P.R. 2003. The nutrient supply of pathogenic fungi: a fertile field for study. *Molecular Plant Pathology*, 4: 203-210.
16. Pope, D.D., and McCarter, S.M. 1992a. Evaluation of inoculation methods for inducing common smut on corn. *Phytopathology*, 82: 950-955.
17. Pope, D.D., and McCarter, S.M. 1992b. Smut incidence and severity after inoculation developing corn ear with *Ustilago maydis* using different methods. *Phytopathology*, 82: (4): 500 (abstract).
18. Renfro, B.L. 1983. Genetic Resistant to Disease in Maize. CIMMYT, Mexico, 74 p.
19. White, D.G. 1999. Compendium of Corn Diseases. 3rd Edition. APS Press, MN,USA, 128 p.
20. Zimmerman, S.A., and Pataky, J.K. 1992. Inoculation techniques to produce galls of common smut on ears of sweet corn. *Phytopathology*, 82:995.