پژوهش و سازندگی
در زراعت و باغبانی
شماره ۶۲، بهار ۱۳۸۳

بررسی تغییرات مقدار فنل کل در واکنش دو رقم گندم مقاوم و حساس در برابر آلودگی به *Puccinia striiformis*

• مهوش بهروزین، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت : خرداد ماه ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: تیرماه ۱۳۸۳

چکیده

مقدار کل فنل در عصاره برگ های اول دو رقم گندم Mv۱۷ (مقاوم) و بولانی (حساس) در شرایط گلخانه ای و در زمان های ۲۴،۴۸،۷۲،۱۰۰،۱۴۴، و ۲۱۶ ساعت بعد از مایه زنی با اوردیوسپورهای نژاد ۱۵۰ E ۱۳۴ زنگ زرد (***Puccinia striiformis***) با در نظر گرفتن ۴ تکرار (گلدان) برای هر تیمار، اندازه گیری فنل کل در برگ از معرف فولین و برای تهیه منحنی استاندارد از اسید کافئیک استفاده شد.مقدار جذب در طول موج ۷۲۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که مقدار فنل کل در رقم مقاوم مایه زنی شده از زمان ۲۴ ساعت بعد از مایه زنی افزایش داشت و این افزایش تا زمان ۱۴۴ ساعت همچنان ادامه یافت و در زمان ۱۰۰ ساعت به اوج خود رسید . مقدار فنل کل در زمان ۲۱۶ ساعت بعد از مایه زنی کاهش پیدا نمود و به حد تیمار شاهد خود رسید . در رقم حساس بولانی مایه زنی شده تغییری در مقدار فنل کل دیده نشد و اختلافی با تیمار شاهد خود نداشت.

کلمات کلیدی : فنل ، زنگ زرد ، گندم.

Pajouhesh & Sazandegi No:62 pp: 70-74

Study on the changes in total phenol content in two resistant and susceptible wheat cultivars in response to *Puccinia striiformis* infection.

By: M. Behrouzin, Seed and Plant Improvement Research Institute

The total phenol content of two wheat cultivars Mv17 (as resistant) and Bolani (as susceptible) were determined at different times after inoculation with race 134E150 of *Puccinia striiformis*. Samples were taken at 24,48,72,100,144,and 216 hours after inoculation.The result showed a rapid increase in total phenol content of inoculated leaves of resistant cultivar. It was 3 times higher than that in susceptible cultivar at 100 hour after inoculation. There was no significant difference in total phenol content between inoculated susceptible cultivar and control. In general it was concluded that there was a relationship between resistance in Mv17 and accumulation of phenolic compounds.

Key words: Phenol, Yellow Rust, Wheat

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سلول و بافت‌های آسیب دیده گیاه در برابر عوامل بیماریزا و انواع تنش های مکانیکی و شیمیایی از خود واکنش های بیوشیمیایی نشان می دهند . هدف از این واکنش دفاع در برابر عوامل بیماریزا ، جلوگیری از رشد و توسعه آنها یا التیام زخم در اثر صدمات مکانیکی و شیمیایی است. از جمله موادی که در این واکنش دخالت داشته و اهمیت خاصی دارد ترکیبات فنلی است. گزارش های موجود از مطالعه تغییر ترکیبات فنلی و نقش آنها در ایجاد مقاومت گیاهان مبتلابه بیماری ها نشان می دهد که تجمع مواد فنلی اغلب درارتباط با واکنش مقاومت است. Vance و همکاران (۱۸) و Goodman و همکاران(۱۶). گزارش دادند در رابطه میزبان – عامل بیماریزا ، با مقایسه ارقام مقاوم و حساس گیاهان مختلف ، در بیشتر موارد سرعت تجمع ترکیبات فنلی بعد از ابتلا به بیماری ، در رقم مقاوم زیادتر است و یک رابطه خطی بین مواد فنلی و مقاومت وجود دارد(۶) .Berdmore و همکاران از تحقیقات خود روی واکنش فوق حساسیت گندم مقاوم به زنگ سیاه نتیجه گرفتند که در سلول های ارقام گندم مقاوم مواد فنلی در طول واکنش فوق حساسیت تجمع می یابد ، در حالی که در ارقام حساس این تجمع دیده نمی شود(۳) . Carver و همکاران از بررسی‌های خود در جو و یولاف مقاوم به سفیدک سطحی گزارش دادند که در محل‌های ورود عامل بیماریزا ، تجمع مواد فنلی بیشتر از قسمت‌های سالم است(۵) . Kiraly و Farkas گزارش دادند که مقدار مواد فنلی موجود در رقم کاپلی مقاوم به زنگ سیاه (*Puccinia graminis*) دو تا سه برابر این مواد در رقم حساس Little club ، بعد از مایه زنی با اوردیوسپورهای زنگ بود(۹).

Beardmore و همکاران با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت و روش هیستوشیمیایی و اتورادیوگرافی نشان دادند که در رقم گندم مقاوم به زنگ سیاه ترکیبات فنلی در دیواره سلول افزایش و تجمع پیدا می کند، در حالی که در رقم حساس این وضع وجود ندارد (۳). Vidhyasekaran گزارش داد که ترکیبات فنلی تجمع یافته در محل های ورود قارچ عامل سفیدک سطحی در گیاه جو مقاوم بیشتر از رقم حساس و متفاوت از لیگنین و کالوز می باشد ، زیرا این ترکیبات در بررسی‌های هیستولوژیکی بدون استفاده از آنیلین بلو ، حالت فلورسانس از خود نشان داده اند و در نهایت نتیجه گرفت که ترکیبات فنلی با داشتن اتوفلورسانس در محل خای نفوذ قارچ تجمع یافته و از توسعه هیف های قارچ در بافت گیاه جلوگیری کرده‌اند(۱۹). Nicholson و Hammerschmidt نتیجه گرفتند که ترکیبات فنلی دارای نقش فعال در مقاومت بوده و تجمع مواد فنلی در مراحل اولیه آلودگی در محل های آلوده موجب مرگ سریع سلول و در نتیجه توقف رشد عامل بیماریزا می شود(۱۳).Kalaichelvan و Elangovan افزایش ترکیبات فنل را در ارقام مقاوم برنج در برابر قارچ *Drechslera oryzae* بررسی و گزارش دادند که وجود این ترکیبات در جلوگیری از رشد و توسعه قارچ عامل بیماری در رقم مقاوم موثر است(۷) . Mandavia و همکاران گزارش دادند که مقدار فنل کل در مقاومت رقم مقاوم نخود به بیماری پژمردگی فوزایومی نقش دارد (۱۱). این محققان نشان دادند که در نسوج ریشه ، ساقه و برگ رقم مقاوم نخود از همان مراحل اولیه آلودگی مقدار فنل کل بسیار بالا بود و با رقم حساس اختلاف زیادی داشت . عده ای از محققان بروز بخشی از این مقاومت را به تولید فیتوالکسین هایی که دارای ترکیبات فنلی محلول در آب هستند مربوط می‌دانند(۱۲،۴) .

بیماری زنگ زرد یکی از مهمترین بیماری های گندم در ایران به شمار می رود و در سال های شیوع خسارت زیادی را موجب می گردد. یافتن روشی غیر از روش شیمیایی برای ایجاد مقاومت و کنترل بیماری هدف نهایی هر محقق می باشد و در این مقاله نقش مواد فنلی در رقم مقاوم و مقدار کل آن د رمقایسه با رقم حساس مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

الف: ارقام گندم مورد استفاده

در این بررسی از دو رقم گندم به نام های بولانی (رقم حساس) و Mv۱۷ (رقم مقاوم) استفاده شد. رقم بولانی از گندم های بومی‌ایران است و موطن اصلی آن زابل می‌باشد. این رقم در تمام مراحل رشد حساسیت بسیار شدیدی در برابر تمام نژادهای زنگ زرد را دارد واز آن به عنوان تله در بررسی های مزرعه ای استفاده می‌شود.Mv۱۷ رقم مقاوم به بیماری زنگ زرد بوده و شجره آن عبارت است:(Zg4431 × (MVTF (Slavia

این رقم توسط بخش پاتولوژی غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در اختیار نگارنده قرار گرفت.

ب: نژاد زنگ زرد مورد استفاده

در این بررسی از نژاد ۱۵۰ E ۱۳۴ زنگ زرد که از منطقه مغان جمع آوری و خالص شده و دارای خاصیت بیماریزایی بالایی بود استفاده گردید (این نژاد توسط بخش پاتولوژی غلات موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر در اختیار نگارنده قرار گرفت)(۷).

ج: مایه‌زنی

با در نظر گرفتن ۴ گلدان (هر گلدان حاوی پانزده گیاهچه گندم) به عنوان تکرار برای هر تیمار ، پس از رشد کامل برگ اول و ظهور برگ دوم ، گیاهچه های گندم حساس و مقاوم با اوردیوسپورهای زنگ زرد مایه زنی

www.SID.ir

و گلدان های حاوی گیاهچه های مایه زنی شـده و شـاهد (گیاهچه های مایه زنی شـده با آب مقطر و بدون اسـپور) به گلخانه باحرارت ۱ ± ۱۲ درجه سانتی گراد منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در زیر کیسه های پلاستیکی مشکی و رطوبت اشباع نگهداری شدند. با توجه به بررسی انجام یافته توسط اعتباریـان (۱) نمونه برداری به منظور اندازه گیری مقدار فنل کل در زمان های ۲۴،۴۸،۷۲،۱۰۰،۱۴۴و ۲۱۶ ساعت بعد از مایه زنی انجام شد.

د: استخراج مواد فنلی

برای استخراج مواد فنلی از برگ ها از روشSeevers و Daly به شرح زیر استفاده شد(۱۴):

بـرگ هـای اول مایه زنی شـده تکرارهای هر تیمـار از بوته جدا و در کیسـه فریزر با هم مخلوط و از این مخلوط مقدار یک گرم توزین و سـپس به قطعات حدود ۲ سـانتی متر تقسـیم و در شیشه های در پیچ دار حاوی ۱۰ میلـی لیتر متانول ۸۰٪ ریخته و در فریزر در دمای ۲۰ درجه زیر صفر تا زمان اندازه گیری نگه داری شد (حداکثر دو هفته) . در مورد تیمارهای شاهد نیز به همان ترتیب عمل شد.

بـرای عصاره گیری ، مواد داخل هر شیشـه به تفکیک در هاون چینی ریخته و پس از له کردن برگها ، عصاره حاصل از پارچه ململ دو لایه عبور و در بشـر اسـتریل ریخته شـد. باقی مانده مواد در روی پارچه دو بار و هر بار با ۳ میلی لیتر متانول ۸۰٪ شستشو و به عصاره داخل بشر اضافه گردید . عصاره صاف شده به مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰ دور در دقیقه سـانتریفیوژ شد و سـپس رسوب حاصل حذف و از محلول رویی برای اندازه گیری فنل استفاده شد.

ه: اندازه گیری فنل

بـرای اندازه گیری فنـل کل در عصاره برگ از معرف فولیـن (Folin – Ciocalteu,s) که روش پیشـنهادی Seevers و Daly اسـت به شرح زیر استفاده شد:

۰/۵ میلـی لیتر از عصاره به دسـت آمده ، با ۷ میلی لیتر آب مقطر اسـتریل در یک لوله آزمایش ریخته و کاملاً مخلوط شـد. سپس ۰/۵ میلی لیتر از معـرف فولین را بـه لوله اضافه کـرده ، مجدداً محتویـات لوله با هم مخلوط شـد. پس از ۳ دقیقه یک میلی لیتر محلول کربنات سدیم اشباع به لوله اضافه و حجم مخلوط با آب مقطر به ۱۰ میلی لیتر به ۱۰ میلی لیتر رسـانده شـد. پس از یک ساعت مقـدار جذب رنـگ در طول مـوج ۷۲۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. لوله های شاهد شامل آب مقطر و معرف بود.

و: تهیه منحنی استاندارد

برای تهیه محلول اسـتاندارد از اسید کافئیک (۳/۴Dihydroxy cinnamic acid, $C_9H_8O_4$) ساخت کارخانه آلدریچ به شرح زیر استفاده شد:

مقـدار ۱۰۰ میلـی گرم اسـید کافئیک را در متانـول ۸۰٪ حل کرده و حجم محلول به ۵۰۰ میلی لیتر رسـانده شـد. از ایـن محلول به عنوان محلول ذخیره اسـتفاده گردید. برای تهیه محلول اسـتاندارد مقادیر صفر، ۲/۵،۵،۱۰،۱۵،۲۰،۳۰،۴۰میلـی لیتـر از محلول ذخیره بـه داخل ۹ بالن ژوژه بـه حجـم ۵۰ میلـی لیتر ریختـه و حجم نهایی بـا آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسـانده شـد. در این مرحله هر ۰/۵ میلی لیتـر از محلول بالن های فوق به ترتیب شامل صفر (برای صفر کردن دستگاه اسپکتروفتومتر) ۵،۱۰،۲۰،۳۰،۴۰،۵۰،۶۰و ۸۰ میکرو گرم اسید کافئیک بود. تمام عملیاتی که برای اندازه گیری فنل کل در عصاره برگ در عصاره برگ در بند ۵ ذکر گردیـد. در این قسـمت نیز اعمال شـد و جذب رنـگ در طول موج ۷۲۵ نانومتر و با همان دسـتگاه خوانده شـد . بین مقدار اسید کافئیک به عنوان اسـتاندارد و جذب رنگ ارتباط خطی وجود داشت ومعادله رگرسیون برای سهولت محاسبات تهیه گردید . با در نظر گرفتن این که برای استخراج مواد فنلی در یک گرم برگ ۱۶ میلی لیتر متانول ۸۰٪ مورد استفاده قرار گرفته بـود ونیز در این اندازه گیری فقـط ۰/۵ میلی لیتر عصاره برگ به کار رفته بود ،لذا برای محاسـبه مقدار فنل کل در یک گرم برگ عدد بدست آمده از فرمول منحنی اسـتاندارد $Y=a+bX$ به عدد ۳۲ ضرب شـد و بدین ترتیب مقدار فنل کل برحسـب میکروگرم در یک گرم برگ محاسـبه و سپس به

Time after Inoculation	Bolani(1)		Mv17(2)	
	control	inoculated	control	inoculated
24	$0.7\pm0.1^{A(a)**}$	$0.8\pm0.1^{A(a)**}$	$0.6\pm0.1^{A(a)**}$	$1.6\pm0.1^{D(a)**}$
48	$0.7\pm0.1^{A(a)**}$	$0.8\pm0.1^{A(b)**}$	$0.7\pm0.1^{A(a)**}$	$1.7\pm0.1^{B(a)**}$
72	$0.8\pm0.13^{A(a)**}$	$0.9\pm0.13^{A(b)**}$	$0.7\pm0.13^{A(a)**}$	$2.1\pm0.13^{B(b)**}$
100	$0.8\pm0.21^{A(a)*}$	$1.1\pm0.21^{A(b)*}$	$0.8\pm0.21^{AB(a)*}$	$2.4\pm0.21^{B(b)**}$
144	$0.8\pm0.1^{A(c)**}$	$0.8\pm0.1^{A(a)**}$	$0.9\pm0.1^{A(a)**}$	$1.83\pm0.1^{B(b)**}$
216	$0.9\pm0.1^{A(a)**}$	$0.7\pm0.1^{A(a)**}$	$0.8\pm0.1^{A(a)**}$	$1\pm0.1^{B(a)**}$

توضیحات جدول :

۱ -رقم حساس به زنگ زرد

۲ -رقم مقاوم به زنگ زرد

×= اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار

××= اختلاف در سطح ۱٪ معنی دار

حروف بزرگ – ارقامی که در هر ردیف افقی (تیمارها) با یکدیگر اختلاف دارند .

حروف کوچک- ارقامی که در هر ستون عمودی (زمان ها) با یکدیگر اختلاف دارند.

Coefficient of variation : 6.18%

www.SID.ir

عدد ۱۰۰۰ تقسیم و به میلی گرم تبدیل شد. در فرمول فوق :
Y = مقدار جذب قرائت شده در عصاره
X = مقدار فنل برحسب میکروگرم و a,b ضرایب فرمول هستند.

نتیجه و بحث

جدول یک میانگین مقدار فنل کل را بر حسب میلی گرم دریک گرم برگ در زمان های مختلف بعد از مایه زنی نشان می‌دهد . همانطور که از جدول پیداست از زمان ۲۴ ساعت بعد از مایه زنی در رقم مقاوم Mv۱۷ مایه زنی شده در مقایسه با سایر تیمارها مقدار فنل کل افزایش داشته و در زمان ۱۰۰ ساعت به حداکثر میزان خود رسیده و در تمام زمان ها اختلاف با سایر تیمارها از نظر آماری در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی دار بوده است. در زمان ۲۱۶ ساعت بعد از مایه‌زنی هر چند که در مقایسه با سایر تیمارها مقدار فنل کل در تیمار Mv۱۷ افزایش داشت اما در مقایسه با سایر زمان‌های بعد از مایه زنی درهمین تیمار کاهش مقدار فنل کل وجود داشته و تقریباً به حد زمان ۲۴ ساعت بعد از مایه زنی رسید. در تیمار بولانی مایه‌زنی شده تغییری در مقدار فنل کل در زمان های بعد از مایه‌زنی و در مقایسه با تیمار شاهد وجود نداشت.

به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که مقدار فنل کل در رقم حساس بولانی مایه‌زنی شده و گروه های تیمار شاهد می‌باشد. این نتایج ، نتایج تحقیقات تعدادی از محققان را تأیید می‌کند.Kiraly و Farkas گزارش دادند که مقدار مواد فنلی موجود در گندم رقم کاپلی مقاوم به زنگ سیاه *Puccinia graminis* ۲ تا ۳ برابر مقدار مواد فنلی در رقم حساس Little club بعد از مایه زنی با اوردیوسپورهای زنگ بود . Lorber و Daly (۱۰) ازتحقیقات خود نتیجه گرفتند که سنتز مواد فنلی در واکنش مقاومت در گیاه بیمار در همان مراحل اولیه افزایش یافته و این مواد در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی که فقط در ارقام مقاوم گیاهان دیده می‌شود دخالت دارند. Mayama و همکاران از تحقیقات خود در بررسی تولید فیتوالکسین توسط یولاف در برابر زنگ *Puccinia coronata* نتیجه گرفتند که تولید ترکیبات ضد میکروبی از نوع ترکیبات فنلی که فقط در رقم مقاوم و در واکنش ناسازگار دیده شد ، از رشد لوله تندشی ، ۴۸ ساعت بعد از مایه زنی کاملا جلوگیری کرد(۱۲). Bailey etal و همکاران نیز گزارش دادند که تولید ترکیبات فنلی در نسوج میزبان مقاوم لوبیا پس از مایه زنی با اسپورهای قارچ *Colletotrichum lindmuthianum* از رشد قارچ ممانعت کرده است(۲). Yamamoto عقیده دارد که گیاهان در مقابله با عوامل بیماریزا ازخود واکنش‌های بیوشیمیایی بروز می‌دهند که بسیاری از این واکنش‌ها در ارتباط کامل با مقاومت گیاه است و در این مقاومت دو گروه ژن دخالت دارند(۲۰). ژن‌های شناساگر (Recognition genes) که در برابر مواد تولید شده ژن‌های غیر بیماریزای (Avirulent) عامل بیماریزا واکنش نشان می‌دهند. به طور کلی در این بررسی افزایش مقدار فنل کل در رقم مقاوم Mv۱۷ مشخص گردید ، هرچند که ساختمان مولکولی این ترکیبات تعیین نشد ،لیکن به احتمال زیاد از نوع ترکیبات فنلی محلول در متانول و آب از قبیل اسید کلروژنیک و کافئیک بودند، که در بیشتر گیاهان وجود دارند . باتوجه به این که از مجموع تعداد فیتوالکسین‌های گزارش شده بخشی نیز از نوع ترکیبات فنلی هستند به نظر می‌رسد که در رقم مقاوم Mv۱۷ در برابر آلودگی با زنگ زرد فیتوالکسین تولید می‌شود و این یافته با نتیجه تحقیقات Cartwright و Russel مطابقت دارد(۴) . این دو محقق گزارش دادند که در گندم رقم مقاوم Little Joss به هنگام ابتلا به بیماری زنگ زرد فیتوالکسین تولید می‌شود و هر چند نوع آن را مشخص نکردند ولی معتقد بودندکه ماده تولید شده از نوع ترکیبات فنلی محلول در آب می‌باشد. در بررسی نقش مواد فنلی در ایجاد مقاومت در رقمMv۱۷ مشخص گردید که از همان زمان‌های اولیه آلودگی مقدار فنل کل افزایش داشته و این مقدار در زمان ۱۰۰ ساعت بعد از مایه زنی به حداکثر خود رسید این نتیجه با گزارش Keen و Littlefield (۸)که گزارش کردند ترکیبات فنلی در ارقام مقاوم و واکنش ناسازگار به مقدار بیشتر و سریع تر از ارقام حساس و واکنش سازگار تولید می‌شوند مطابقت دارد. آنچه در این بررسی جالب بود عدم بروز بیماری به صورت واکنش فوق حساسیت و نکروز در سطح گیاه بود. بدین معنی که هیچگونه علایم قابل رویت با چشم غیر مسلح در رقم Mv۱۷ دیده نشد. این موضوع با یافته‌های Rohringer (۱۵) Hietefuss و Rohringer و همکاران مطابقت دارد(۱۵). این محققان گزارش دادند که در واکنش ناسازگار در غلات ،در رابطه با زنگ ها ، ممکن است از رشد و توسعه عامل بیماری بلافاصله بعد از مایه زنی با عامل بیماریزا جلوگیری شود. به طوری که در واکنش مقاومت گندم در برابر زنگ سیاه ژن Sr۵ در میزبان (گندم) مسئول ایجاد واکنش مقاومت به صورت مصونیت در برابر ژن P۵ قارچ عامل زنگ سیاه است و با وجود این که سلول ها نکروزه می‌شوند ولی هیچگونه علایمی‌با چشم غیرمسلح در روی گیاه میزبان دیده نمی‌شود.

منابع مورد استفاده

۱- اعتباریان، ح، ۱۳۶۷؛ بررسی تغییرات کمی ترکیبات فنلی در ارقام مختلف جو در خلال رشد قارچ *Puccinia Hordei* و ارتباط آنها با مقاومت این ارقام نسبت به بیماریهای گیاهی. مجله بیماریهای گیاهی. جلد ۲۴ شماره ۱.

2- Baily ,J.A.,Rowell.P.M., And Arnold G.M., 1980 .The temporal relationship between host cell death ,phytoalexin accumulation and fungal inhibition duringhypersensitive reaction of phaseolus vulgaris to *Colletotrichum lindemuthianum*. Physiological Plant Pathology 17: 329- 339.

3- Beardmore, J.,Ride.J.R., and Granger.J.W.,1983. Cellular lignification as a factor in the hypersensitive resistance of wheat to stem rust. Physiological Plant Pathology.22:209-220

4- Cartwrigth,D.W., and RUSSEL.G.E., 1981.Development of *Puccinia striiformis* in a susceptible winter wheat variety. Transactions of the British Mycological Society . 76: 197-204.

5-Carver,T.L.W.,ZeyntT,R.J.,Bushnell.W.R., and ,*Robbins*. 1994. Inhibition of phenylalanine ammonia lyase and cinnamy alcohol dehydrogenase increases quantitive susceptibility of barely to powdery mildew (*Erysilhe graminis* D.C.) Physiological and Molecular Plant Pathology. 44: 261 -272.

6-Goodman,R.N.,.Kiraly,M.Z., and Wood.K.P.,1986.The biochemistry and physiology of plant disease. University of Missori

Archive of SID
www.SID.ir

press.433pp.

7- Kalaichel Van ,P.T. and n, Elangovan. 1995. Effect of phenolics on *Drechslera oryzae*. Indian Phytopathology. 48:271- 274.

8- Keen,N.T., and L.J. Littlefield. 1979. The possible association of phytoalexine with resistance gene in flax to *Melampsora lini*.Physiological Plant Pathology. 14:265 – 280.

9- Kiraly, Z., and , Farkas.G. L. 1962. Relation between phenol metabolism and stem rust resistance in wheat . Phytopathology.52: 657- 664.

10- Lorber, Moderator, J. E., and , Daly .M. J.1972. The use of the near isogenic lines in biochemical studies of the resistance to stem rust . Phytopathology. 72:392 – 400.

11- Mandavia, M. K., Patel.C.M., Maravia.G.V., and Parameswaran.M, 1997. Role of phenolic compounds in resistance to fusarium wilt in chichpea. Indian Journal of agriculture Biochemical. 10(1&2)11-13.

12-Mayama,S.,TANI.T,and Matsuura.Y,1981. The production of phytoalexins by oat in response to crown rust , *Puccinia coronata* f. spavenae. Physiological Plant pathology. 19:217- 226.

13-Nichlson,R.L., and Hammerschmidt.R. 1992. Phenoloic compound and their role in disease resistance. Annual Review of phytopathology. 30:369-389.

14- Seevers, P. M. and Daly.J. M. 1970. Studies on wheat stem rust resistance control at sr6 locus. 1- The role of phenolic compounds. Phytopathology. 6:1322-1328.

15- Rohringer, R., and Heitefuss.R. 1984. Histology and molecular biology of host – parasite specifity. In : The Cereal Rusts, (Bushnell, W. R., and A.P. Roelfs. Eds). Academic press. New York. 193pp.

16- Rohringer , R., .Kim.,W.K and Samborski,D.J. 1979. A histological study of interaction between avirulant races of stemrust and wheat containing resistance genes Sr5 , Sr6, Sr8,Sr22,.Canadian Journal of Botany. 57:324-331.

17- Torabii, M., Mardoukhi.,V. Nazari., K. Afshir., F., Foroutan,A.R. Ramai.,M., A. Golzar.,H., and .Kashni.A.S 1995. Effectivens of wheat yellow rust resistance genes in different parts of Iran . cereal Rusts and powdery Mildews bulletin.23:9-12.

18- Vance, C.P.J.O Andrson. I and R.T. Sherwood. 1976; Soluble and Cell wall Peroxidase in red Canary grass in relation to disease resistance and localized ligin formation.
Plant Physiology. No 7: 920-922

19-Vidhyasekaran, P. 1988. Physiology of Disease Resistance in plants. Vol I and II . CRC press. Australia.

20-Yamamoto, H. 1995. Pathogensis and host parasite specificity in rusts. In: Plant disease histopathological, biochemical, genetic and Molecular bases. Vol II . eukarots (Kohmoto, K., and Singh, R.PEDS). pergams. 407pp.

Archive of SID

www.SID.ir