استجابة بعض الطرز الوراثية من القمح الطري لمرض الصدأ المخطط المتسبب عن الفطر *Puccinia striiformis* West f. sp. *tritici* في العراق

عماد محمود المعروف، اسكندر فرنسيس إبراهيم وعلي عباس خريبط

دائرة البحوث الزراعية والبايولوجية، منظمة الطاقة الذرية العراقية، ص.ب 765 بغداد، العراق.

الملخص

المعروف، عماد محمود، اسكندر فرنسيس إبراهيم وعلي عباس خريبط. 2001. استجابة بعض الطرز الوراثية من القمح الطري لمرض الصدأ المخطط المتسبب عن الفطر *Puccinia striiformis* West f. sp. *tritici* في العراق. مجلة وقاية النبات العربية. 19: 12-18.

درس تفاعل العائل لسبعة طرز وراثية من القمح الطري مع الفطر *Puccinia striiformis* West f. sp. *tritici* في ظروف الاعداء الإصطناعي خلال الموسمين 95/1994 و 96/1995، في منطقة الرشيدية/ الموصل. أعديت النباتات اصطناعياً بمعلق الأبواغ اليوريدية للفطر في طور الاستطالة (Feek 9-10) وقومت الإصابة بعد ظهور الأعراض المرضية واستمر التقويم خلال مراحل النمو المختلفة بفاصل أسبوع بين القراءة والأخرى. أظهرت الطرز الوراثية درجات مختلفة من الاستجابة للمرض تراوحت من المقاومة إلى الحساسية العالية، حيث تم تسجيل أعلى قيمة في معدل شدة الإصابة وتطور المرض على الطراز الوراثي "صابربيك" الذي تميز بحساسيته العالية للإصابة بالمرض وتفوق معنوياً في معدل شدة إصابته على جميع الطرز الوراثية الأخرى. بينما أبدى الطراز الوراثي "انتصار" مقاومة عالية للإصابة بالمرض خلال موسمي الدراسة. ووجد بأن الإصابة بالمرض تؤدي إلى فقدان في غلة حبوب الطرز الوراثية بنسب متباينة تتراوح من 5.7 في الطراز الوراثي "انتصار" إلى 45.9% في الطراز الوراثي "صابربيك"، نتيجة لتأثير المرض معنوياً في خفض متوسط وزن الألف حبة وعدد حبوب السنبلة الواحدة. كذلك تم إيجاد ارتباط معنوي موجب بين المساحة تحت منحنى تطور المرض ونسب الانخفاض في غلة الحبوب.

كلمات مفتاحية: قمح، صدأ مخطط، *Puccinia striiformis* West f. sp. *tritici*، عراق.

المقدمة

يتسبب مرض الصدأ الأصفر أو المخطط على محصول القمح عن الإصابة بالفطر *Puccinia striiformis* West f. sp. *tritici* الذي يعتبر من أهم أمراض الأصداء التي تصيب القمح في المناطق الباردة ذات الرطوبة العالية مثل شمال أوربا وغربها والمرتفعات العالية في جنوب أمريكا وشرق أفريقيا (9) أما في العراق فكان ينحصر ظهور المرض في المناطق الشمالية(1). إلا أنه لوحظ مؤخراً انتشار المرض بشكل مفاجئ في المناطق الوسطى والجنوبية من القطر، حيث تم تسجيل حالات وبائية في الحقول المنتشرة في هذه المناطق منذ أوائل التسعينات ويعزى ذلك إلى ظهور سلالات أو طرز حيوية جديدة من الفطر تلائم انتشارها ظروف هذه المناطق (4).

يعد الفطر *P. striiformis* من الأصداء ذات دورة الحياة القصيرة نظراً لغياب العائل الثانوي الذي يثير التساؤل حول كيفية استمرار الفطر عند غياب العائل الرئيسي، فقد اقترح Rapilly عام 1979 (15) فرضيتين لتصييف وتشتية اللقاح الأولي للفطر، الأول من خلال بقائه على النباتات النامية من حبوب بالتربة والنباتات البرية العائدة للعائلة النجيلية، حيث أن لهذه المرتبة التصنيفية القابلية على إصابة بعض أصناف الشعير والأعشاب البرية وهذه الحالة شائعة في المناطق الجبلية وبخاصة في غرب باكستان والهند والولايات المتحدة الأمريكية والفرضية الثانية تشير إلى أن اللقاح الأولي للفطر ينشأ في مواقع بعيدة جداً من الحقول التجارية ثم ينتشر إليها بواسطة الرياح. فقد أشار Zadoks عام 1965 (25) إلى أن الوبائية التي حدثت على صنف القمح Heine 1 في إيرلندا عام 1955 انتقلت إلى غرب أوربا بمسافة 800 كم. كذلك فان الوبائية التي ظهرت على الصنف Kranich في الدانمارك عام 1972 كانت نتيجة لانتقال سلالة من سلالات الصدأ المخطط من إنكلترا (8) فضلاً عن ذلك فان معظم سلالات الفطر المنتشرة في أوروبا الشرقية والوسطى نشأت في أوروبا الشمالية والغربية والتي تعد مركزاً لنشوء السلالات الجديدة بسبب وجود برامج مكثفة لإنتاج الأصناف المقاومة (20).

تعد المكافحة الكيمياوية لأمراض الأصداء من الأمور الصعبة والمكلفة اقتصادياً كونها تتطلب إجراء 2-3 رشات خلال الموسم بالإضافة إلى التلوث البيئي والأثر المتبقي لبعض المبيدات لذلك فإن الأسلوب المتبع عالمياً لتقليص أضرار المرض هو زراعة الأصناف المقاومة (10). لذا فمن المهم اختبار استجابة أصناف القمح المختلفة لهذه الأمراض بهدف اعتماد الأصول المقاومة منها كآباء في برامج التربية.

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة استجابة بعض أصناف القمح الطري لمرض الصدأ المخطط في ظروف الإعداء الإصطناعي في المناطق الديمية شبه مضمونة الأمطار وتحديد مقدار الخسائر التي تتعرض لها نتيجة الإصابة بالمرض.

مواد البحث وطرائقه

نفذت التجربة في حقول محطة بحوث الرشيدية، الموصل خلال الموسمين 95/1994 و 96/1995 باستخدام سبعة طرز وراثية من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) هي: "صابربيك"، "مكسيباك"، "ايراتوم"، "انتصار"، "ربيعة"، "العز" والصنف "57".

زرعت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاثة مكررات وبمساحة 3×3 م لكل قطعة تجريبية وبمسافة 30 سم فاصلة بين الخطوط و60 بين كل قطعتين تجريبيتين.

استخدمت معاملتان مختلفتان لكل صنف، الأولى أعديت فيها النباتات اصطناعياً بمعلق من الأبواغ اليوريدية للفطر *P. striiformis* خلال طور الاستطالة (Feek 9-10) والثانية عوملت فيها النباتات بالمبيد الفطري بايلتون (Bayleton 50 DF) Triadimefon وبمعدل 284 غ مادة فعالة لكل هكتار وعلى ثلاثة مراحل مختلفة من نمو وتكشف المحصول طور الاستطالة Feek 9-10 وطور الإسبال Feek 10.2-4 والطور الحليبي Feek 11.1 (12، 13).

تم تحضير معلق من الأبواغ اليوريدية للفطر بتركيز 4.6×10^4 بوغ/مل ماء مقطر عن طريق غسل أوراق حاملة لبثرات يوريدية حديثة التكوين أعدت لهذا الغرض من خلال الإعداء المسبق لمجموعة من النباتات بخليط من المجتمع الطبيعي للأبواغ اليوريدية للفطر محفوظة من الموسم السابق. أجري الإعداء الاصطناعي باستخدام مرشة ميكانيكية بعد إضافة أربعة قطرات لكل لتر من مادة الـ Trition كمادة ناشرة ولاصقة للأبواغ اليوريدية للفطر على سطوح الأوراق (21). تم تقويم نمط وشدة إصابة كل طراز وراثي بعد ظهور الأعراض مباشرة باستخدام ثلاثين فرعاً رئيسياً وبموجب مقياس يعتمد على حساب شدة الإصابة ونمط رد فعل النبات تجاه الإصابة (13)، واستمر التقويم خلال مراحل النمو المختلفة مع ترك فاصل زمني حوالي أسبوع بين كل قراءتين. فضلاً عن ذلك فقد تم تحديد معدل تطور الإصابة (r) للطرز الوراثية خلال الموسم باستخدام معادلة Van der Plank (23).

$$r = 2.3/(ت_2 - ت_1)\ لغ\ [س_2(1 - س_1)/س_1(1 - س_2)]$$ لكل وحدة لكل يوم

حيث أن:

r = تعبر عن معدل تطور الإصابة لكل وحدة لكل يوم.

$ت_1$، $ت_2$ = تعبر عن زمن القراءة الأولى والثانية لشدة الإصابة.

$س_1$، $س_2$ = تعبر عن شدة الإصابة بين القراءتين الأولى والثانية لكل فاصل زمني.

بينما تم تحديد المساحة تحت منحنى تطور المرض لكل طراز وراثي Area Under Disease Progress Curve (AUDPC) باستخدام المعادلة (24).

$$AUDPC = \sum_{ز=1}^{ك} 2/1\ (س_ز + س_{ز-1})$$

حيث أن:

$س_ز$ = شدة الإصابة في نهاية الزمن ز.

ك = عدد القراءات المأخوذة.

في طور النضج التام اختيرت 50 سنبلة عشوائياً من كل قطعة تجريبية وحسب على أساسها مكونات الغلة، كعدد حبوب السنبلة الواحدة ووزن ألف حبة. تم حصاد جميع القطع التجريبية يدوياً وحولت إنتاجية الحبوب إلى كغ/دونم. ثم حللت جميع البيانات إحصائيا بموجب تجربة عاملية ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة واستخدم اختبار أقل فرق معنوي (LSD) للمقارنة بين متوسطات المعاملات.

ولمعرفة النسبة المئوية للفاقد في مكونات حاصل الحبوب نتيجة لإصابتها بالمرض استخدمت المعادلة التالية:

$$\text{النسبة المئوية للفاقد} = [1 - ح_س / ح_م) \times 100$$

حيث أن:

$ح_س$ = حاصل الحبوب أو وزن حبوب السنبلة أو عددها أو وزن ألف حبة للمعاملات السليمة.

$ح_م$ = حاصل الحبوب أو وزن حبوب السنبلة أو عددها أو وزن ألف حبة للمعاملات المصابة.

النتائج والمناقشة

توضح نتائج الجدول 1 وجود فروقات معنوية في شدة الإصابة للطرز الوراثية المختلفة خلال موسمي الدراسة. فقد تم تسجيل أعلى قيمة في شدة الإصابة مقدارها 98 و 82% في الصنف الحساس "صابربيك" وبفارق معنوي مقارنة مع جميع الطرز الوراثية المستخدمة خلال الموسمين 95/1994 و 96/1996 على التوالي. في حين تم تسجيل أقل قيمة في معدل هذه الصفة ومقدارها 2.7 و 8.3% للموسمين السابقين على التوالي في الصنف المقاوم "انتصار". وسجلت الملاحظة نفسها على معدل تطور المرض (r-value) . أما المساحة تحت منحنى تطور المرض (AUDPC) فقد بلغت أعلى قيمة لها في الصنف "صابربيك" وأقلها في الصنف "انتصار".

تبين نتائج التحليل التجميعي لموسمي النمو عدم وجود اختلافات معنوية بين شدة إصابة الطرز الوراثية المختلفة خلال الموسمين المذكورين في حين اختلف سلوك الصنف "57" معنوياً تجاه الإصابة بالمرض، حيث تحول نمط الإصابة من مقاوم خلال موسم 95/1994 إلى معتدل الحساسية خلال موسم 96/1995. وقد يعود ذلك إلى تغير في مورثات القدرة الإمراضية المنتشرة في المجتمع الطبيعي لسلالات الفطر *P. striiformis* في موقع الرشيدية. ومن الملاحظ بأن قيم تطور المرض خلال موسم 95/1994 أعلى مما هي عليه في موسم 96/1995 باستثناء الطراز الوراثي "57". وقد يعود ذلك إلى ملاءمة الظروف البيئية من درجات حرارة ورطوبة نسبية وكمية الأمطار الهاطلة خلال شهري آذار/مارس ونيسان/أبريل والتي تعد من العوامل المحددة للوبائية في نظام التفاعل بين العائل والمسبب المرضي (جدول 2) بالإضافة إلى وجود العائل الحساس وفاعلية الفوعة للفطر الممرض (15). حيث تراوح معدل درجات الحرارة بين 13.5-17.1°س خلال شهري آذار/مارس ونيسان/أبريل وبمعدل مطري قدره 104.7 و 39 مم ورطوبة نسبية 70 و 68% على التوالي، خلال الشهرين المذكورين في موسم 95/1994. كما بينت المشاهدات الحقلية بأن فترة بقاء قطرات الندى على سطوح الأوراق طويلة نسبياً إذ كانت تستمر حتى الساعة الحادية عشر صباحاً مما يساعد على توفير بيئة مناسبة لإنبات الأبواغ اليوريدية المستقرة على سطوح الأوراق وحدوث الإصابة. في حين تراوحت معدلات درجات الحرارة بين 16.8 إلى

25.8 °س وبمعدل هطول مطري 38.7 و 16.5 ملم ورطوبة نسبية 65.5% و 44.8%، على التوالي خلال فترة نشاط الفطر في نيسان/أبريل والثلث الأول من شهر أيار/مايو في موسم 96/1995. تتفق هذه النتائج مع نتائج البحوث والدراسات التي أشارت إلى انخفاض معدل انتشار الفطر وتطور الوباء مع ارتفاع درجات الحرارة فوق الحدود القصوى لاحتياجات الفطر 20-26 °س إضافة إلى فقدان حيوية الأبواغ اليوريدية المنتجة عند درجة حرارة 30 °س. كما أن انخفاض الرطوبة النسبية دون 50% تؤثر بدرجة كبيرة في عملية التبوّغ مما ينعكس على إنتاج الأبواغ اليوريدية وانتشارها وتؤثر سلباً في المرض وتطور الوباء (15).

كما أن تباين الطرز الوراثية في استجابتها للإصابة بالمرض تعتمد على قابليتها الوراثية في مقاومة المرض وتحجيم الإصابة به وربما يعود انخفاض معدلات تطور المرض للطرز الوراثية المقاومة إلى قابليتها على خفض قيم كل من شدة الإصابة ونمطها في ظروف الوبائية العالية من خلال إطالة فترة الحضانة وخفض أعداد البثرات وصغر أحجامها وبالتالي قلة أعداد الوحدات اللقاحية الناتجة منها بالإضافة إلى تقليص فترة التبوّغ (11، 16).

يوضح الجدول 3 بأن مرض الصدأ المخطط أثر معنوياً في انخفاض متوسط وزن الألف حبة لجميع الطرز الوراثية باستثناء الصنف "انتصار" خلال موسم 95/1994. وبلغت أعلى قيمة للانخفاض نتيجة الإصابة بالمرض 22.7 و 20.7% خلال الموسمين الأول والثاني، على التوالي في الصنف "صابربيك" وأقلها في الصنف "انتصار" (2.8 و 4.4%) للموسمين السابقين، على التوالي. كذلك نلاحظ وجود فروق معنوية بين الطرز الوراثية المستخدمة في الدراسة في متوسط هذه الصفة، حيث تفوق الطراز الوراثي "57" معنوياً على جميع الطرز الوراثية الأخرى بوجود المرض وغيابه خلال موسم 95/1994. بينما أعطى الصنف "انتصار" أعلى قيمة في متوسط وزن الألف حبة مقدراها 32.63 و 34.13 غ بوجود المرض وغيابه على التوالي خلال موسم 96/1995. في حين تم تسجيل أقل قيمة في متوسط وزن الألف حبة في الصنف "صابربيك" وفي كلا الموسمين. توضح نتائج التحليل التجميعي وجود تأثيرات معنوية للمواسم والفعل المتبادل للموسم مع الأصناف في متوسط وزن الألف حبة. يشير الجدول (3) أيضاً إلى وجود تأثيرات معنوية للإصابة بالمرض في متوسط عدد حبوب السنبلة وفي كلا الموسمين حيث أدت الإصابة إلى انخفاض معنوي في متوسط هذه الصفة للأصناف "صابربيك"، "مكسيباك"، "ربيعة" و "57" بلغ أقصاها 20.1% في الصنف "صابربيك" خلال موسم 95/1994 وأقلها 1% في الصنف "ايراتوم". كما توضح النتائج وجود فروقات معنوية بين الطرز الوراثية المدروسة في متوسط عدد حبوب السنبلة وفي كلا الموسمين، فقد تفوق صنف "العز" معنوياً على جميع الطرز الوراثية المدروسة باستثناء الصنف "انتصار" بوجود المرض وغيابه خلال موسم 95/1994 فيما أعطى الصنف "ربيعة" أعلى قيمة في متوسط هذه الصفة ومقدارها 54.87 بوجود المرض و 57.27 في غيابه خلال موسم 96/1995. في حين تم تسجيل أقل قيمة في متوسط هذه الصفة خلال موسمي البحث على الصنف "صابربيك" بوجود المرض وغيابه. كما أوضحت نتائج التحليل التجميعي وجود تأثيرات معنوية للمواسم والفعل المتبادل للموسم مع الأصناف على متوسط عدد حبوب السنبلة.

جدول 1. شدة ونمط الإصابة بمرض الصدأ المخطط *Puccinia striiforms* west f.sp. *tritici* وتطورها والمساحة تحت منحنى تطور المرض لطرز وراثية مختلفة من القمح الطري خلال الموسمين الزراعيين 95/1994 و 96/1995 في موقع الرشيدية، الموصل.

Table 1. Disease severity, infection type, infection rate and area under disease progress curve (AUDPC) of stripe rust *Puccinia striiformis* West f. sp. *tritici* on different wheat genotypes during 1994/95 and 1995/96 growing seasons at Rashidia station, Mosul.

الطراز الوراثي Genotype	شدة الإصابة ونمطها* Disease severity & infection type*		المتوسط Mean	معدل تطور المرض (r-value)		المساحة تحت منحنى تطور المرض AUDPC	
	95/1994	96/1995		95/1994	96/1995	95/1994	96/1995
صابربيك Saber Beg	98.0 S	82.0 S	90.0 S	0.279	0.182	150.8	145.0
مكسيباك Maxipak	89.S	60.4 S	74.7 S	0.217	0.149	130.7	107.0
ايراتوم Iratom	9.3 R	8.3 R	8.8 R	0.086	0.093	16.4	12.5
انتصار Intsar	2.7 R	7.6 R	5.2 R	0.037	0.097	6.2	13.7
العز Ize	17.0 MR	15.2 MR	16.1 MR	0.108	0.096	26.9	24.8
ربيعة Rabi'a	29.1 MR	29.0 MR	29.1 MR	0.122	0.118	50.1	47.1
57	2.2 R	25.0 MS	13.6 MS	0.049	0.111	4.0	40.7
أقل فرق معنوي (5%) LSD at P=5%							
المعاملات Treatments	7.1	8.5	7.8				
المواسم Seasons			4.6				
التداخل Interaction			11.3				

* R = مقاوم، MR = معتدل المقاومة، MS = معتدل الحساسية، S = حساس.

* R = Resistant, MR = Moderately resistant, MS = Moderately susceptible, S= Susceptible.

جدول 2. المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية ومعدل الأمطار خلال الموسمين الزراعيين 95/1994 و 96/1995 في موقع الرشيدية/الموصل.

Table 2. Monthly precipitation, mean temperature and moisture during the growing seasons 1994/95 and 1995/96 at Rashidia station, Mosul.

الرطوبة النسبية % RH (%)		الأمطار (مم) Precipitation (mm)		درجة الحرارة (°س) Temperature °C		الشهر Month
96/1995	95/1994	96/1995	95/1994	96/1995	95/1994	
58	77	30.2	68.6	12.2	13.9	تشرين الثاني/نوفمبر (November)
67	81	10.1	68.6	6.7	5.8	كانون الأول/ديسمبر (December)
76	84	166.9	37.2	8.3	8.3	كانون الثاني/يناير (January)
71	77	34.9	65.7	10.6	10.3	شباط/فبراير (February)
74	70	121.6	104.7	12.4	13.5	آذار/مارس (March)
66	68	38.7	39.0	16.8	17.1	نيسان/إبريل (April)
45	44	16.5	0.9	25.9	25.5	أيار/مايو (May)

جدول 3. متوسط وزن ألف حبة (غ)، عدد حبوب السنبلة وحاصل حبوب (كغ/دونم) طرز وراثية مختلفة من القمح الطري بوجود مرض الصدأ المخطط *P. striiformis* West f. sp. *tritici* وغيابه خلال الموسمين الزراعيين 95/1994 و 96/1995 في موقع الرشيدية، الموصل.

Table 3. Thousand grains weight, number of grain per head and grain yield of different wheat genotypes in the presence and absence of stripe rust disease *P. striiformis* West f. sp. *tritici* during 1994/95 and 1995/96 at Rashidia station, Mosul.

متوسط حاصل الحبوب (كغ/دونم) Grain yield (kg/d)		متوسط عدد حبوب السنبلة Number of grain/head		متوسط وزن ألف حبة (غ) 1000 grain weight (g)		المعاملة Treatment	الطراز الوراثي Genotype
96/1995	95/1994	96/1995	95/1994	96/1995	95/1994		
417.70	491.52	34.00	29.23	25.60	28.10	شاهد Control	صابربيك Saberbeg
251.33	240.64	28.13	23.33	20.30	21.73	معدي Inoculated	
736.50	768.33	55.03	46.13	31.50	38.26	شاهد Control	مكسيباك Maxipak
522.83	437.60	47.83	38.20	26.30	30.30	معدي Inoculated	
687.60	785.34	49.33	44.23	33.30	36.53	شاهد Control	ايراتوم Iratom
632.40	730.88	47.23	43.80	31.03	34.30	معدي Inoculated	
856.50	893.56	55.03	46.90	34.13	41.10	شاهد Control	انتصار Intsar
796.70	853.23	53.40	45.66	32.63	39.93	معدي Inoculated	
748.80	948.57	54.17	48.20	32.03	41.66	شاهد Control	العـــز Ize
685.20	867.42	53.80	47.16	29.33	39.03	معدي Inoculated	
825.90	855.73	57.27	42.16	31.10	38.03	شاهد Control	ربيعة Rabi'a
698.40	728.45	54.87	40.13	28.20	34.03	معدي Inoculated	
766.60	923.96	55.53	42.40	32.83	48.10	شاهد Control	57
651.53	877.27	52.73	41.90	29.63	46.50	معدي Inoculated	
							أقل فرق معنوي عند احتمال 5% (LSD at P= 5%)
44.50	57.68	1.32	1.17	0.83	0.94		الأصناف cultivars
22.45	29.25	0.71	0.62	0.42	0.48		المعاملات treatment
62.10	80.87	1.85	1.62	1.10	1.35		التداخل interaction
89.65		0.84		1.02			المواسم seasons
70.95		1.74		1.23			الأصناف×المواسم
n.s		n.s		n.s			المعاملات×المواسم

تدل نتائج الجدول أيضاً عن وجود اختلافات معنوية بين المعاملات المعدية بالفطر *P. striiformis* والمحمية منها خلال موسمي البحث، حيث أدت الإصابة بالفطر إلى انخفاض معنوي في حاصل حبوب الطرز الوراثية وبنسب متباينة تراوحت من 4.5% في الصنف "انتصار" إلى 51% في الصنف "صابربيك" وأن متوسط الانخفاض نتيجة الإصابة بالمرض كان متقارباً خلال موسمي البحث. كما توضح نتائج الجدول أيضاً عدم وجود فروقات معنوية بين حاصل حبوب الأصناف "العز" و "57" و "انتصار" والتي تفوقت بدورها معنوياً على حاصل حبوب الأصناف "مكسيباك" و "ايراتوم" و "ربيعة" و "صابربيك" بوجود مرض الصدأ المخطط وغيابه خلال موسم 95/1994. فقد أعطى صنف "العز" أعلى حاصل مقداره 948.57 كغ/دونم بينما تغير سلوك الصنف بوجود المرض إذ تفوق عليه الصنف "57". في حين أبدى الصنف "انتصار" تفوقاً معنوياً على جميع الطرز الوراثية المدروسة باستثناء الصنف "ربيعة" في غياب المرض

خلال موسم 96/1995. وأعطى الصنف "صابربيك" أقل قيمة في متوسط غلة الحبوب مقدراها 245.99 و 454.6 كغ/دونم، على التوالي بوجود المرض وغيابه. كما تبين نتائج التحليل التجميعي وجود تأثيرات معنوية للمواسم والفعل المتبادل للموسم مع الأصناف على متوسط حاصل حبوب الطرز الوراثية المختلفة.

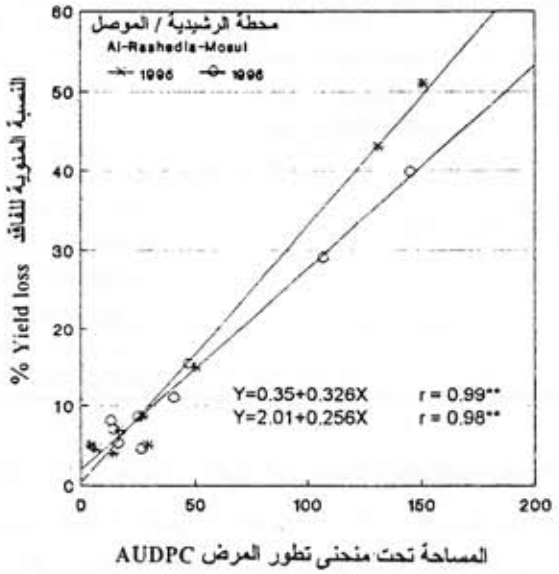
إن فقدان 5.7 إلى 45.9% من حاصل حبوب هذه الطرز الوراثية يحدث نتيجة لمهاجمة الفطر *P. striiformis* لمعظم الأجزاء النباتية المسؤولة عن عملية التركيب الضوئي (11) مما يؤثر في كفاءة عملية التركيب الضوئي وبخاصة خلال المراحل الحرجة من نمو وتطور النبات (التسنبل وحتى النضج) ينتج عنه عدم إمتلاء الحبة وبالتالي ضمورها (22). كما أن وجود الفطر يسبب ارتفاعاً في تنفس النباتات المصابة مما يؤدي إلى فقدان كميات كبيرة من ثاني أوكسيد الكربون المثبت بعملية التركيب الضوئي والذي يعتمد عليه النبات في إنتاج المادة الجافة. إضافة إلى أن حركة المغذيات والمواد المذابة وتجمعها حول مواقع وجود الفطر لدعم نموه وتكاثره يقلل من انتقالها داخل النبات وخزنها في الحبوب ينتج عنه ضعف امتلاء الحبة وضمورها (17). كذلك تميل النباتات المصابة بشدة إلى النضج المبكر مقارنة بالنباتات السليمة نتيجة للإجهاد الفسيولوجي الذي تتعرض له هذه النباتات ومحاولة منها للهروب من الإصابة وإكمال دورة حياتها ينتج عنه تقليص فترة النضج الفسيولوجي الذي يحدث خلاله تجمع المواد الغذائية وتطور الحبوب، كل هذه العوامل تسهم في انخفاض وزن حبوب السنبلة وعددها.

تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسات سابقة درس فيها تأثير مرض الصدأ الأصفر في حاصل الحبوب ومكوناته لتراكيب وراثية مختلفة من القمح الطري في ظروف بيئية متباينة (2، 5، 6، 7، 14).

إن فقدان حاصل حبوب الأصناف المقاومة ومتوسطة المقاومة يحدث نتيجة لاختزال جزء من المجموع الخضري المسؤول عن عملية التركيب الضوئي من خلال ظهور البقع النخرية أو مناطق الإصفرار بسبب وجود مستويات عالية من اللقاح في ظروف الوبائية الإصطناعية والذي لم يتم اعتمادها خلال عملية تقويم الإصابة. إضافة إلى ذلك فإن عملية المقاومة تحتاج إلى صرف جزء من الطاقة المخصصة لإنتاج الغذاء لإنجازها (19).

كذلك توضح نتائج دراسة الحاصل ومكوناته للطرز الوراثية المدروسة (جدول 3) وجود اختلافات واضحة فيما بينها في متوسط هذه الصفات في غياب مرض الصدأ المخطط والتي تعتمد على القابلية الموروثة لهذه الأصناف حيث يلاحظ وجود علاقة عكسية بين مكونات هذه الصفات تبرز بصورة واضحة في الأصناف الواعدة "ربيعة" و "57" حيث أن متوسط عدد حبوب السنبلة للصنف الأول مرتفع مما رافقه انخفاض متوسط وزن الألف حبة والعكس صحيح بالنسبة للصنف الثاني. ولم يلاحظ وجود أية فروقات معنوية في متوسط إنتاجية الدونم للأصناف الواعدة "انتصار" و "العز" و "57" و "ربيعة" والتي أبدت تفوقاً معنوياً على متوسط إنتاجية الدونم للأصناف "صابربيك" و "ايراتوم" و "مكسيباك"، وقد يعود السبب في ذلك إلى زيادة مساحتها الورقية مما يؤثر في زيادة كفاءة عملية التركيب الضوئي وتصنيع الغذاء والتي تعد مهمة جداً لامتلاء الحبة وزيادة وزنها في مرحلة التسنبل (22)، كما أن التأثير المعنوي للمواسم والفعل المتبادل للمواسم مع الأصناف في متوسط إنتاجية هذه الطرز الوراثية يعود إلى التفاعل بينها وبين الظروف البيئية والذي يعد مهماً في تحديد غلتها، ويرجع انخفاض حاصل الحبوب لموسم 96/1995 بصورة رئيسية إلى انخفاض عدد السنابل في المتر المربع الواحد نتيجة لقلة الأمطار المتساقطة خلال شهر كانون الأول/ديسمبر من موسم 96/1995 الذي بلغ 10.1 مم مقارنة بكميات الأمطار المتساقطة خلال نفس الشهر من موسم 95/1994، (68.6 مم) (جدول 2) حيث أن توافر الماء خلال مراحل التفرع ضرورية لزيادة عدد إشطاءات النبات والذي يؤثر بدوره في زيادة عدد السنابل، هذا بالإضافة إلى أن انخفاض معدل عدد سنابل النبات أثر معنوياً في رفع متوسط عدد حبوب السنبلة خلال الموسم نفسه والذي انعكس بدوره على انخفاض متوسط قيمة وزن ألف حبة معنوياً (جدول 3).

لقد وجد ارتباط معنوي موجب بين المساحة تحت منحنى تطور المرض (AUDPC) والنسبة المئوية لانخفاض غلة حبوب الطرز الوراثية وكانت قيم (r) عالية المعنوية عند مستوى احتمال $P \geq 0.01$ حيث بلغت 0.98 و 0.97 وفي كلا الموسمين 95/1994 و 96/1995، على التوالي (شكل 1) ولوحظ بأن نسب الانخفاض في غلة حبوب الطرز الوراثية تزداد مع ارتفاع قيم المساحة تحت منحنى تطور المرض وجاءت هذه العلاقة مطابقة لدراسات سابقة (3، 18، 20).



شكل 1. العلاقة بين المساحة تحت منحنى تطور مرض الصدأ المخطط والنسبة المئوية لفقد حاصل الحبوب خلال الموسمين الزراعيين 1994/95 و 96/1995 في موقع الرشيدية، الموصل.

Figure 1. Relationship between AUDPC of stripe rust disease and percentage yield losses during 1994/95 and 1995/96 growing seasons at Rashidia station, Mosul.

إن المساحة تحت منحنى تطور المرض للطراز الوراثي "صابربيك" تفوق بما يعادل 14.8 ضعفاً مثيلتها في الطراز الوراثي المقاوم "انتصار" (جدول 1) بينما بلغ مقدار التفوق في انخفاض غلة الحبوب لنفس الطراز الوراثي 7.8 ضعفاً (جدول 3) في حين كانت هذه النسب متقاربة عند مقارنة الطراز الوراثي الحساس "صابربيك" مع الطراز الوراثي معتدل المقاومة "ربيعة" وقد يعود ذلك إلى عدم اعتماد البقع الميتة ومناطق الإصفرار للطرز الوراثية المقاومة خلال تقويم الإصابة.

إن مفهوم المساحة تحت منحنى تطور المرض AUDPC استخدم من قبل Vander Plank عام 1963 كمحاولة لإيجاد علاقة بين انخفاض غلة الحبوب نتيجة للإصابة بالمرض، طالما أن شدة الإصابة لا يمكن اعتمادها دائماً كمؤشر جيد للتعبير عن هذه العلاقة، حيث وجد في بعض الأحيان أن قيماً متساوية من شدة الإصابة تؤدي إلى حدوث أضرار مختلفة في غلة الحبوب اعتماداً على طور النبات الذي يحدث عنده الوباء.

Abstract

Al-Maaroof, E.M., I.F. Ibrahim and A.A. Kraibit. 2001. Response of Some Bread Wheat Genotypes to Stripe Rust Disease Caused by *Puccinia striiformis* West f. sp. *tritici* in Iraq. Arab J. Pl. Prot. 19: 12-18.

Response of some *Triticum aestivum* L. genotypes to *Puccinia striiformis* west f. sp. *tritici* were studied for two seasons (1994/95 and1995/96) at Rashidia Station (Mosul). Artificial inoculation was done with uredospore suspension of *P. striiformis* at stem elongation stage (Feeks 9-10). Disease severity and infection type were recorded periodically at different stages of plant development. Results revealed that during the two seasons the genotypes expressed different degrees of resistance and susceptibility. They also showed variation in the infection rate and the area under the disease progress curves (AUDPC). Higher values of disease severity, infection type and infection rate were observed on Saber Beg, while the lower values were registered on Intsar. The data showed that the stripe rust caused grain yield loss between 5.7% in Intsar to 45.9 in Saber Beg. Yield loss was due to the significant effect of the disease on thousand grain weight and number of grains per head. Significant correlation at $P \geq 0.01$ between the area under the disease progress curve and yield loss was found.

Keywords: Bread wheat, stripe rust, *puccinia striiformis* west f. sp. *Tritici*, Iraq.

Corresponding author: *Emad M. Al-Maaroof, Agricultural and Biological Research Centre, P.O. Box 765, Baghdad, Iraq.*

References

المراجع

1. **Al-Baldawi, A.A.** 1993. Occurance and importance of wheat and barley diseases in Iraq. Proc. of the workshop on Technology Transfer in the Production of Cereals and legumes. 20-22 Sept. 1993, Mosul, Iraq, pp.106-113.
2. **Ash, G.J. and J.F. Brown.** 1990. Yield losses in wheat caused by stripe rust (*Puccinia striiformis* West.) in northern New South Wales. Australian J. Exp. Agric. 30: 103-108.
3. **Buchenau, G.W.** 1975. Relationship between yield loss and area under the wheat stem rust and leaf rust progress curves. Phytopathology, 62:944-946.
4. **Chilosi, G. and L. Corazza.** 1990. Occurrence and epidemics of yellow rust on wheat in Italy. Cereal Rust and Powdery Mildews Bulletin. 18:1-9.
5. **Finckh, M.R. and C.C. Mundt.** 1992. Stripe rust, yield and plant competition in wheat cultivar mixtures. Phytopathology, 82:905-913.
6. **Finckh, M.R. and C.C. Mundt.** 1993. Effect of stripe rust on the evolution of genetically diverse wheat populations. Theoretical and Applied Genetics. 85:809-821.
7. **Finckh, M.R. and C.C. Mundt.** 1996. Temporal dynamics of plant competitions in genetically diverse wheat populations in the presence and absence of stripe rust. J. App. Ecol., 33:1041-1052.
8. **Hermansen, J.E. and C. Stapel.** 1973. Notes on the yellow rust epiphytotic in Denmark in 1972. Cereal Rusts Bull. 1:5-8.
9. **Johnson, R.** 1988. Durable resistance to yellow rust in wheat and its implication in plant breeding, pp. 63-75. In: Breeding strategies for resistance to the rusts of wheat. N.W. Simmonds and S. Rajaram (Editors). CIMMYT, Mexico, D. F.
10. **Johnson, R.** 1992. Past, present and future opportunities in breeding for disease resistance with examples from wheat. Euphytica, 63:3-22.
11. **Knott, D.R.** 1989. The wheat rusts-Breeding for resistance. Springer-Verlag. Berlin, New York, London. Paris, Tokyo. 201 p.
12. **Large, E.C.** 1954. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes Scale. Plant Pathology, 3:128-129.
13. **Lewellen, R.T., E.L. Sharp and E.R. Hehn.** 1967. Major and minor genes in wheat for resistance of *Puccinia striiformis* and their response to temperature changes. Can. J. Bot. 45:2155-2172.
14. **Mundt, C.C., L.S. Brophy and M.S. Schmitt.** 1995. Disease severity and yield of pure - line wheat cultivars and mixtures in the presence of eye spot, yellow rust and their combination. Plant Pathology, 44:173-182.
15. **Rapilly, F.** 1979. Yellow rust epidemiology. Annu. Rev. Phytopathol., 17:59-73.
16. **Roelfs, A.P.** 1988. Resistance to leaf and stem rusts in wheat, pp. 10-22. In: Breeding strategies for resistance to the rusts of wheat. N. W. Simmonds and S. Rajaram (Editors.). Mexico, D. F. CIMMYT.
17. **Roelfs, A.P. and W.R. Bushnell.** 1985. The cereal rusts. Vol. II. Disease distribution, epidemiology and control. Academic Press, New York, London, Orlando. 559 p.
18. **Seck, M., A.P. Roelfs and P.S. Teng.** 1988. Effect of leaf rust (*Puccinia recondita tritici*) on yield of four isogenic lines. Crop Protection, 7:39-42.

19. **Smedegaard-Peterson, V. and V. Stolen.** 1981. Effect of energy - requiring defense reaction on yield and grain quality of a powdery mildew - resistant barley cultivar. Phytopatholgy, 71:396-399.
20. **Stubbs, R.W.** 1988. Pathogenicity analysis of yellow rust of wheat and its significance in a global context, pp. 23-28. In: Breeding strategies for resistance to the rust of wheat. N.W. Simonds and S. Rajaram (Editors). Mexico, D. F. CIMMYT.
21. **Subba-Rao, K.V., J.P. Snow and G.T. Berggren.** 1989. Effect of growth stage and initial inoculum level on leaf rust development and yield loss caused by *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. J. of Phytopatholgy, 127:200-210.
22. **Thorne, G.N.** 1965. Photosynthesis of area and flag leaves of wheat and barley. Ann. Appl. Botany., 27:155-174.
23. **Van der Plank, J.E.** 1963. Plant disease epidemic and control. Academic Press. New York, London, 349 p.
24. **Wilcoxson, R.D., B. Skovmand and A.H. Altif.** 1975. Evaluation of wheat cultivars for ability to retard stem rust. Ann. of Appl. Biol., 80: 275-281.
25. **Zadoks, J.C.** 1965. Epidemionology of wheat rusts in Europe. FAO Plant Prot. Bull., 13:1-12.