





## مساحة البثرات اليوريدينية وكثافتها

تم تقويم مساحة البثرات اليوريدينية وكثافتها (معدل عدد البثرات الموجودة في كل ميللي متر مربع واحد من المنطقة المتأثرة بالإصابة المرضية) (15)، وقد تم الحصول على البيانات المطلوبة باستخدام برنامج متخصص (Image Analysis Software APS Assess 2.0 for Plant Disease Quantification) الذي يعتمد على تحليل الصور الرقمية المأخوذة للأوراق النباتية المصابة وفق درجات التباين اللوني لها بين لوني النسيج النباتي وأعراض الإصابة المرضية (البثرات)، ووفقاً لذلك يتم تحديد عدد البثرات اليوريدينية، وكثافتها، ومساحة الورقة النباتية المصابة، ومساحة المرض، إضافة إلى النسبة المئوية للمساحة المصابة بالمرض بالنسبة لمساحة الورقة.

## تقويم المقاومة في مرحلة النبات البالغ وتحديد المساحة تحت منحنى

### تطور المرض بالنسبة للزمن AUDPC

زرعت الطرز الوراثية المحددة (جدول 1) من القمح الطري خلال موسم النمو 2010/2011 في منطقة معزولة ضمن حقول محطة تل حدبا التابعة للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) بمعدل خطين لكل صنف وبطول 0.5 م للخط من أجل تقويم مقاومة النبات البالغ للصدأ الأصفر على القمح، وزرع الصنف القابل للإصابة Morocco بشكل مجموعات مجاورة موزعة على بعد مسافة 25 سم من الطرز المحددة من القمح الطري، وتمت العدوى صناعياً باستخدام السلالة المرضية نفسها المستخدمة في إعداد البادرات 70E214.

تم تقويم رد فعل النبات البالغ في الحقل بعد مرحلة الاضطرابات، في طور النمو GS=70-80 تبعاً لمقياس Zadoks وآخرون (47)، وفق سلم Cobb المعدل للاستجابة المرضية (28) حيث: 0= شديد أو عالي المقاومة HR: لا وجود لأية بثرات يوريدينية مرئية على الأوراق؛ R=مقاوم: ظهور نكرزة وعدم وجود بثرات يوريدينية؛ MR=متوسط المقاومة: تظهر نكرزة مع بثرات يوريدينية صغيرة الحجم؛ MS=متوسط القابلية للإصابة: البثرات اليوريدينية متوسطة الحجم؛ S= قابل للإصابة: البثرات اليوريدينية كبيرة الحجم، إضافةً لتحديد شدة الإصابة تبعاً لنسبة مساحة الإصابة المرضية على سطح الورقة (0-100%)، وذلك اعتماداً على الملاحظة البصرية، ومن المعتاد استخدام القيم التالية: أثر، 5، 10، 20، 40، 60، 80، 100 كنسب مئوية لشدة الإصابة.

ثم تم الجمع بين شدة الإصابة، ورد فعل المضيف، فمثلاً: tR= أثر إصابة أولية للمرض، ورد فعل المضيف مقاوم؛ MR5= شدة إصابة الممرض 5%، ورد فعل المضيف متوسط المقاومة؛ S60= شدة إصابة الممرض 60%، ورد فعل المضيف قابل للإصابة.

YrSP، YrA، Yr25، Yr27، Yr18+Yr27، Yr18، Yr3، Yr4، Yr5، Yr9+Yr2+?، Yr10، Yr15، Yr17 (Trident)، YrSD، YrSu، YrND، Yr32، (tall)، والتي تم الحصول عليها من مختبر أمراض النجيليات من مركز إيكاردا.

نقلت البادرات المعدة إلى غرفة التحضين لمدة 24 ساعة في الظلام (26) عند  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ، ورطوبة 100% تم توليدها باستخدام جهاز مرطب، ثم نقلت النباتات إلى طاولات موضوعة في بيت زجاجي حرارته  $15 \pm 2^\circ\text{C}$  ونظام إضاءة متناوب 16 ساعة إضاءة و 8 ساعات ظلام (31).

تم بعدها تسجيل القراءات التالية:

## نمط الإصابة

قيم رد فعل البادرات تجاه السلالة الممرضة بعد 17 يوماً من تاريخ الإعداء باستخدام سلم تقييس خماسي من 0-4 (25) بحيث: 0 = لا توجد أية آثار أو أية أعراض مرئية للإصابة (النبات عالي المقاومة)؛ 1= بداية تشكل بثرات يوريدينية صغيرة الحجم محاطة بعلامات نكرزة (النبات مقاوم R)؛ 2= تشكل بثرات يوريدينية صغيرة إلى متوسطة الحجم محاطة بعلامات نكرزة أو اصفرار (النبات مقاوم إلى متوسط المقاومة MR)؛ 3= تشكل بثرات يوريدينية متوسطة الحجم غير محاطة بعلامات اصفرار (النبات متوسط المقاومة إلى متوسط القابلية للإصابة MS)؛ 4= تشكل بثرات يوريدينية كبيرة الحجم (النبات قابل للإصابة S).

ولأغراض برامج التربية وتجميع المورثات الأفقية، تم اعتماد السلم التالي: (أ) عندما يكون رد الفعل دون 3 يعد النبات مقاوماً R؛ (ب) عندما يكون رد الفعل أعلى من 3 يعد النبات قابلاً للإصابة S. حُلَّت القراءات إحصائياً وعدُ رد الفعل  $R=0$  ورد الفعل القابل للإصابة  $S=1$ ، ثم أخذ متوسط رد الفعل لكل طراز وراثي بالنسبة لثلاثة مكررات، وقد تم اعتماد: (أ) متوسط رد الفعل إحصائياً = 0 النبات مقاوم؛ (ب) متوسط رد الفعل إحصائياً = 0.33-0.66 النبات متوسط المقاومة إلى متوسط القابلية للإصابة؛ (ج) متوسط رد الفعل إحصائياً = 1 النبات قابل للإصابة.

## فترة الحضانة

تم تقويم فترة الحضانة للبادرات والتي تمثل المدة الفاصلة بين الإعداء وظهور أولى أعراض الإصابة على النبات (15) بعد الإعداء، تمت مراقبة النباتات يومياً لتسجيل موعد أول ظهور للبثرات اليوريدينية على أوراق النبات.



Table 2. Means of slow rusting components to yellow rust on wheat cultivars at seedling stage.

نمط الإصابة Infection Type	فترة الحضانة Latent period (Days)	كثافة البثرات اليوريدينية × 10 <sup>-2</sup> (بثرة يوريدينية/مم <sup>2</sup> ) Pustule density receptivity x10 <sup>-2</sup> (uredinia/mm <sup>2</sup> )	مساحة البثرات اليوريدينية × 10 <sup>-3</sup> (مم <sup>2</sup> ) Uredinium size x10 <sup>-3</sup> (mm <sup>2</sup> )
0	1133	20.00	40765
	Acsad 1133		Douma 40765
0	1115	19.99	1133
	Acsad 1115		Acsad 1133
0	48055	19.99	جواهر-14
	Douma 48055		Jawaher-14
0	جواهر-14	19.99	2-
	Jawaher-14		Lalouba-2
0	نهي-1	19.99	1139
	Nouha-1		Acsad 1139
0	دايرا-12	19.99	1147
	Daira-12		Acsad 1147
0	4	19.99	دايرا-12
	Douma 4		Daira-12
0	2-	19.99	نهي-1
	Lalouba-2		Nouha-1
0	40765	19.99	48055
	Douma 40765		Douma 48055
0	1139	15.16	4
	Acsad 1139		Douma 4
0	1147	14.46	40690
	Acsad 1147		Douma 40690
0.333	ريان-29	13.58	ريان-29
	Reyan-29		Reyan-29
0.667	1-	13.09	1-
	Sanobar-1		Sanobar-1
1	8	11.77	1115
	Bohouth 8		Acsad 1115
1	8	11.68	48335
	Cham 8		Doma 48335
1	40690	11.61	2
	Doma 40690		Doma 2
1	48114	11.21	1069
	Douma 48114		Acsad 1069
1	48335	10.85	2
	Douma 48335		Joulan 2
1	40444	10.44	6
	Douma 40444		Bohouth 6
1	2	10.31	10
	Joulan 2		Cham 10
1	4	10.22	4
	Cham 4		Cham 4
1	1123	9.93	1123
	Acsad 1123		Acsad 1123
1	6	9.76	48114
	Bohouth 6		Douma 48114
1	10	9.51	40444
	Cham 10		Douma 40444
1	2	9.43	8
	Douma 2		Bohouth 8
1	1069	9.39	8
	Acsad 1069		Cham 8
1	بي بي دبليو 343	11.52	بي بي دبليو 343
	PBW 343		PBW 343
1	سيري 82	10.23	سيري 82
	Seri 82		Seri 82
1	مكسيباك	9.97	
	Mexipak		Morocco
1	Morocco	9.87	مكسيباك
			Mexipak

البثرات اليوريدينية = 0.15 × 10<sup>-3</sup> . 5% = 0.24 = 2.5 لكثافة البثرات اليوريدينية = 0.29 × 10<sup>-2</sup> البثرات اليوريدينية. 11.40 = 40.40 لكثافة البثرات اليوريدينية 63.30 البثرات اليوريدينية. 0.25 = CV

LSD at P=0.05 for infection type = 0.24, for latent period = 2.5, for pustule density = 0.29 × 10<sup>-2</sup> and for pustule size = 0.15 × 10<sup>-3</sup>, CV= 0.25 for infection type, =11.40 for latent period, = 40.40 for pustule density, and = 63.30 for pustule size.

و  $10^{-2} \times 170$  بثرة يوريدينية/مم<sup>2</sup>، على التوالي (جدول 2)، بينما كانت قيمة FDS=2 لكل منهما (جدول 3).

أما كافة الطرز الوراثية المدروسة المتبقية والمشكلة لنصف المجتمع المدروس، فكان متوسط رد فعلها قابلاً للإصابة في طور البادرة (جدول 2)، وبالرغم من تماثل سلوكها هذا إلا أنه ظهرت بينها بعض الفروق المعنوية في فترة الحضانة ومساحة البثرات اليوريدينية. أما في طور النبات البالغ فقد أظهرت رد فعل متباين بين متوسط المقاومة MR ومتوسط القابلية للإصابة، عدا الطرازان Douma 48335 و Acsad 1069 اللذان كان رد فعلهما مقاوم حيث كانت قيمة AUDPC و FDS لهما حوالي 42-60 و 3-4، على التوالي (جدول 3)، وهذا عائد لتأثير درجات الحرارة التي فعلت دور مورث مقاومة في طور النبات البالغ.

أظهرت نتائج تحليل الارتباط، وجود ارتباط بين مؤشرات المقاومة الجزئية و AUDPC، حيث كانت أعلى قيمة للارتباط بين AUDPC و FDS ( $r=0.85$ ) (جدول 4) والذي يتوافق مع دراسات أخرى (21، 40)، وكان الارتباط إيجابياً ومعنوياً بين AUDPC وكثافة البثرات اليوريدينية ومساحتها ( $r=0.38$ ،  $r=0.34$ ، على التوالي)، بينما كان الارتباط سالباً ومعنوياً ما بين المساحة تحت منحنى تطور المرض و AUDPC وفترة الحضانة ( $r = -0.56$ ،  $P=0.05$ ) وهذا يتوافق مع ما أشار إليه DAS وآخرون (11) بأن ارتباط فترة الحضانة سالب مع كل من AUDPC ومساحة البثرات وكثافتها في نبات القمح.

ومما سبق ذكره نجد أن الطرز الوراثية المحتمل أن تملك صفة إبطاء الصدأ نتيجة عمل مورثات ثانوية minor genes كان عددها 10 (Douma 40690، Cham 4، Bohouth 6، Douma 2، Douma، Joulan 2، 40444، Bohouth 8، Cham 8، Douma 48114، Acsad 1139، 1139، Cham 10، 10، Acsad 1123، 1123، Seri 82، 82، بي بي دبليو 343، 343، PBW 343، 12، Mexipak، 18، 1125.0، 1125.0، 2250.0، 90، Morocco)

في حين أظهرت رد فعل متوسط المقاومة إلى متوسط القابلية للإصابة في طور النبات البالغ، وبالتالي يمكن الاعتماد عليها من قبل المزارعين لتجنب وبائيات الصدأ الأصفر وبخاصة أن الظروف المناخية غير ثابتة في منطقتنا وأن العديد من السلالات الفيزيولوجية للمرض تكيفت مع نطاق واسع من درجات الحرارة. فمنذ عام 2000 تم تحديد سلالتان شرستان جديدتان من الصدأ الأصفر قادرتان على التكيف مع درجات حرارة أعلى من الدرجات المثلى، حيث تبدي هاتان السلالتان فترة حضانة أقل، ومستوى أعلى من إنتاج الأبواغ مقارنة مع غيرها من السلالات، وقد انتشرت عبر القارات بشكل أسرع من انتشار أي عامل ممرض آخر، مسببة تقشي المرض وحصول جائحات مرضية في العديد من المناطق (13).

**Table 3.** The area under the disease progress curve (AUDPC) and final disease severity (FDS) of tested wheat genotypes to yellow rust at the adult plant stage.

الأصناف	Cultivars	آخر شدة إصابة	FDS	المساحة تحت منحنى تطور المرض	AUDPC
جواهر-14	Jawaher-14	1	1	7.5	7.5
نهى-1	Nouha-1	1	1	11.0	11.0
2-	Lalouba-2	1	1	11.0	11.0
ريان-29	Reyan-29	2	2	15.0	15.0
1-	Sanobar-1	2	2	45.0	45.0
48335	Douma 48335	3	3	42.5	42.5
1133	Acsad 1133	4	4	56.0	56.0
48055	Douma 48055	4	4	33.5	33.5
1069	Acsad 1069	4	4	60.0	60.0
1147	Acsad 1147	4	4	47.5	47.5
40690	Douma 40690	6	6	112.5	112.5
40765	Douma 40765	8	8	175.0	175.0
دايرا-12	Daira-12	12	12	120.0	120.0
4	Cham 4	12	12	225.0	225.0
6	Bohouth 6	12	12	200.0	200.0
2	Douma 2	12	12	210.0	210.0
1115	Acsad 1115	18	18	292.5	292.5
40444	Douma 40444	18	18	1080.0	1080.0
4	Douma 4	20	20	320.0	320.0
8	Bohouth 8	21	21	922.5	922.5
8	Cham 8	21	21	1417.5	1417.5
48114	Douma 48114	21	21	1260.0	1260.0
2	Jolan 2	28	28	1312.5	1312.5
1139	Acsad 1139	40	40	470.0	470.0
10	Cham 10	48	48	1417.5	1417.5
1123	Acsad 1123	90	90	1845.0	1845.0
سيري 82	Seri 82	9	9	607.5	607.5
بي بي دبليو 343	PBW 343	12	12	550.0	550.0
مكسيباك	Mexipak	18	18	1125.0	1125.0
	Morocco	90	90	2250.0	2250.0

اقتصرت الطرز الوراثية متوسطة المقاومة على طرازين وراثيين فقط (Sanobar-1، Reyan-29) أي بنسبة 7% من مجمل الطرز الوراثية المدروسة والتي تراوحت القيمة المتوسطة لرد فعلها إحصائياً بين 0.3 و 0.6 (جدول 2) حيث سلكا سلوكاً متماثلاً من حيث رد الفعل المتوسط المقاومة في مرحلة البادرة والمقاوم في طور النبات البالغ ومن حيث مؤشرات إبطاء الصدأ إذ بلغت كل من متوسطات فترة الحضانة ومساحة البثرات وكثافتها حوالي 13 يوماً،  $10^{-3} \times 50$  مم<sup>2</sup>،

جدول 4. قيمة معامل الارتباط بين مؤشرات إبطاء الصدأ إزاء الصدأ الأصفر.

Table 4. Linear correlation coefficients between slow rusting parameters for yellow rust.

كثافة البثرات اليوريدينية PD	فترة الحضانة LP	نمط الإصابة IT	آخر شدة إصابة FDS	المساحة تحت منحنى تطور المرض AUDPC		
				-	AUDPC	
			-	0.8505**	FDS	
		-	0.3133**	0.5359**	Infection type (IT)	
	-	-0.7924**	-0.3552**	-0.5635**	Latent period(LP)	
-	-0.7491**	0.6874**	0.1895**	0.3882**	Pustule density(PD) كثافة البثرات اليوريدينية	
0.3109**	-0.5645**	0.5372**	0.2946**	0.343**	Pustule surface(PS) البثرات اليوريدينية	
**Significant at P = 0.05					0.05	**معنوية عند

جدول 5. الجوراثية

Table 5. Genotypes that could have slow rusting resistance to yellow rust.

طور النبات البالغ Adult stage		طور البادرات Seedling stage		الأصناف
المساحة تحت منحنى تطور المرض AUDPC	آخر شدة إصابة FDS	نمط الإصابة IT	Cultivars	
112.5	6	1	Douma 40690	40690
225.0	12	1	Cham 4	4
200.0	12	1	Bohouth 6	6
210.0	12	1	Douma 2	2
1080.0	18	1	Douma 40444	40444
922.5	21	1	Bohouth 8	8
1417.5	21	1	Cham 8	8
1260.0	21	1	Douma 48114	48114
1312.5	28	1	Joulan 2	2
1417.5	48	1	Cham 10	10

## Abstract

Mohandes, H., W. Al-Seid and K. Nazari. 2015. Characterization of seedling and adult-plant resistance to wheat yellow rust disease in some Syrian bread wheat cultivars. Arab Journal of Plant Protection, 33(2): 141-149.

Wheat stripe rust, caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* is one of the most widespread and destructive diseases of wheat (*Triticum aestivum* L.) throughout the world that causes significant annual yield losses. Using genetically resistant cultivars with durable resistance proved to be the best control method. The main objectives of this study were to evaluate resistance to wheat yellow rust in some bread wheat cultivars from Syria at seedling and adult-plant stages, and study components of partial resistance (infection type, latent period, pustule size, pustule density). Components of partial resistance to wheat leaf rust were determined at the seedling plant stage in the glasshouse for twenty six Syrian bread wheat cultivars. Additionally, area under the disease progress curve (AUDPC) and final disease severity (FDS) were determined for the same cultivars under field conditions with artificial inoculation with the same *P. striiformis* race 198E214, that was used for inoculation at the seedling stage. The cultivar Acsad 1123 gave a susceptible reaction at both plant stages, and the genotypes/cultivars Douma 40690, Douma 40444, Douma 2, Bohouth 6, Cham 10, Cham 4, Bohouth 8, Cham 8, Joulan 2, and Douma 48114 gave a susceptible reaction at seedling stage and were moderately resistant to moderately susceptible at adult plant stage. Consequently, these lines most probably have slow rusting resistance, whereas the genotypes/cultivars Acsad 1133, Douma 48055, Jawaher-14, Nouha-1, Lalouba-2, Acsad 1147 had the resistant reaction at both seedling and adult plant stages. Correlations between uredinium density and AUDPC, and uredinium size and AUDPC were high ( $r = 0.38$ ,  $r = 0.34$ , respectively). Correlations between latent period and AUDPC were significant ( $r = -0.56$ ,  $P \leq 0.05$ ).

**Keywords:** Bread wheat, partial resistance, slow rusting, Syria, yellow rust, 70E214 race.

**Corresponding author:** Hiba Mohandes, Plant Biology Department, Science University, Aleppo University, Aleppo, Syria, Email: Hiba\_mohandes@hotmail.com

## References

- establishment of quantified criteria for their distinction. *Acta Agronomica Sinica*, 26: 372-376.
15. **Imtiaz, M., M. Cromey, M. Ahmad, J. Hampton and D. McNeil.** 2005. Identification of QTLs for quantitative resistance to stripe rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) in bread wheat. *Plant Pathology*, 4: 8-13.
  16. **Jabs, T. and A.J. Slusarenko.** 2000. The hypersensitive response. Pages 279-323. In: *Mechanisms of Resistance to Plant Diseases*. A.J. Slusarenko, R.S.S. Fraser and L.C. van Loon (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
  17. **Jeger, M.J. and S.L.H. Viljanen-Rollinson.** 2001. The use of area under disease progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 102: 32-40.
  18. **Johnson, R.** 1988. Durable resistance to yellow (stripe) rust in wheat and its implications in plant breeding. Pages 63-75. In: *Breeding strategies for resistance to the rusts of wheat*. N.W. Simmonds and S. Rajaram (eds.). Mexico, D. F. CIMMYT.
  19. **Knott, D.R. and B. Yadav.** 1993. The mechanism and inheritance of adult plant leaf rust resistance in 12 wheat lines. *Genome*, 36: 877-883.
  20. **Kolmer, J.A.** 1996. Genetics of resistance to wheat leaf rust. *Annual Review of Phytopathology*, 34: 435-55.
  21. **Li, Z.F., X.C. Xia, X.C. Zhou, Y.C. Niu, Z.H. He, Y. Zhang, G.Q. Li, A.M. Wan, D.S. Wang, X.M. Chen, Q.L. Lu and R.P. Singh.** 2006. Seedling and slow rusting resistance to stripe rust in Chinese common wheats. *Plant Disease*, 90: 1302-1312.
  22. **Line, R.F.** 2002. Stripe rust of wheat and barley in North America: a retrospective historical review. *Annual Review of Phytopathology*, 40: 75-118.
  23. **Ma, Q. and H.S. Shang.** 2009. Ultrastructure of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) interacting with slow-rusting, highly resistant, and susceptible wheat cultivars. *Journal of Plant Pathology*, 91:597-606.
  24. **Mamluk, O.F., M. El Naimi and M.S. Hakim.** 1996. Host-preference in *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*. Pages 86-88. In: *Proceedings of the 9<sup>th</sup> European and Mediterranean Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference*, 2-6 September 1996, Lunteren, The Netherlands.
  25. **McIntosh, R.A., C.R. Wellings and R.F. Park.** 1995. *Wheat rusts: An atlas of resistance genes*. CSIRO Australia, Melbourne, Australia, and Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 200 pp.
  26. **Oelke, L.M. and J.A. Kolmer.** 2004. Characterization of leaf rust resistance in hard red spring wheat cultivars. *Plant Disease*, 88: 1127-1133.
  1. **حكيم، محمد شفيق.** 1992. ريث صفة المقاومة لسلاطين من صفر في ثمانية أصناف من القمح. رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية. 160
  2. **خاروف، شعلة، عمر يحيوي ومحمد فواز عظمة.** 2010. *Puccinia striiformis* West f.sp.*tritici* الزراعية، 1: 367-383.
  3. **الشعبي، صلاح وتيسير أبو الفضل.** 2012. سورية وتحديد 2010 وقاية العربية، 30: 180-191.
  4. **النعيبي، منذر وعمر فاروق المملوك.** 1995. القمح في سورية وفوعات مسبباتها المرضية. مجلة وقاية النبات العربية، 13: 76-82.
  5. **Ali, S., S.J.A. Shah and M. Ibrahim.** 2007. Assessment of wheat breeding lines for slow yellow rusting (*Puccinia striiformis* West. *tritici*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10: 3440-3444.
  6. **Bayles, R.A.** 2002. Variety diversification scheme to reduce spread of yellow rust in wheat. In: *United Kingdom pathogen virulence survey 2001 Annual report*. United Kingdom pathogen virulence survey committee, Cambridge, UK. Page 94.
  7. **Bayles, R.A., K. Flath, M.S. Hovmoller and C.de Vallavieille-Pope.** 2000. Breakdown of the *Yr17* resistance to yellow rust of wheat in northern Europe. *Agronomie*, 20: 805-811.
  8. **Broers, L.H.M.** 1989. Partial resistance to wheat leaf rust in 18 spring wheat cultivars. *Euphytica*, 44: 247-258.
  9. **Caldwell, R.M.** 1968. Breeding of general and/or specific plant disease resistance. Pages 263-272. In: *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Wheat Genetics Symposium*. K.W. Findlay and K.W. Shepherd (eds.). Australian Academy of Science: Canberra.
  10. **Campbell, C.L. and L.V. Madden.** 1990. Temporal analysis of epidemics. I. Description and comparison of disease progress curves. Pages 161-202. In: *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley & Sons: New York.
  11. **Das, M.K., S. Rajaram, C.C. Mundt, W.E. Kronstad and R.P. Singh.** 1993. Associations and genetics of three components of slow rusting in leaf rust in wheat. *Euphytica*, 68: 99-109.
  12. **Dehghani, H. and M. Moghaddam.** 2004. Genetic analysis of latent period of stripe rust in wheat seedlings. *Phytopathology*, 122: 325-330.
  13. **FAO**, 13<sup>th</sup> FAO regional conference for the near east, December 2010.
  14. **Gao X., B.T. Wang, F. Wang, X.Z. Jin and W.H. Yuan.** 2000. Identification of slow-rusting entries in resistance breeding programs to wheat stripe rust and

38. **Singh, R.P.** 1992. Expression of wheat leaf rust resistance gene *Lr34* in seedlings and adult plants. *Plant Disease*, 76: 489-491.
39. **Singh, R.P., J.C. Nelson and M.E. Sorrells.** 2000. Mapping *Yr28* and other genes for resistance to stripe rust in wheat. *Crop Science*, 40: 1148-1155.
40. **Tabassum, S.** 2011. Evaluation of advance wheat Lines for slow yellow rusting (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*). *Journal of Agricultural Science*, 3: 239-249.
41. **Todorovska, E., N. Christov, S. Slavov, P. Christova and D. Vassilev.** 2009. Biotic stress resistance in wheat – breeding and genomic selection implications. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23: 1417-1426.
42. **Wan, A.M. and X.M. Chen.** 2012. Virulence, frequency, and distribution of races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* and *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* identified in the United States in 2008 and 2009. *Plant Disease*, 96: 67-74.
43. **Wang, H., X.B. Yang and Z. Ma.** 2010. Long distance spore transport of wheat stripe rust pathogen from Sichuan, Yunnan, and Guizhou in Southwestern China. *Plant Disease*, 94: 873-880.
44. **Wellings, C.R. and R.A. McIntosh.** 1990. *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Australia: Pathogenic changes during the first 10 years. *Plant Pathology*, 39: 316-325.
45. **Wilcoxson, R.D.** 1981. Genetics of slow rusting in cereals. *Phytopathology*, 71: 898-992.
46. **Yahaoui, A.H., M.S. Hakim, M. El Naimi and N. Rbeis.** 2002. Evolution of physiologic races and virulence of *Puccinia striiformis* on wheat in Syria and Lebanon. *Plant Disease*, 86: 499-504.
47. **Zadoks, J.C, T.T. Chang and C.F. Konzak.** 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14: 415-421.
27. **Ohm, H.W. and G.E. Shaner.** 1976. Three components of slow leaf rusting at different growth stages in wheat. *Phytopathology*, 66: 1356-1360.
28. **Peterson, R.F., A.B. Campbell and A.E. Hannah.** 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*, 26: 496-500.
29. **Pretorius, Z.A. and G.H.J. Kemp.** 1990. Effects of growth stage and temperature on components of resistance to leaf rust in wheat genotypes with *Lr26*. *Plant Disease*, 74: 631-35.
30. **Pretorius, Z.A., F.J. Kloppers and S.C. Drijepondt.** 1994. Effect of inoculum density and temperature on three components of leaf rust resistance controlled by *Lr34* in wheat. *Euphytica*, 74:91-96.
31. **Rizwan, S., I. Ahmad, A. Mujeeb-Kazi, S. Ghulam Mustafa, M. Javed Iqbal, R. Attiqur-Rehman and M. Ashraf.** 2010. Virulence variation of *Puccinia striiformis* Westend. f. sp. *tritici* in Pakistan. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43: 875-882.
32. **Roelfs, A.P., R.P. Singh and E.E. Saari.** 1992. *Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management.* Mexico, D.F.: CIMMYT. 81 pages.
33. **Safavi, S.A.** 2012. Sources of seedling and adult plant resistance in advanced wheat lines to *Puccinia striiformis* f. sp. *Tritici*. *Advances in Environmental Biology*, 6: 702-707.
34. **Safavi, S.A. and F. Afshari.** 2012. Identification of resistance to *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in some elite wheat lines. *Journal of Crop Protection*, 1: 293-302.
35. **Shahin, A.A., W.A. Youssef and M.A. Ashmawy.** 2012. Slow rusting resistance in 20 Egyptian Wheat Cultivars to Yellow Rust in Egypt. Pages 12. In: *Wheat for Food Security in Africa Conference.* E. Quilligan, P. Kosina, A. Downes, D. Mullen, and B. Nemcova (eds.). October 8-12, 2012, Addis Ababa, Ethiopia.
36. **Singh, R.P and S. Rajaram.** 1992. Genetics of adult-plant resistance to leaf rust in 'Frontana' and three CIMMYT wheats. *Genome*, 35: 24-31.
37. **Singh, R.P, J. Huerta-Espino and S. Rajaram.** 2000. Achieving near-immunity to leaf and stripe rusts in wheat by combining slow rusting resistance genes. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 35: 133-139.

Received: March 13, 2014; Accepted: June 10, 2014

تاريخ الاستلام: 2014/13/3؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2014/10/6