

مسببات تعفن الجذور والتاج على القمح في سورية، قدرتها الإمراضية، وأداء بعض أصناف القمح وطرزه البرية إزاء المرض

صلاح الشعبي، صفية المصري، عدنان النحلوي ولينا المطرود

الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، ص.ب. 12573، سورية، البريد الإلكتروني: salahshaabi@hotmail.com

الملخص

الشعبي، صلاح، صفية المصري، عدنان النحلوي ولينا المطرود. 2015. مسببات تعفن الجذور والتاج على القمح في سورية، قدرتها الإمراضية، وأداء بعض أصناف القمح وطرزه البرية إزاء المرض. مجلة وقاية النبات العربية، 33(2): 116-129.

بينت نتائج تشخيص العزلات الفطرية المعزولة من السلامة تحت التاجية لنباتات قمح مصابة بتعفن الجذور جمعت من مناطق مختلفة في سورية عام 2006، وجود الفطور *F. culmorum*، *F. proliferatum* و *F. equiseti* كمسببات للمرض، وبلغت نسبة تردها 74.5، 14.9 و 10.6%، على التوالي. تباينت القدرة الإمراضية لعزلات *Fusarium spp.* المدروسة إزاء بادرات صنف القمح القاسي أكساد 65 تحت ظروف العدوى الاصطناعية في المختبر، وأبدى الفطر *F. culmorum* قدرة إمراضية أعلى (2.23) مقارنة بالفطرين *F. proliferatum* و *F. equiseti* (1.34، 1.44، على التوالي)، كما كان لعزلات الممرض الأول قدرة إمراضية أعلى. أظهرت نتائج تقييم رد فعل 27 صنفاً من القمح القاسي والطري إزاء العزلات الخمس الأشد إمراضية والعائدة للفطر *F. culmorum* تبايناً واضحاً في شدة إصابتها بمرض تعفن الجذور، تحت ظروف العدوى الاصطناعية في المختبر، خلال موسمي 2007 و 2008، وكان 22 صنفاً منها متوسطة القابلية للإصابة، ولم يسجل منها أصناف مقاومة/متحملة للمرض أو منيعة. وكان رد فعل معظم أصناف القمح المختبرة إزاء المرض تحت ظروف الدفيئة البلاستيكية متماثلاً تقريباً مع أدائها في المختبر، وكانت الأصناف شام 10 وبحث 7 وشام 1 أقلها إصابة. وأبدى 48 طرازاً برياً مختبراً مقاومة/تحملتاً عالياً للمرض، بينما كان 17 طرازاً آخر منيعاً على الأقل في إحدى سنوات الدراسة.

كلمات مفتاحية: تعفن التاج والجذور، سورية، طرز برية، *Fusarium spp.*، قمح، مقاومة.

المقدمة

والنوع *Cochliobolus sativus* (25، 40، 43، 56)، وجاء المرض عموماً في مجموعتين متميزتين وفقاً لمسبباتها: تعفن الجذور الشائع *Bipolaris* Common Root Rot (CRR) المتسبب عن الفطر *Cochliobolus sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (طوره الجنسي *sativus* Drechsler ex Dastur) (17، 28، 35، 51)، وتعفن التاج *Fusarium Crown Rot* (FCR) أو تعفن القدم في الأراضي الجافة (Dryland foot rot) المتسبب عن بعض أنواع فطور *Fusarium*، ومن أهمها: *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. (21، 32، 44، 55)، *Fusarium graminearum* Schwabe، (طوره الجنسي *Gibberella zae* (Schw.) Petch. (19، 20، 32)، *Fusarium avenaceum* Sacc. (طوره الجنسي *Gibberella avenacea* Cook. (19، 40)، *F. pseudograminearum* Aoki & Donnell، (14، 20، 45) (= *F. graminearum* group 1) (13)، واحتل انتخاب أصناف مقاومة أو متحملة للمرض من القمح أو أصوله البرية أهمية خاصة على الصعيد العالمي (29، 30، 39، 61). وأظهرت نتائج

يحتل محصول القمح في سورية، بنوعيه القاسي *Triticum turgidum* L. durum (Desf.) Husn والطري *T. aestivum* L. em Thell، المرتبة الأولى في الأهمية. وبلغت المساحة المزروعة بهذا المحصول حوالي 1.7 مليون هكتار في موسم 2010، قدر إنتاجها بحوالي 3 مليون طن (3)، مقارنة مع عام 2006 (4.9 مليون طن) (4). احتل مرض تعفن الجذور على القمح أهمية خاصة في المناطق الجافة من العالم (13)، (21، 28)، وكان ترتيبه رابعاً في أهميته الاقتصادية على القمح في أستراليا (41). وسجل انتشار محدود للمرض على القمح والشعير في المناطق المروية ومناطق الاستقرار الأولى في سورية (1، 5). وتراوحت نسبة الفاقد في إنتاج القمح نتيجة الإصابة بالمرض في بعض مناطق أستراليا بين 50-89% (33)، و 18-45.5% في شمال غرب إيران (45)، و 33% في أصناف القمح القابلة للإصابة في سورية (1). وقد أسهم أكثر من ثلاثين نوعاً مختلفاً من فطور التربة، وأخرى محمولة على البذار، في حدوث تعفن الجذور على نباتات القمح والشعير لا سيما الفطور التابعة لأجناس *Fusarium*، *Rhizoctonia* و *Alternaria*

(350 غ حبوب شعير) في دورق زجاجي سعة ليتر واحد لمدة 2-3 ساعات، ثم عُقمت بالأوتوكلاف لمدة 20 دقيقة (27)، وذلك بمعدل دورق واحد لكل عذلة مدروسة (22 عذلة مثلت المواقع والأنواع المعزولة) (جدول 1).

لُحقت حبوب الشعير باللقاح المعدي من كل عذلة على حدة، بمعدل 5 أقراص (1 سم)/دورق عمرها أسبوع نماء على مستنبت PDA. تم تحضين الدوارق الملقحة عند 25 °س لمدة أسبوعين مع الرج اليومي لتجانس نمو الفطر على كل الحبوب، ثم جففت على ورق نشاف تحت ظروف المختبر لعدة أيام. تم تحضير تربة الزراعة من التورب والرمل السلتي بنسبة (1:2) المعقمة في الأوتوكلاف مرتين (121 °س لمدة 15 دقيقة، بفاصل 24 ساعة). وزعت تلك الخلطة في أصص صغيرة (كؤوس من الستيريوبور، 10×5 سم)، ثم أضيفت حبوب اللقاح المعدي إلى الأصص بمعدل 10 حبوب/كأس/عذلة، وحضنت لمدة أسبوع تحت ظروف المختبر، مع إضافة قطرات من الماء المقطر لترطيب الأصص كلما دعت الحاجة. عُمِلت حبوب القمح القاسي صنف أكساد 65 (متوسط-عالي القابلية للإصابة) (1) بمادة هيبوكلوريت الصوديوم 0.5% لمدة دقيقة واحدة، ثم غسلت بالماء المقطر ثلاث مرات، وتركت تجف لمدة 2-3 ساعات عند حرارة المختبر (20±2 °س). زُرعت 5 حبوب قمح/أصيص وغطيت بطبقة من الرمل السلتي المعقمة بارتفاع 1 سم تقريباً. حُضنت الأصص عند 12-8 °س ليلاً و18-22 °س نهاراً تحت ظروف المختبر بالقرب من نافذة زجاجية لمدة أربعة أسابيع. ورويت الأصص كلما دعت الحاجة، باستخدام الماء المقطر، وكررت المعاملة عند كل عذلة 3 مرات، قابلها معاملة الشاهد غير المعدي. أخذت القراءات (شدة الإصابة ونسبتها) على البادرات في طور الورقة الثانية والثالثة اعتماداً على نسبة تلون السلامة تحت التاجية وفقاً لسلم تقيس رباعي (34): 0 = السلامة سليمة غير ملونة، 1 = > 25% من طول/مساحة السلامة اكتسب لوناً بنياً غامقاً أو أسوداً، 2 = 25-50% من طول/مساحة السلامة اكتسب لوناً بنياً غامقاً أو أسوداً، 3 = < 50% من طول/مساحة السلامة اكتسب لوناً بنياً غامقاً أو أسوداً. استبعدت الحبوب المتعفنة في المعاملات المختلفة بسبب عدم إنبات الحبوب في معاملة الشاهد غير المعدي بالنسبة نفسها تقريباً. واعتبرت العذلة غير ممرضة إذا كانت قيمة شدة الإصابة مساوية للصفر، وضعيفة القدرة الإراضية إذا كانت قيمة شدة الإصابة 1.0، ومتوسطة القدرة الإراضية إذا كانت قيمة شدة الإصابة ما بين 1.0 و 2.0، وعالية القدرة الإراضية إذا كانت قيمة شدة الإصابة < 2.0. نفذت التجربة في مختبر صحة البذور في إدارة بحوث وقاية النبات في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق خلال المدة ما بين تشرين الثاني وكانون الأول 2006.

تقويم 234 طرازاً وراثياً من القمح القاسي في سورية، تحت ظروف الضغط المرضي العالي للعدوى الطبيعية، تبايناً معنوياً في قابليتها للإصابة بالمرض (1). ونظراً لصعوبة الحصول على أصناف قمح ذات مقاومة ثابتة إزاء المرض لتعدد مسبباته، فقد هدف البحث إلى تقويم رد فعل بعض أصناف القمح القاسي والطري، المعتمدة والمبشرة، وبعض الطرز الوراثية البرية، إزاء مرض تعفن الجذور المتسبب عن الفطر الأكثر شيوعاً وقدرة إراضية في البيئة السورية تحت ظروف العدوى الاصطناعية، وذلك بهدف انتخاب أفضلها مقاومة أو تحملاً.

مواد البحث وطرائقه

عزل الفطور الممرضة

جمعت نباتات قمح مصابة بمرض تعفن الجذور خلال طوري النضج اللبني والعجيني من مناطق زراعية متباينة (مناطق مربية ومناطق استقرار أولى) من محافظات سورية مختلفة خلال عام 2006. تم عزل الفطور الممرضة من السلامة تحت التاجية التي أبدت أعراض المرض، بعد معاملتها بهيبوكلوريت الصوديوم تركيز 0.5% لمدة 3 دقائق ثم بالماء المقطر، باستخدام مستنبت آجار دكستروز البطاطا (PDA) المضاف إليه المضاد الحيوي Streptomycin، بمعدل 25 مغ/ل، وحُضنت عند 25 °س لمدة 7-14 يوماً. تمت دراسة الخصائص المزرعية للفطور المعزولة (مستعمرات وحيدة البوغ) النامية على المستنبت PDA عمرها 12-14 يوماً. تم قياس سرعة النمو بعد 3 و 5 أيام من التحضين في الظلام عند 25 °س (8)، كما تم تحديد طبيعة نمو الميسليوم، ولون السطح العلوي والسفلي للمزرعة بعد 10 و 14 يوماً من التحضين تحت إضاءة وحرارة متناوبة (نهاراً: 12 ساعة إضاءة أشعة فوق بنفسجية UV عند 25 °س، ليلاً: 12 ساعة ظلام عند 20 °س) (8، 11، 42). كما سجل تشكل الكويومات البوغية (Sporodochia) وأماكن توزيعها ولونها، والخصائص الشكلية للأبواغ الكونيدية الكبيرة (Macroconidia) والصغيرة (Microconidia) وأبعادها. كما تم مراقبة تشكل الأبواغ الكلاميدية (Chlamyospores) وشكلها وأماكن توزيعها، بعد تحضينها على مستنبت قطع أوراق القرنفل Carnation Leaf Piece Agar (CLA) لمدة 14 يوماً عند 25 °س وإضاءة متناوبة بالأشعة قرب فوق البنفسجية (nUV) في الأسبوع الثاني (12 ساعة إضاءة/12 ساعة ظلام) (12، 24). وحُدثت أنواع فطور *Fusarium* باستخدام المفاتيح التصنيفية المعتمدة (11، 12، 42، 54).

اختبار القدرة الإراضية لعزلات فطور الجنس *Fusarium*

تم تحضير اللقاح المعدي للفطور المعزولة عن طريق تنميتها على حبوب الشعير (صنف عربي أبيض)، إذ نُقعت حبوبه بالماء المقطر

Table 1. Collection sites of the evaluated *Fusarium* spp. isolates.

Governorates						نوع فطر الفيوزاريوم	
Daraa	Hama	Al-Hasakeh	Al-Raqqa	دير الزور Daer Al-Zor	Aleppo	No. of isolates tested	Fusarium species and its acronym
2	1	2	2	1	2	10	<i>F. culmorum</i> (Fc)
1	0	2	1	1	2	7	<i>F. proliferatum</i> (Fp)
0	1	2	1	0	1	5	<i>F. equiseti</i> (Fe)

للإصابة وعالية القابلة للإصابة وفقاً لقيم شدة الإصابة الموصوفة أعلاه في فقرة اختبار القدرة الإراضية للعزلات، واستبعدت الحبوب المتعفنة.

في طور نضج النبات - تم تقويم رد فعل نباتات القمح في طور النضج اللبني لجميع الأصناف المعتمدة والمبشرة للقمح القاسي والطرقي المذكورة في الفقرة السابقة إزاء مرض تعفن الجذور المتسبب عن بعض عزلات الفطر *F. culmorum* تحت ظروف العدوى الاصطناعية في الدفيئة البلاستيكية خلال الموسمين 2007 و2008. أخذت عشرة مستعمرات للفطر *F. culmorum* على مستنبت PDA بعمر 2 أسبوع في أطباق بيري (9 سم) مثلت العزلات الخمس الأشد إراضية الموصوفة سابقاً، بمعدل طبقين/عزلة، وخلطت في 1 ل ماء مقطر بوساطة خلاط كهربائي، ثم صُفيت عبر ثلاث طبقات من الشاش. أضيف 20 مل من المعلق البوغي لخليط عزلات الفطر المكونة للقاح المعدي (المخفف لتركيز $10 \times 3 - 1$ بوغ/مل باستخدام الماء المقطر) إلى الخلطة الترابية المعقمة (تورب ورميل سلتي بمعدل 1:2) في كل أصيص بلاستيكي (20×30 سم). زرعت 10 حبوب/صنف/قمح/أصيص، وكررت العدوى مرة ثانية عند تنفيذ السقاية الثالثة بعد 14 يوماً من الزراعة في طور انبثاق البادرات، ونفذت المرة الثالثة للإعداد عند تنفيذ السقاية الخامسة في نهاية طور الاشطاء وبداية طور تطاول الساق. كررت التجربة أربع مرات، إضافة إلى معاملات الشاهد غير المعدى من كل صنف. حسبت نسبة الإصابة (%) وشدها اعتماداً على نسبة تلون السلامة تحت التاجية (تعفن الجذور FRR)، وتلون السلامة التاجية الأولى أو المنطقة التاجية (تعفن التاج FCR)، كل على حدة، باستخدام سلم التقييس السابق (34). تم تحليل نتائج التجارب السابقة إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Genstat 7 وفقاً للتصميم العشوائي الكامل CRD، وجدول تحليل التباين (ANOVA)، وحسبت قيمة أقل فرق معنوي (LSD) ومعامل التباين (CV) عند مستوى احتمال 0.05.

تقويم رد فعل بعض أصناف القمح وطرزه البرية إزاء بعض عزلات

الفطر *F. culmorum*

في طور البادرة - تم تقويم رد فعل بادرات 21 صنفاً معتمداً ومباشراً من القمح القاسي والطرقي إزاء مرض تعفن الجذور المتسبب عن بعض عزلات الفطر *F. culmorum* تحت ظروف العدوى الاصطناعية في المختبر ضمن كؤوس من الستيريوبور خلال الموسمين 2007 و2008، إضافة إلى اختبار أربعة أصناف أخرى من القمح القاسي (دوما 41008، دوما 37136، أكساد 1229 وسيناتور) وصنفين آخرين من القمح الطري (جولان 2 و H-6718) في موسم 2008 فقط. كما تم تقويم رد فعل بادرات 37 طرازاً وراثياً برياً من أقارب القمح في موسم 2007 و44 طرازاً وراثياً برياً آخر انتمت إلى الجنسين *Aegilops* و *Triticum* خلال موسم 2008 (بإستثناء ثمانية طرز منها تكرر اختبارها خلال الموسمين السابقين) إزاء المرض تحت ظروف العدوى الاصطناعية في المختبر ضمن كؤوس من الستيريوبور باستخدام عزلات الفطر نفسها. وكان مصدر المواد الوراثية المختبرة إدارة بحوث المحاصيل وقسم الأصول الوراثية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق. تم تحضير اللقاح المعدي من عزلات الفطر *F. culmorum* (5 عزلات) الأشد إراضية على حبوب الشعير بالطريقة السابقة، ولكل عزلة على حدة، فاستخدمت 10 حبوب من مادة اللقاح لكل كأس، بمعدل حبتان لكل عزلة، وزعت عشوائياً. زرعت 5 حبوب من كل صنف/طرز بري مدروس في كل كأس، مع شاهد دون إعداد، وكررت كل معاملة 4 مرات. حضنت الكؤوس تحت ظروف المختبر كما سبق ذكره. استخدمت بادرات الصنف أكساد 65 كشاهد مقارنة في تجارب تقويم رد فعل طرز القمح البرية إزاء المرض. ضمت القراءات المرضية كلاً من نسبة الإصابة (%) وشدها على البادرات في طور الورقة الثانية والثالثة اعتماداً على نسبة تلون السلامة تحت التاجية، وذلك تبعاً لسلم التقييس الرباعي السابق (34). واعتبرت بادرات الصنف/الطرز منبوعة، مقاومة/متحملة، متوسطة القابلية

عزل الفطور الممرضة

تم عزل الممرضات المرافقة للعينات المجموعة من مختلف المواقع خلال عام 2006، فكانت كما يلي: حلب (13 عزلة)، الرقة (8 عزلات)، دير الزور (4 عزلات)، الحسكة (13 عزلة)، حماة (4 عزلات) ودرعا (7 عزلات). وأظهرت نتائج الدراسة المخبرية للخصائص المزرعية والشكلية لعزلات الأنواع Fc، Fp و Fe وتبايناً في معدل نموها بعد 3 أيام من التحضين في الظلام على المستنبت PDA، وبلغ 5.5-6، 2.5-3.4 و 3.5-4.4 سم، على التوالي. وكانت طبيعة النمو قطني لعزلات الفطرين الأول والثالث، وأبيض أرجواني متعلق تحول إلى قطني كريمي اللون قرنفلي عند عزلات الفطر Fp، وكان وسط مزرعته أفتح لوناً من الحواف. وكان لون الوجه العلوي لمزارع عزلات الفطر Fc أبيض إلى أصفر فاتح، وتحول إلى الأحمر الوردي في المزارع القديمة، بينما كان لون الوجه السفلي أحمر أرجواني. وكان لون الوجه العلوي لمزارع عزلات الفطر Fp أبيض تحول إلى قرنفلي شاحب أو نبيذي داكن، وكان أبيضاً كريمياً عند عزلات الفطر Fe، في حين كان لون الوجه السفلي كريمي أصفر إلى برتقالي عند عزلات الفطر Fp مع وجود حلقة قرميديّة صغيرة وسط المزرعة، وكان بنياً فاتحاً مع بقع بنية داكنة عند عزلات الفطر Fe. وكانت الكويماات البوغية (Sporodochia) برتقالية اللون شاحبة عند عزلات الفطر Fc، وهي غزيرة ومبعثرة على كامل الطبق وبخاصة في وسطه. كما وجدت أحياناً الكويماات البوغية في مزارع عزلات الفطر Fp، وكانت مبعثرة أو متجمعة، ولونها برتقالي شاحب أيضاً، بينما كانت الكويماات قليلة ومبعثرة عند عزلات الفطر Fe، ولونها برتقالي أو بني فاتح. أنتجت عزلات الفطر Fc على المستنبت الغذائي CLA أبواغاً كونيدية كبيرة (Macroconidia)، وهي قصيرة وثخينة، وكانت الخلية القمية مستديرة، بينما كانت الخلية القاعدية مثلومة (حرف V)، وهي مقسمة بـ 3-5 حواجز، وتراوحت أبعاد البوغ ذو الحواجز الثلاث ما بين 4-7×25-30 ميكرون، وما بين 5-7×35-50 ميكرون عند البوغ الأكبر (5 حواجز)، وكانت الخلايا المولدة للأبواغ عبارة عن فياليدات أحادية تتوضع على حوامل بوغية متفرعة أو وحيدة. ولم يعثر في مزارع هذا الفطر على أبواغ كونيدية صغيرة (Microconidia). كانت الأبواغ الكونيدية الكبيرة عند عزلات الفطر Fp أسطوانية الشكل متطاولة، وكانت الخلية القمية منحنية، والخلية القاعدية شبه قديمية، وتراوح عدد الحواجز فيها ما بين 3-5، وتراوحت أبعاد البوغ ذو الحواجز الثلاث ما بين 2.6-4.3×27-44 ميكرون، وذو الحواجز الخمس ما بين

2.5-4.5×32-51 ميكرون. وكانت الأبواغ الكونيدية الصغيرة في المستنبت الغذائي غزيرة، وتوضعت في سلاسل على رؤوس كاذبة، وهي غير مقسمة أو يوجد في بعضها أحياناً حاجز واحد، وتراوحت أبعادها ما بين 3-4×7-12 ميكرون. وكان الحامل المولد للأبواغ عند عزلات هذا الفطر عبارة عن فياليدات أحادية ومتعددة، توضعت على حوامل بوغية متفرعة أو غير متفرعة. أنتجت عزلات الفطر Fe أبواغاً كونيدية كبيرة مقوسة من الطرفين، وكانت الخلية القمية مستدقة متطاولة، والخلية القاعدية قديمية، وتراوح عدد الحواجز فيها ما بين 5-7، وبلغت أبعاد أقصرها (5 حواجز) 3.5-5×25-55 ميكرون. وكانت الخلايا المولد للأبواغ عند عزلات الفطر Fe عبارة عن فياليدات أحادية، توضعت على حوامل بوغية متفرعة، ولم يعثر في مزارع عزلته على أبواغ كونيدية صغيرة. وجدت الأبواغ الكلاميدية (Chlamydospores) في مزارع عزلات الفطرين Fc و Fe، وكانت مفردة أو تتوضع في سلاسل، ولم يعثر عليها في مزارع عزلات الفطر Fp. وأظهرت نتائج تحديد عزلات الفطور السابقة انتماءها إلى ثلاثة أنواع تتبع الجنس *Fusarium*، وهي: *F. culmorum* (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach & Nirenberg، و *F. equiseti* (Corda) Sacc. وذلك اعتماداً على خصائصها المزرعية المذكورة أعلاه، وعلى أشكال وأبعاد أبواغها. وقد بلغت نسبة تردد تلك الأنواع 74.5، 14.9 و 10.6%، على التوالي (جدول 2 وشكل 1).

القدرة الإمراضية لعزلات فطور *Fusarium spp.*: تباينت القدرة الإمراضية للعزلات المدروسة إزاء بادرات صنف القمح القاسي أكساد 65 تحت ظروف المختبر والعدوى الاصطناعية، إذ أبدى الفطر *F. culmorum* قدرة إمراضية أعلى (شدة مرضية 2.23) مقارنة بالفطرين *F. proliferatum* و *F. equiseti* (1.34 و 1.44، على التوالي). وكانت العزلات Fc1، Fc10، Fc9، Fc8، Fc2، وكانت العزلات الأخرى مقارنة بالعزلات الأخرى للفطر نفسه وعزلات الأنواع الأخرى المدروسة، إذ أحدثت شدة إصابة 2.68، 2.60، 2.47، 2.47 و 2.33، على التوالي (جدول 3).

لم تظهر فروق معنوية بين معظم عزلات الفطر *F. culmorum* من حيث شدة الإصابة، وتفاوتت معنوياً على معظم عزلات الفطرين *F. proliferatum* و *F. equiseti*. وبناء على تلك النتائج، فقد تم انتقاء العزلات الخمس الأكثر إمراضية، التي تعود للمرض الأول لتقويم رد فعل أصناف القمح وطرز البرية.

Table 2. *Fusarium* species isolated from sub crown internode of wheat plants infected with root rot disease and its frequency (%), during 2006.

(%) Frequency (%)	أنواع فطريات الفيوزاريوم <i>Fusarium</i> species	No. of isolates	Governorate
72.7	<i>F. culmorum</i>	8	Aleppo
18.2	<i>F. proliferatum</i>	2	
9.1	<i>F. equiseti</i>	1	
75.0	<i>F. culmorum</i>	3	Daer Al-Zor دير الزور
25.0	<i>F. proliferatum</i>	1	
75.0	<i>F. culmorum</i>	6	AL-Raqqa
12.5	<i>F. proliferatum</i>	1	
12.5	<i>F. equiseti</i>	1	
69.2	<i>F. culmorum</i>	9	Al-Hasakeh
15.4	<i>F. proliferatum</i>	2	
15.4	<i>F. equiseti</i>	2	
75.0	<i>F. culmorum</i>	3	Hama
25.0	<i>F. equiseti</i>	1	
85.7	<i>F. culmorum</i>	6	Daraa
14.3	<i>F. proliferatum</i>	1	
74.5	<i>F. culmorum</i>	35	Total
14.9	<i>F. proliferatum</i>	7	
10.6	<i>F. equiseti</i>	5	

Table 3. Reaction of wheat seedlings of the cultivar ACSAD 65 artificially inoculated with some *Fusarium* spp. isolates under laboratory conditions, during 2006.

شدة إصابة السلمية تحت التاجية* Infection severity of sub crown internode *	(%) Infected seedlings (%)	Tested Isolate	Site
2.33 abc	100.0	Fc1	Aleppo
2.68 a	100.0	Fc2	
1.52 defg	93.3	Fp1	
1.70 bcdefg	93.3	Fp2	
1.27 efg	93.3	Fe1	
1.73 bcdefg	86.7	Fc3	Daer Al-Zor دير الزور
1.00 g	80.0	Fp3	
1.93 abcdef	100.0	Fc4	AL-Raqqa
2.00 abcde	93.3	Fc5	
1.13 g	86.7	Fp4	
1.33 efg	86.7	Fe2	
2.00 abcde	100.0	Fc6	Al-Hasakeh
2.13 abcd	100.0	Fc7	
1.13 g	86.7	Fp5	
1.20 fg	100.0	Fp6	
1.60 cdefg	93.3	Fe3	
1.06 g	86.7	Fe4	
2.60 a	100.0	Fc8	Hama
1.60 cdefg	93.3	Fe5	
2.47 ab	100.0	Fc9	Daraa
2.47 ab	100.0	Fc10	
1.67 cdefg	100.0	Fp7	
1.76	94.2	22	Total

* Scale = 0-3

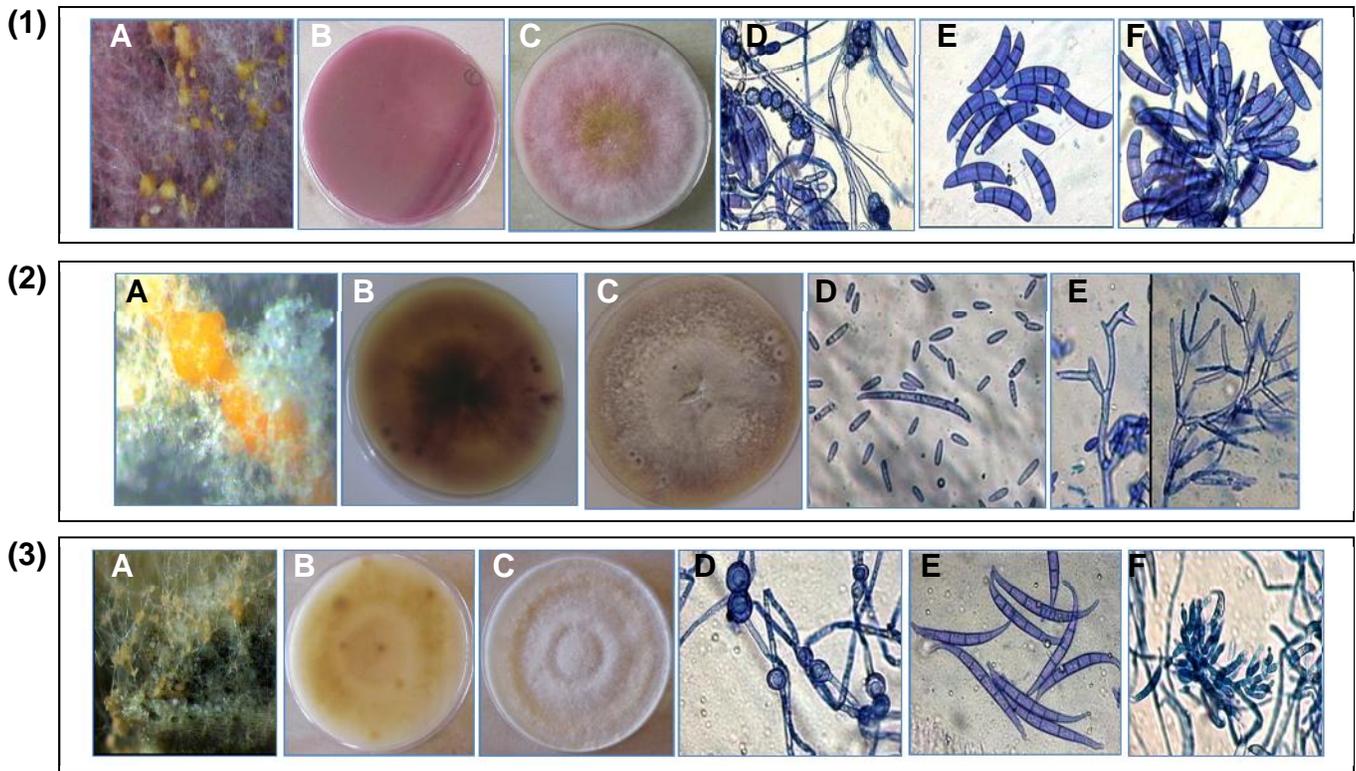
* سلم التقييس = 0-3

LSD at P 0.05 = 0.775

0.775 = 0.05

Coefficient of variation (%) = 14.12

معامل التباين (%) = 14.12



1. الخصائص المزرعية والشكلية لفظ *Fusarium* spp. المعزولة من السُّلامية تحت التاجية لنباتات قمح مصابة بتعفن الجذور جمعت من مواقع مختلفة في سورية، خلال 2006.

(A) كويماط بوغية *F. culmorum* (1)

PDA الوجه السفلي (B) والوجه العلوي (C)، أبواغ كلاميديية (D)

أبواغ كونيديية كبيرة (E) (F).

PDA الوجه السفلي (B) والوجه العلوي (C) كونيديية كبيرة

(A) كويماط بوغية *F. proliferatum* (2)

وصغيرة (D) حوامل بوغية (E).

PDA الوجه السفلي (B) والوجه العلوي (C)، أبواغ كلاميديية (D)

(A) كويماط بوغية *F. equiseti* (3)

أبواغ كونيديية كبيرة (E) حوامل بوغية (F).

Figure 1. Cultural and morphological characters of *Fusarium* spp. isolated from sub crown internode of infected wheat plants with root rot collected from different sites in Syria, during 2006.

(1) *F. culmorum*: Sporodochia (A), Colony color on PDA medium reverse (B) and Oberse (C), Chlamydoconidia (D), Macroconidia (E), Conidiophore (F).

(2) *F. proliferatum*: Sporodochia (A), Colony color on PDA medium reverse (B) and Oberse (C), Macroconidia and microconidia (D), Conidiophores (E).

(3) *F. equiseti*: Sporodochia (A), Colony color on PDA medium reverse (B) and Oberse (C), Chlamydoconidia (D), Macroconidia (E), Conidiophore (F).

مع بقية الأصناف المدروسة التي جاء رد فعلها ما بين عالية ومتوسطة القابلية للإصابة (جدول 4).

ويبلغ متوسط شدة إصابة بادرات أصناف القمح القاسي دوما 41008 ودوما 37136 وأكساد 1229 وسيناتور المختيرة في موسم 2008 فقط في تجربة الكؤوس 2.5، 2.4، 2.0 و1.9، على التوالي، بينما كانت 1.2 و1.7 عند صنف القمح الطري جولان 2 وH-6718، على التوالي. وبصورة عامة، كانت قيم شدة الإصابة أعلى عند معظم أصناف القمح القاسية مقارنة بالأقماح الطرية.

رد فعل بادرات أصناف القمح القاسي والطري وبعض طرز البرية إزاء بعض عزلات الفطر *F. culmorum* الأشد إمراضية تحت ظروف العدوى الاصطناعية في المختبر

أظهرت نتائج تقويم أداء بادرات 21 صنفاً من القمح القاسي والطري خلال موسمي 2007 و2008 تبايناً واضحاً في درجة إصابتها بمرض تعفن الجذور، تحت ظروف العدوى الاصطناعية، غير أن أي منها لم يكن مقاوماً أو حتى متحملاً للمرض. وبصورة عامة، كانت الأصناف شام 10 (ط)، شام 5 (ق)، شام 1 (ق) وبحوث 7 (ق) هي الأقل إصابة، وتراوحت قيم شدة إصابتها بالمرض بين 1.15 و1.25، مقارنة

14، *Aegilops peregrina* 20079، *Ae. ventricosa* 21211 و *Ae. triuncialis* 21228 و *T. tur. carthlicum* 45113 منيعة في تجربة عام 2007، في حين كان تفاعلها مقاوماً في تجربة عام 2008، بينما استمر أداء الطراز الوراثي *T. ae. spelta* 127036 مقاوماً في تجرنتي الموسمين.

رد فعل النباتات البالغة لأصناف القمح القاسي والطري إزاء بعض عزلات الفطر *F. culmorum* الأشد إمراضية تحت ظروف العدوى الاصطناعية في الدفيئة البلاستيكية:

تباين رد فعل النباتات البالغة لأصناف القمح القاسي والطري إزاء مرض تعفن الجذور تحت ظروف العدوى الاصطناعية في الدفيئة البلاستيكية خلال عامي 2007 و 2008، وكانت الأصناف شام 10 (ط) وبحوث 7 (ق) وشام 1 (ق) أقلها إصابة/أكثرها مقاومة، بينما كانت أصناف القمح القاسي بحوث 11 (ق) وأكساد 65 (ق) وشام 7 (ق) أشدها إصابة/أكثرها قابلية للإصابة (جدول 7).

بينت نتائج تقويم رد فعل بادرات 37 طرازاً برياً من القمح إزاء مرض تعفن الجذور في موسم 2007 امتلاك الكثير منها لصفة المقاومة، فكانت 5 طرز وراثية منيعة، و 27 طرازاً وراثياً متحملاً للمرض بدرجة كبيرة، بينما بلغت شدة إصابة السلامة تحت التاجية لسنف الشاهد القياسي أكساد 65 حوالي 2.18 (جدول 5).

وظهرت نتائج مماثلة عند تقويم رد فعل 44 طرازاً وراثياً برياً إزاء المرض في تجربة موسم 2008، فكان 12 طرازاً برياً منيعاً، وأبدى 30 طرازاً وراثياً آخر مقدرة كبيرة في تحمل المرض، كما أظهر طرازان وراثيان آخران قابلية متوسطة للإصابة، بينما بلغت شدة إصابة السويقة تحت التاجية لسنف الشاهد القياسي أكساد 65 حوالي 2.3 (جدول 6). وكان رد فعل الطرز الوراثية الثمانية التي تكرر اختبارها في الموسمين 2007 و 2008 متقارباً، إذ كان رد فعل الطرازين 20211 *Ae. kotschyi* و 20161 *Ae. triuncialis* مقاوماً في تجربة عام 2007، ومنيعاً في تجربة 2008، وكانت الطرز الوراثية *Ae. vavilovii*

4. (ط) المُعداة إصطناعياً بـ *F. culmorum* () 2008 2007.

Table 4. Severity of infection on durum (d) and bread (b) wheat seedlings artificially inoculated with some isolates of *F. culmorum* under laboratory conditions, during 2007 and 2008.

شدة إصابة السلامة تحت التاجية *				
Infection severity average of sub crown internode *				
Mean	2008 2008 season	2007 2007 season	Cultivar	
2.25 a	2.7	1.8	Bohouth 5 (d)	() 5
2.25vab	1.6	2.9	Douma 29868 (d)	() 29868
2.05 abc	1.4	2.7	Douma 1 (d)	() 1
2.00 abcd	1.3	2.7	Douma 41006 (d)	() 41006
1.95 abcd	1.8	2.1	Bohouth 11 (d)	() 11
1.95 abcd	1.8	2.1	Bohouth 6 (b)	() 6
1.90 abcde	1.7	2.1	Douma 41004 (d)	() 41004
1.85 abcde	1.8	1.9	H-S948 (d)	() H-S948
1.85 abcde	2.0	1.7	Cham 3 (d)	() 3
1.80 abcde	1.3	2.3	ACSAD 65 (d)	() 65
1.80 abcde	1.8	1.8	Cham 7 (d)	() 7
1.70 bcsef	1.5	1.9	Cham 4 (b)	() 4
1.55 cdefg	1.0	2.1	Bohouth 9 (d)	() 9
1.50 cdefg	1.6	1.4	Cham 8 (b)	() 8
1.50 cdefg	1.5	1.5	Douma 2 (b)	() 2
1.45 defg	1.5	1.4	Cham 6 (b)	() 6
1.40 efg	1.0	1.8	Hourany (d)	()
1.25 fg	1.4	1.1	Bohouth 7 (d)	() 7
1.25 fg	1.0	1.5	Cham 1 (d)	() 1
1.25 fg	0.9	1.6	Cham 5 (d)	() 5
1.15 g	1.0	1.3	Cham 10 (b)	() 10
0.531	-	-	LSD at P = 0.05	0.05
22.02	-	-	Coefficient of variation (CV) %	باين

* Scale = 0-3

* سلم التقييس = 0-3

5. شدة إصابة بادرات الطرز الوراثية البرية من أقارب القمح المختبرة إزاء بعض عزلات الفطر *F. culmorum* الاصطناعية في المختبر، خلال 2007.

Table 5. Infection severity on seedlings of tested wheat wild relatives against some isolates of *F. culmorum* under artificial inoculation conditions in the laboratory, during 2007.

شدة إصابة السلامة تحت التاجية *	Wild relative	شدة إصابة السلامة تحت التاجية *	Wild relative
Infection severity of sub crown internode *		Infection severity of sub crown internode*	
0.25 fghi	<i>Ae. kotschyi</i> 20955	1.85 a	<i>Triticum tur. vicocron</i> 45070
0.25 fghi	<i>Ae. triuncialis</i> 20161	1.55 ab	<i>T. tur. dicocum</i> 127691
0.25 fghi	<i>T. ae. spelta</i> 127036	1.50 ab	<i>T. tur. turanicam</i> 84908
0.25 fghi	<i>Ae. ovata geniculata</i> 20989	1.20 bc	<i>T. tur. vicocron</i> 455570
0.23 fghi	<i>Ae. vavilovii</i> 20231	1.07 bcd	<i>T. tur. dicocum</i> 45376
0.23 fghi	<i>T. ispahanicum</i> 44392	1.00 bcd	<i>Ae. lorentii</i> 20346
0.20 fghi	<i>Ae. biuncialis</i> 20645	0.85 cde	<i>Ae. ovate geniculata</i>
0.18 ghi	<i>Ae. kotschyi</i> 20420	0.75 cdef	<i>Ae. vavilovii</i> 80842
0.13 hi	<i>T. tur. dicocum</i> 4507	0.73 cdefg	<i>T. tur. dicocum</i> 45393
0.13 hi	<i>T. turgidum</i> 44828	0.70 cdefg	<i>Ae. triuncialis</i> 20495
0.08 hi	<i>T. timopheevii</i> 32862	0.63 defgh	<i>Aegilops tauschii</i> 20239
0.08 hi	<i>Ae. kotshyi</i> 24254	0.63 defgh	<i>Ae. lorentii</i> 20388
0.08 hi	<i>Ae. lorentii</i> 20061	0.50 defghi	<i>Ae. uniaristata</i> 20140
0.00 i	<i>Ae. vavilovii</i> 14	0.52 defghi	<i>Ae. triuncialis</i> 20366
0.00 i	<i>Ae. ventricosa</i> 21211	0.40 efghi	<i>T. tur. vicocum</i> 45303
0.00 i	<i>T. tur. carthlicum</i> 45113	0.33 efghi	<i>Ae. vavilovii</i> 20429
0.00 i	<i>Ae. peregrina</i> 20079	0.33 efghi	<i>T. ae. compactum</i> 42343
0.00 i	<i>Ae. triuncialis</i> 21228	0.30 efghi	<i>Ae. kotschyi</i> 20211
		0.30 efghi	<i>Ae. vavilovii</i> 202262

* Scale = 0-3

LSD at P 0.05 = 0.558

Coefficient of variation (%) = 80.36

* سلم التقييس = 0-3

0.558 = 0.05

معامل التباين (%) = 80.36

الأصناف الأكثر قابلية للإصابة، مثل: بحوث 11 وأكساد 65 وشام 7، وتمثلت في موت أعداد كبيرة منها قبل النضج التام بحوالي شهر تقريباً. وضعف نمو النباتات المتبقية (قصر النباتات المصابة) وتدنّت اشطاءاتها، مقارنة بالشاهد غير المعدى. كما تكونت سنابل بيضاء فارغة من الحبوب بنسب عالية على تلك الأصناف، واحتوى بعضها على حبوب ضامرة. وكان حجم المجموع الجذري للنباتات المعدة صغيراً، وكان نموها ضعيفاً بسبب الإصابة بالمرض، وموت قسم كبير منها. وتلونت منطقة التاج والمنطقة تحت التاجية وبعض الجذور بلون بني داكن، وكان لونها يميل للحمرة أحياناً بسبب نمو الفطر الممرض عليها، وقد امتد هذا التلون إلى قاعدة ساق النبات المصاب. وقد حال موت أعداد كبيرة من النباتات قبل النضج، وقلة أعداد المتبقي منها عند معظم الأصناف المدروسة، دون أخذ القراءات المتعلقة بالضرر المتسبب عن المرض.

كما تباين رد فعل أصناف القمح القاسي دوما 41008 ودوما 37136 وأكساد 1229 وسيناتور، وصنفي القمح الطري جولان 2 و H-6718 إزاء المرض تحت ظروف العدوى الاصطناعية في الدفيئة البلاستيكية عند اختبارها لعام واحد (2008)، وكانت قيم شدة الإصابة/القابلية للإصابة عند أصناف القمح القاسي أعلى مقارنة بصنفي القمح الطري، وبلغت 2.8، 2.7، 2.1، 1.8، 1.5 و 1.2، على التوالي. ولم يلاحظ تباين كبير في قيم شدة الإصابة بالمرض عند أخذ القراءات المرضية على السلامة التاجية الأولى مقارنة بالسلامية تحت التاجية عند معظم الأصناف المدروسة، وكانت قيمة شدة المرض أعلى بصورة عامة على السلامة تحت التاجية مقارنة بقيمتها على السلامة التاجية الأولى للصنف نفسه، وكان هذا الاختلاف في رد الفعل عند معظم الأصناف محدوداً ضمن نطاق الدرجة الواحدة للمقاومة/القابلية للإصابة. ظهرت أعراض مرض تعفن الجذور واضحة على نباتات القمح المعدة اصطناعياً في تجارب الأوص في الدفيئة البلاستيكية ولا سيما على

Table 6. Infection severity on seedlings of tested wheat wild relatives against some isolates of *F. culmorum* under artificial inoculation conditions in the laboratory, during 2008.

شدة إصابة السلامة تحت التاجية*		شدة إصابة السلامة تحت التاجية* Infection severity of sub crown internode*	
Infection severity of sub crown internode*	Wild relative	Wild relative	Wild relative
0.35 bcde	<i>Ae. vavilovii</i> 20784	1.50 a	<i>Triticum urartu</i> 20777
0.35 bcde	<i>Ae. vavilovii</i> 20802	1.05 ab	<i>T. urartu</i> 20811
0.33 bcde	<i>T. araraticum</i> 20955	1.00 abc	<i>T. dicoccoides</i> 20769
0.33 bcde	<i>Ae. peregrina</i> 20079	0.97 abcd	<i>Aegilops speltoides</i> 20579
0.33 bcde	<i>T. dicoccoides</i> 20761	0.88cabcde	<i>T. urartu</i> 20823
0.25 bcde	<i>Ae. searsii</i> 20783	0.88 abcde	<i>Ae. lorentii biuncialis</i> 20540
0.25 bcde	<i>Ae. kotschyi</i> 20174	0.83 abcde	<i>T. ae. spelta</i> 127036
0.23 bcde	<i>Ae. vavilovii</i> 20431	0.75 abcde	<i>Ae. vavilovii</i> 20204
0.10 cde	<i>Ae. vavilovii</i> 20756	0.75 abcde	<i>Ae. ventricosa</i> 21092
0.08 de	<i>Ae. vavilovii</i> 20794	0.70 abcde	<i>Ae. vavilovii</i> 14
0.00 e	<i>Ae. ovata geniculata</i> 20773	0.65 abcde	<i>Ae. biuncialis</i> 20861
0.00 e	<i>Ae. peregrina</i> 20617	0.63 abcde	<i>Ae. ventricosa</i> 21211
0.00 e	<i>Ae. vavilovii</i> 21246	0.58 bcde	<i>T. tur. carthlicam</i> 45113
0.00 e	<i>Ae. peregrina</i> 20658	0.50 bcde	<i>T. urartu</i> 20788
0.00 e	<i>Ae. Kotschyi</i> 20211	0.50 bcde	<i>Ae. speltoides</i> 20528
0.00 e	<i>Ae. Kotschyi</i> 20010	0.46 bcde	<i>Ae. triuncialis</i> 21228
0.00 e	<i>Ae. triuncialis</i> 20161	0.45 bcde	<i>Ae. ventricosa</i> 21100
0.00 e	<i>T. dicoccoides</i> 20893	0.42 bcde	<i>Ae. vavilovii</i> 20822
0.00 e	<i>T. dicoccoides</i> 20021	0.40 bcde	<i>Ae. ventricosa</i> 20991
0.00 e	<i>Ae. ovata geniculata</i> 21248	0.38 bcde	<i>T. araraticum</i> 20891
0.00 e	<i>Ae. searsii</i> 20755	0.38 bcde	<i>Ae. vavilovii</i> 20226
0.00 e	<i>T. dicoccoides</i> 20197	0.38 bcde	<i>Ae. triuncialis</i> 20645

* Scale = 0–3

LSD at P 0.05 = 0.6885

Coefficient of variation (%) = 123.09

* سلم التقييس = 0–3

0.6885 = 0.05

معامل التباين (%) = 123.09

المناقشة

وارتفاع درجة حرارة التربة لتكون قريبة من 25 °س، وهذا يتوافق ونتائج دراسات مرجعية سابقة (39)، أو إلى درجة حرارة تحضين العزلات (25 °س) على المستنبت الغذائي (PDA) التي هي أكثر ملءة لنمو معظم فطور الفيوزاريوم (*F. culmorum*، *F. avenaceum*)، *C. sativus* مقارنة بالحرارة المثلى للفطر *F. graminearum* (32) وقد أكدت نتائج دراسات مرجعية سابقة (20–22 °س) (6، 17). وازدياد تردد عزلها من السلامة تحت التاجية بالتوازي مع تطور نمو نباتات القمح المصابة بتعفن الجذور وتعرضها للاجهاد المائي مقارنة بالفطر *C. sativus* (1، 31). وأكدت دراسات محلية سابقة إسهام فطور *Alternaria* spp.، *Fusarium* spp.، *B. sorokiniana* و *Rhizoctonia* spp. في حدوث المرض (1)، وكان تردد الفطر الأول أعلى على جذور الشعير (6، 37)، بينما كان تردد فطور فيوزاريوم أعلى على جذور القمح في المحافظات المختلفة (2، 37)، باستثناء محافظة ادلب، فكان تردد فطور فيوزاريوم أعلى على جذور القمح والشعير معاً (5).

ظهرت على نباتات القمح المعددة اصطناعياً في ظروف الدفيئة البلاستيكية الأعراض المميزة المرافقة لمرض تعفن الجذور والقدم المتسبب عن الفطر *F. culmorum*، وتمثلت بتلون السلامة تحت التاجية والسلامية التاجية الأولى باللون البني الداكن وموت الجذور، وضعف نمو النبات المصاب واصفراره، وقلة عدد اشطاءاته، وظهور سنابل بيضاء فارغة، ثم موت النبات المصاب بصورة ميكروية، ويتوافق ذلك مع نتائج دراسات أخرى (38، 39، 48، 49، 51). وعزي عدم عزل فطور أخرى غير الفيوزاريوم (*F. culmorum*)، من السلامة تحت التاجية لنباتات القمح المصابة بتعفن الجذور في هذه الدراسة إلى سيادة فطور الفيوزاريوم على غيرها من فطور التربة في فترة جمع العينات في بداية شهر أيار/مايو (نهاية الطور اللبني وبداية الطور العجيني) بسبب تعرض نباتات القمح للاجهاد المائي نتيجة لقلة الأمطار المتساقطة

7. شدة إصابة النباتات البالغة لأصناف القمح القاسي (ق) والطرّي (ط) إزاء بعض عزلات الفطر *F. culmorum* الاصطناعية في الدفيئة البلاستيكية، خلال 2007 و 2008.

Table 7. Infection severity on adult plants of durum (d) and bread (b) wheat cultivars artificially inoculated with some isolates of *F. culmorum* under plastic tunnel conditons, during 2007 and 2008.

*			
Infection severity average*			
على السلامة التاجية الأولى On first crown Internode	على السلامة تحت التاجية On sub crown internode	Cultivar	
2.15 a	2.50 a	Bohouth 11 (d)	() 11
1.70 abc	2.15 ab	ACSAD 65 (d)	() 65
2.05 ab	2.00 abc	Cham 7 (d)	() 7
1.75 abc	1.95 abc	Douma 1 (d)	() 1
1.95 abc	1.90 abc	Cham 6 (b)	() 6
1.65 abc	1.85 bc	Douma 41006 (d)	() 41006
1.55 abc	1.85 bc	H-S948 (d)	() H-S948
1.60 abc	1.85 bc	Hourany (d)	()
1.60 abc	1.80 bc	Cham 3 (d)	() 3
2.05 ab	1.75 bcd	Bohouth 5 (d)	() 5
1.55 abc	1.75 bcd	Cham 5 (d)	() 5
1.40 abc	1.70 bcd	Cham 8 (b)	() 8
1.40 abc	1.65 bcde	Cham 4 (b)	() 4
1.65 abc	1.60 bcde	Douma 29868 (d)	() 29868
1.80 abc	1.55 bcde	Douma 41004 (d)	() 41004
1.25 abc	1.48 cdef	Douma 2 (b)	() 2
1.70 abc	1.45 cdef	Bohouth 9 (d)	() 9
1.95 abc	1.40 cdef	Bohouth 6 (b)	() 6
1.15 abc	1.20 def	Cham 1 (d)	() 1
1.00 c	1.10 ef	Bohouth 7 (d)	() 7
1.05 bc	0.95 f	Cham 10 (b)	() 10
1.0279	0.457	LSD at P = 0.05	0.05
15.6	19.15	Coefficient of variation (%)	معامل التباين (%)

*Scale = 0-3

*سلم تقييس = 0-3

F. pseudograminearum و *F. graminearum* (14، 26، 32، 45، 58). وظهر الفطران *F. proliferatum* و *F. equiseti* أقل قدرة إمراضية في هذا البحث، وهذا يتوافق مع نتائج دراسات سابقة (23، 58)، حيث اعتبر الفطر *F. equiseti* ممرضاً ضعيفاً أو رميةً ينشط في تربة الزراعة العضوية (22).

تشابه رد فعل بادرات معظم أصناف القمح القاسي (19 صنفاً) والطرّي (8 أصناف) المختبرة خلال موسمي الدراسة إزاء مرض تعفن الجذور في المختبر مع رد فعل النباتات البالغة للأصناف نفسها في تجارب الدفيئة البلاستيكية. وكان اختلاف أداء أي صنف يقع في معظم الحالات ضمن نطاق الدرجة نفسها للمقاومة أو القابلية للإصابة، وكانت الأصناف شام 10 (ط) وبحث 7 (ق) وشام 1 (ق) أقلها إصابة بالمرض (متوسطة المقاومة إلى مقاومة للمرض). وعلى الرغم من الأداء غير المشجع لأصناف القمح السورية من حيث درجة مقاومتها إزاء مرض تعفن الجذور، فإنها جاءت متوافقة مع العديد من

وبينت هذه الدراسة أن عزلات الفطر *F. culmorum* كانت الأكثر شيوعاً (75%) في المناطق المروية ومناطق الاستقرار الأولى في سورية، وهذا يتوافق ونتائج دراسات سابقة (10، 60). واعتبر الفطر *F. culmorum* أحد أهم مسببات مرض تعفن الجذور في المناطق الجافة المعتدلة الحرارة (16، 44، 60)، بينما كان وجوده نادراً أو معدوماً في المناطق الجافة الحارة (10). تباينت عزلات *Fusarium spp.* المدروسة في درجة إصابتها للسلامية تحت التاجية لأصناف وطرز القمح المختبرة، وجاءت متوافقة مع نتائج دراسات محلية سابقة إزاء الشعير والقمح (2، 5)، وإزاء صنف القمح الشتوي Pehlivan في تركيا (58). وأبدت عزلات الفطر *F. culmorum* في هذه الدراسة قدرة إمراضية أعلى مقارنة بعزلات *Fusarium spp.* الأخرى، وجاءت متوافقة مع نتائج دراسات سابقة (18، 20، 21، 23، 25، 47، 59). كما أكدت نتائج دراسات مرجعية أخرى القدرة الإمراضية العالية لعزلات الفطر *F. culmorum* إلى جانب الفطرين

مرض واحد دون آخر، مثل تعفن الجذور الشائع (CRR) (*B. sorokiniana*) أو تعفن التاج (FCR) (*Fusarium spp.*) (16)، (52، 57)، ويتفشى المرض بشدة على تلك الأصناف عندما تكون الظروف البيئية ملائمة لتلك الممرضات (13، 53). وهناك أمل كبير في تلك الطرز البرية لأقارب القمح، إذ جاء عدد كبير منها (48 طرازاً وراثياً برباً) مقاوماً للمرض بصورة عالية، وكان أداء 17 طرازاً وراثياً منيعاً على الأقل في إحدى تجربتي عامي 2007 و2008، ومن الممكن أن يشكل بعضها مصدراً وراثياً جيداً، تُستخدم لنقل مورثاتها المقاومة في برامج تربية أصناف مقاومة لمرض تعفن جذور القمح (7، 35). بناء على نتائج هذا العمل، يعد الاختبار الحيوي لبادرات أصناف القمح وطرزه الوراثية، تحت ظروف العدوى الاصطناعية، في المختبر وفي الدفيئة البلاستيكية/البيت الزجاجي، أسلوباً سهلاً، وذو مصداقية عالية، لتقويم أدائها إزاء مرض تعفن الجذور والتاج (لفحة البادرات)، لا سيما إذا ترافق ذلك مع اختبارها في الحقل أيضاً. كما أكدت نتائج هذا العمل أهمية استخدام أصول القمح المقاومة/المنيع في برامج التربية لإنتاج أصناف تجارية أكثر مقاومة لأمراض تعفن الجذور والتاج وأفضل إنتاجاً.

الدراسات التي أكدت تباين قابلية أصناف القمح القاسي والطرهي للإصابة بهذا المرض (13، 44، 46، 49، 57). وكانت بعض أصناف القمح الأحمر القاسية قد أظهرت مقاومة كاملة للمرض (50، 51)، أو جزئية (39، 40)، ولم تسجل أصناف منيعة (51)، في حين كانت بعض مدخلات القمح الطري أقل تأثراً بالمرض أو مقاومة (49)، علماً أن الأقمح القاسية كانت أكثر قابلية للإصابة مقارنة بالأقمح الطرية في هذه الدراسة، وهذا يتوافق مع ما نشر سابقاً (22). كذلك تم العثور على أصناف مزروعة تمتاز بادراتها و/أو نباتاتها البالغة بتحمل مرض لفحة البادرات أو تعفن التاج (مقاومة جزئية أو كلية) المتسببة عن بعض فطور فيوزاريوم (9، 15، 16، 36، 40)، ورافق ذلك انخفاض في درجة إصابة أسجة قواعد سوق النباتات وزيادة في الإنتاج أحياناً (62). وعلى ما يبدو، أن مصادر المقاومة إزاء مرض تعفن الجذور والتاج المتسبب عن فطور فيوزاريوم على القمح ما زالت محدودة، وما زال التقدم في الكشف عنها غير كافٍ (39)، على الرغم من العثور على مورثات مقاومة لأكثر من مرض تسببه فطور فيوزاريوم على نباتات القمح بما فيها تعفن التاج (63). وما زالت المقاومة الموجهة جزئية غير كاملة عند بعض أصناف القمح التجارية إزاء

Abstract

Al-Chaabi, S., S. Masri, A. Nahlawi and L. Matrod. 2015. The causal agents of wheat crown and root rot in Syria, their pathogenicity, and the reaction of some wheat cultivars and wild relatives to the disease. Arab Journal of Plant Protection, 33(2): 116-129.

The identification of fungal isolates obtained from the sub crown internode of root rot-infected wheat plants, collected from different regions of Syria during 2006, indicated the association of *F. culmorum*, *F. proliferatum* and *F. equiseti*, with the disease, with a frequency of 74.5, 14.9 and 10.6%, respectively. The pathogenicity of studied *Fusarium* spp. isolates on ACSAD 65 durum wheat seedlings varied under artificial inoculation conditions in the laboratory. Results showed that *F. culmorum* was the most aggressive (2.23) compared to *F. proliferatum* and *F. equiseti* (1.34, 1.44, respectively). In addition, isolates Fc2, Fc8, Fc9, Fc10 and Fc1 of *F. culmorum* were the most aggressive. The reaction of 27 cultivars of durum and bread wheat was evaluated following artificial inoculation with the 5 previous isolates of *F. culmorum* under laboratory conditions, during 2007 and 2008. Results obtained revealed significant variation in infection severity with root rot disease among the tested cultivars, 22 cultivars were moderately susceptible, and non of them was found to be resistant/tolerant or immune to the disease. The reaction of most tested wheat cultivars to the disease under plastic tunnel conditions was almost identical to the laboratory evaluation. However, Cham 10, Bohouth 7 and Cham 1 had the lowest infection severity. 48 tested wheat wild relatives showed high resistant/tolerant to the disease, and 17 other relatives were immune to infection at least in one of the studied years.

Keywords: Crown and root rot, *Fusarium* spp., Syria, wheat cultivars, wheat wild relatives.

Corresponding author: Salah Al-Chaabi. General Commission of Scientific Agricultural Research, Damascus, P. O. Box 12573, Syria, email: salahshaabi@hotmail.com

References

3. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الإنتاج النباتي. 2010. جدول تتبع زراعة محصول القمح للموسم 2009-2010.
4. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2010. المحاصيل الزراعية خلال الفترة 2006-2010 159، مديرية الإحصاء والتخطيط، قسم الإحصاء، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية: 294.
5. النائب، رنا، عمر يحيوي، أحمد الأحمد وميلودي نشيط. 2002. مسح حقلي لمرض تعفن الجذور الشائع على القمح

المراجع

1. الخليفة، محمد. 2006. مرض تعفن الجذور الشائع على القمح في سورية والتباين الوراثي ضمن *Fusarium* spp. مسبباته الرئيسية. رسالة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية (وقاية النبات). قسم وقاية النبات في كلية الهندسة الزراعية بجامعة حلب: 101.
2. الخليفة، محمد، أحمد الأحمد، محمد موفق يبرق وميلودي نشيط. 2006. تباين الخصائص المزرعية والمورفولوجية *Fusarium* spp. على القمح في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 24: 67-74.

- Guzmania* sp. in Belgium. Plant Disease, 90: 1361.1-1361.1.
18. **Demirci, E. and E. Dane.** 2003. Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. From stem based of winter wheat in Erzurum, Turkey. Phytoparasitica, 3: 170-173.
 19. **Doohan, F.M., J. Brennan and B.M. Cooke.** 2003. Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereals. European Journal of Plant Pathology, 109: 755-768.
 20. **Dyer, A.T., R.H. Johnston, A.C. Hogg and J.A. Johnston.** 2009. Comparison of pathogenicity of the *Fusarium* crown rot (FCR) complex (*F. culmorum*, *F. pseudograminearum* and *F. graminearum*) on hard red spring and durum wheat. European Journal of Plant Pathology, 125: 387-395.
 21. **Fakhfakh, M.M., A. Yahyaoui, S. Rezgui, E.M. Elias and A. Daaloul.** 2011. Identification and pathogenicity assessment of *Fusarium* spp. sampled from durum wheat fields in Tunisia. African Journal of Biotechnology, 10: 6529-6539.
 22. **Fernandez, M.** 2012. Crop management effects on root and crown rot of wheat in West-Central Saskatchewan, Canada. Saskatchewan Organic Directorate. January 2012. Monthly newsletter, Food for Life: 1 page.
 23. **Fernandez M.R. and Y. Chen.** 2005. Pathogenicity of *Fusarium* species on different plant parts of spring wheat under controlled conditions. Plant Disease, 89: 164-169.
 24. **Fisher, N.L., L.W. Burgess, T.A. Toussoun and R.E. Nelson.** 1982. Carnation leaves as a substrate and for preserving cultures of *Fusarium* species. Phytopathology, 72: 151-153.
 25. **Fouly, H.M., W.L. Pedersen, H.T. Wilkinson and M.M.A. El-Kader.** 1996. Wheat root rotting fungi in the "old" and "new" agricultural lands of Egypt. Plant Disease, 80: 1298-1300.
 26. **Gargouri-Kammoun, L., S. Gargouri, S. Rezgui, M. Trifi, N. Bahri and M.R. Hajlaoui.** 2009. Pathogenicity and aggressiveness of *Fusarium* and *Microdochium* on wheat seedlings under controlled conditions. Tunisian Journal of Plant Protection, 4: 135-144.
 27. **Grey, W.E. and D.E. Mathre.** 1984. Reaction of spring barley to common root rot and its effect on yield components. Canadian Journal of Plant Science, 64: 245-253.
 28. **Hajieghrari, B.** 2009. Wheat crown and root rotting fungi in Moghan area, Northwest of Iran. African Journal of Biotechnology, 8: 6214-6219.
 29. **Herde, D.J., R.B. McNamara and G.B. Wildermuth.** 2008a. Combining ability of resistance to *Fusarium* crown rot of bread wheat. 2 paged, In: 11th International Wheat Genetics Symposium" by Wildermuth, G.B. Sydney University Press. Australia. <http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/3490/1/P120.pdf>.
 30. **Herde, D.J., R.B. McNamara and G.B. Wildermuth.** 2008b. Obtaining genetic resistance to *Fusarium* crown rot in bread wheat. 3 paged, In: 11th International Wheat Genetics Symposium, 11: 1361.1-1361.1.
 6. **Ahmed, S., A. Yahyaoui, J. Ryan and M. Pala.** 2011. Disease buildup with continuous cereal cropping in Northern Syria: Observations on common root rot (*Cochliobolus sativus*) in long-term crops rotation trials. Arab Journal of Plant Protection, 29: 267-272.
 7. **Bailey, K.L., P. Hucl and H. Harding.** 1995. Four interspecific germplasm lines (302-1, 302-3, 302-5, 302-20) of spring wheat with resistance to common root rot (*Cochliobolus sativus*) derived from *Aegilops ovata*. Canadian Journal of Plant Science, 75: 693-694.
 8. **Booth, C.** 1977. *Fusarium*. Laboratory guide to identification of the major species. Commonwealth Mycology Institute, Kew, Surrey, England, 57 pp.
 9. **Bovill, W.D., W. Ma, K. Ritter, B.C.Y. Collard, M. Davis, G.B. Wildermuth and M.W. Sutherland.** 2006. Identification of novel QTL for resistance to crown rot in the doubled haploid wheat population 'W21MMT70' x 'Mendos'. Plant Breeding, 125: 538-543.
 10. **Brett, A.S., J.F. Leslie, E.C.Y. Liew, M.H. Laurence, S. Bullock, T. Petrovic, A.R. Bentley, G. Howard, S.A. Peterson, J.L. Walsh and L.W. Burgess.** 2011. *Fusarium* species associated with plants in Australia. Fungal Diversity, 46: 1-27.
 11. **Burgess, L.W., C.M. Liddell and B.A. Summerell.** 1988. Laboratory Manual for *Fusarium* Research. 2nd Edition. Department of Plant Pathology and Agricultural Entomology, University of Sydney, 156 p.
 12. **Burgess, L.W., B.A. Summerell and P.E. Nelson.** 1991. An evaluation of several media for use in identification of some *Fusarium* species. Australasian Plant Pathology, 20: 86-88.
 13. **Burgess, L.W., D. Backhouse, B.A. Summerell and L.J. Swan.** 2001. Crown rot of wheat. Pages: 271-295. In: *Fusarium*. B.A. Summerell, J.F. Leslie, D. Backhouse, W.L. Bryden and L.W. Burgess (eds.). Paul E. Nelson Memorial Symposium. American Phytopathological Society, St. Paul MN, USA.
 14. **Chehri, K., B. Salleh, T. Yli-Mattila, M.J. Soleimani and A.R. Yousefi.** 2010. Occurrence, pathogenicity and distribution of *Fusarium* spp. in stored wheat seeds Kermanshah province, Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences, 13: 1178-1186.
 15. **Collard, B.C.Y., R.A. Grams, W.D. Bovill, C.D. Percy, R. Jolley, A. Lehmensiek, G. Wildermuth and M.W. Sutherland.** 2005. Development of molecular markers for crown rot resistance in wheat: mapping of QTLs for seedling resistance in a '2-49' x 'Janz' population. Plant Breeding, 124: 532-537.
 16. **Cook, R.J.** 2010. *Fusarium* root, crown, and foot rots and associated seedling diseases. Pages 37-39. In: Compendium of wheat diseases and pests. 3rd edition. W.W. Bockus, R.L. Bowden, R.M. Hunger, W.L. Morrill, T.D. Murray and R.W. Smiley (eds.). The Pennsylvania State University Press, University Park.
 17. **Crepel, C., S. Inghelbrecht, S. Baeyen and M. Maes.** 2006. First report of *Cochliobolus sativus* on wheat in Belgium. Plant Disease, 90: 1361.1-1361.1.

43. **Ogoshi, A., R.J. Cook and E.N. Bassett.** 1990. Rhizoctonia species and anastomosis groups causing root rot of wheat and barley in the Pacific Northwest. *Phytopathology*, 80: 784-788.
44. **Paulitz, T.C., R.W. Smiley and R.J. Cook.** 2002. Insight into the prevalence and management of soilborne cereal pathogens under direct seeding in the Pacific Northwest, U.S.A. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 24: 416-428.
45. **Saremi, H., A. Ammarellou and H. Jafary.** 2007. Incidence of crown rot disease of wheat caused by *Fusarium pseudograminearum* as a new soil born fungal species in North West Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10: 3606-3612.
46. **Smiley, R.W. and H. Yan.** 2009. Variability of Fusarium crown rot tolerances among cultivars of spring and winter wheat. *Plant Disease*, 93: 954-961.
47. **Smiley, R.W., J.A. Gourlie, S.A. Easley, and L.M. Patterson.** 2005. Pathogenicity of fungi associated with the wheat crown rot complex in Oregon and Washington. *Plant Disease*, 89: 949-957.
48. **Smiley, R. and L.M. Patterson.** 1996. Pathogenic fungi associated with Fusarium foot rot of winter wheat in the semiarid Pacific Northwest. *Plant Disease*, 80: 944-949.
49. **Smiley, R., R. Whittaker, J. Gourlie, S. Easley, K. Rhinhardt, E. Jacobsen, J. Peterson, K. Kidwell and K. Campbell.** 2003. Genetic tolerance to Fusarium crown rot of wheat. Agricultural experiment station, Oregon State University. Special report 1047. *In*: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/html/sr/sr1047/40.htm>: 7 pages.
50. **Stack, R.W.** 1994. Susceptibility of hard red spring wheats to common root rot. *Crop Science*, 34: 276 - 278.
51. **Stack, R.W. and M. McMullen.** 1999. Root and crown rots of small grains (root/crown rots of spring wheat and barley common root rot). North Dakota State University (NDSU), Extension Circular, PP-785. 8pp.
52. **Stein, J. M.** 2010. Common root and foot rot and associated leaf and seedling diseases. Pp. 26-28. *In*: Compendium of wheat diseases and pests. 3rd edition. W.W. Bockus, R.L. Bowden, R.M. Hunger, W.L. Morrill, T.D. Murray and R.W. Smiley, "eds". The Pennsylvania State University Press, University Park.
53. **Strausbaugh, C.A., K. Overturf and A.C. Koehn.** 2005. Pathogenicity and real-time PCR detection of *Fusarium* spp. in wheat and barley roots. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 27: 430-438.
54. **Summerell, B.A., B. Salleh and J.F. Leslie.** 2003. A utilitarian approach to *Fusarium* identification. *Plant Disease*, 87: 117-128.
55. **Summerell, B.A., J.F. Leslie, E.C. Y. Liew, M.H. Laurence, S.Bullock, T. Petrovic, A.R. Bentley, C.G. Howard, S.A. Peterson, J.L. Walsh and L.W. Burgess.** 2011. Fusarium species associated with plants in Australia. *Fungal Diversity*, 46: 1-27.
56. **Tinline, R.D., J.A. Diehl and D.T. Spurr.** 1994. Assessment of methods for evaluating common root rot in spring wheat and infection of subterranean plant International Wheat Genetics Symposium" by Wildermuth, G.B. Sydney University Press. Australia. <http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/3321/1/P121.pdf>.
31. **Hill, J.P. and D.L. Blunt.** 1994. Wheat seedling responses to root infection by *Cochliobolus sativus* and *Fusarium acuminatum*. *Plant Disease*, 78: 1150-1152.
32. **Hudec, K. and D. Muchová.** 2010. Influence of temperature and species origin on *Fusarium* spp. and *Microdochium nivale*, pathogenicity to wheat seedlings. *Plant Protection Science*, 46: 59-65.
33. **Klein, T.A., L.W. Burgess and F.W. Ellison.** 1991. The incidence and spatial patterns of wheat plants infected by *Fusarium graminearum* Group 1 and the effect of crown rot on yield. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42: 399-407.
34. **Ledingham, R.J., T.G. Atkinson, J.S. Horricks, J.T. Mills, L.J. Piening and R.D. Tinline.** 1973. Wheat losses due to common root rot in the Prairie Provinces of Canada, 1969-1971. *Canadian Plant Disease Survey*, 53: 113-122.
35. **Li, H., R.L. Conner, Q. Chen, H. Li, A. Laroche, R.J. Graf and A.D. Kuzyk.** 2004. The transfer and characterization of resistance to common root rot from *Thinopyrum ponticum* to wheat. *Genome*, 47: 215-223.
36. **Li, X., J.B. Zhang, B. Song, H.P. Li, H.Q. Xu, B. Qu, F.J. Dang and Y.C. Liao.** 2010. Resistance to fusarium head blight and seedling blight in wheat is associated with activation of a cytochrome P450 gene. *Phytopathology*, 100: 183-191.
37. **Mamlouk, O.F., M. Al-Ahmad and M.A. Makki.** 1990. Current status of wheat diseases in Syria. *Phytopathologia Mediterranea*, 29: 143-150.
38. **Mergoum, M., J.S. Quick, J.P. Hill, N. Nsarellah, M.M. Nachit and W.H. Pfeiffer.** 1998. Root rot of wheat: Inoculation and screening techniques, yield loss assessment, and germplasm evaluation. Pages 263-276. Mexico, DF (Mexico). CIMMYT/UCL/BADC.
39. **Mitter, V., M.C. Zhang, C.J. Liu, R. Ghosh, M. Ghosh and S. Chakraborty.** 2006. A high-throughput glasshouse bioassay to detect crown rot resistance in wheat germplasm. *Plant Pathology*, 55: 433-441.
40. **Moya, E.A.** 2010. Distribution and interaction of Fusarium crown rot and common root rot pathogens of wheat in Montana and development of an integrated management program for Fusarium crown rot. A dissertation submitted in partial fulfillment of Doctor of Philosophy in Plant Science and Plant Pathology, Montana state university, Bozeman, Montana: 224 pages.
41. **Murray, G.M. and J.P. Brennan.** 2009. The current and potential costs from diseases of wheat in Australia, Grains research and development corporation, Australian government, Level 1, 40 Blackall Street, BARTON ACT 2600, Coretext: 69 pages.
42. **Nelson, E.P., T.A. Tousson and W.F.O. Marasas.** 1983. Fusarium species: An Illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press, University Park, Pennsylvania: 192 pp.

deoxynivalenol accumulation of wheat in Marmara region and reactions of wheat cultivars and lines to *F. graminearum* and *F. culmorum*. Pakistan Journal of Plant Pathology, 5: 150-156.

61. **Wildermuth, G.B. and J.M. Morgan.** 2004. Genotypic differences in partial resistance to crown rot caused by *Fusarium pseudograminearum* in relation to an osmoregulation gene in wheat. Australasian Plant Pathology, 33: 121-123.
 62. **Wildermuth, G.B., R.B. McNamara and J.S. Quick.** 2001. Crown depth and susceptibility to crown rot in wheat. Euphytica, 122: 397-405.
 63. **Xie, G.Q., M.C. Zhang, T. Magner, T. Ban, S. Chakraborty and C.J. Liu.** 2006. Evidence that resistance to Fusarium head blight and crown rot are controlled by different genes in wheat. Pages; 15-19, In: The global Fusarium initiative for international collaboration: A strategic planning workshop held at CIMMYT, edited by Ban, T., J.M. Lewis, and E.E. Phipps. El Batán, Mexico; March 14-17, 2006. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- parts by the causal fungus *Cochliobolus sativus*. Canadian Journal of Plant Pathology, 16: 207-214.
 57. **Tobias, D.J., R.W. Stack, K.D. Puri, N. Riveland and S. Zhong.** 2009. Reactions of hard red spring wheat to common root rot under field conditions of Northern United States of America. Euphytica, 16: 32-53.
 58. **Tunali, B., J.M Nicol, S. Chakraborty, F.Y. Erol and G. Altıparmak.** 2006a. Turkish *Fusarium* isolates from wheat crown and head can cause severe crown rot. Pages 46-51. In: The global Fusarium initiative for international collaboration, A strategic planning workshop held at CIMMYT, edited by Ban, T., J.M. Lewis, and E.E. Phipps. El Batán, Mexico; March 14 - 17, 2006. Mexico, D.F.: CIMMYT.
 59. **Tunolia, B., N. Julie and G. Altıparmak.** 2006b. Pathogenicity of Turkish crown and head scab Isolates on stem based on winter wheat under greenhouse conditions. Plant Pathology Journal, 5: 143-149.
 60. **Tunali B., O. Büyük, D. Erdurmu , I. Ozseven and A. Demirci.** 2006c. Fusarium head blight and

Received: March 29, 2012; Accepted: January 23, 2015

تاريخ الاستلام: 2012/3/29؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2015/1/23