

تقييم رد فعل طرز وراثية من الفول تجاه الإصابة بفطر الصدأ (*Uromyces viciae-faba*) وتحديد سلالاته الفيزيولوجية خلال العام 2020 في سورية

شعلة العبود خاروف

كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات والهيئة العامة للثقافة الحيوية، وزارة التعليم العالي، دمشق، سورية.

البريد الإلكتروني للباحث المرسل: Shoula_kharouf@yahoo.com

الملخص

خاروف، شعلة العبود. 2023. تقييم رد فعل طرز وراثية من الفول تجاه الإصابة بفطر الصدأ (*Uromyces viciae-faba*) وتحديد سلالاته الفيزيولوجية خلال العام 2020 في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 41(4): 412-420. <https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.412420>

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على رد فعل عدد من الطرز الوراثية المنتخبة من الفول تجاه مرض صدأ الفول (*Uromyces viciae-faba*)، ولمعرفة مدى وجود سلالات فيزيولوجية مختلفة من الفطر في سورية. أجريت الاختبارات الحقلية والمختبرية في الهيئة العامة للثقافة الحيوية خلال موسم 2020 على ثمانية عشر طرزاً وراثياً من الفول تم الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية ومن بعض المخازن الزراعية الموزعة للذهور في سورية. أعدت النباتات المختبرة اصطناعياً عند مرحلة إزهار 50% من النباتات تحت الظروف الحقلية، حيث تم رشها بمعلق من الأبواغ اليوريدينية لأربعة عزلات من الفطر والمتحصل عليها من أوراق نباتات فول مصابة بمرض الصدأ من أربعة مناطق في سورية [منطقة الغاب، محافظة الرقة (قرية السخة)، محافظة الحسكة (قرية تل كرزيل) ومحافظة السويداء (منطقة شهباء)]. تم تحضين النباتات المعدة في جو من الرطوبة المشبعة تحت غطاء من البولي اثيلين عند حرارة 15°س وظلام تام ورطوبة 80-90% لمدة 48 ساعة. تم تقييم شدة الإصابة ونمطها وفق سلم تقيس 0-6 بناء على غزارة وحجم البثرات اليوريدينية على أوراق وأجزاء النبات. كما حددت السلالات الفيزيولوجية للعزلات الأربعة المستخدمة على 12 صنفاً من أصناف الفول التفرقية المتخصصة بدءاً من أبواغ يوريدينية نقية اعتماداً على نظام التسميات الثنائية تحت ظروف البيت الزجاجي. أوضحت النتائج أن درجة الحرارة 25°س كانت المثلى لإنبات الأبواغ اليوريدينية للفطر. استغرق ظهور البثرات اليوريدينية 11-12 يوماً من العدوى، ولم يكن أي من طرز الفول المختبرة منيعاً للمرض، في حين كانت 5 منها عالية المقاومة أو مقاومة (إسباني-ماريلا، حماه 2، غوطة الشام، بلدية الأمراء، و 04/56 ع)، 9 طرز وراثية متوسطة القابلية للإصابة (بلدي صفادعي عريض، HBP/SOE/2008، بلدي قبرصي، 04/57 ع، 004/52 ع، HBP/SOD/2007، R40، حماه 3، و HBP/SOD/2008)، طرازين وراثيين قابلين للإصابة (S.81077، و إسباني-القاسي)، وطرازين وراثيين عاليي القابلية للإصابة (بلدي محسن، و ILB 1814). كما أظهرت النتائج تبايناً واضحاً في رد فعل الطرز الوراثية للفول إزاء العزلات الفطرية الأربعة المستخدمة، وقد بين تعريف السلالات وجود أربع سلالات للفطر مختلفة الشراسة في سورية، حيث كانت السلالة المجموعة من الغاب (48uvf62) أكثرها شراسة، تلتها السلالتين المجموعتين من السويداء (34uvf60) والحسكة (31uvf58)، في حين كانت السلالة المجموعة من الرقة (34uvf40) أقلها شراسة، مما يشير إلى اختلاف شراسة العزلات الفطرية المختبرة حسب المنطقة.

كلمات مفتاحية: فول، صدأ الفول، *Uromyces viciae-faba*، سلالات فيزيولوجية، سورية.

المقدمة

يعد الصدأ أحد الأمراض الرئيسية التي تصيب نبات الفول في عدة مناطق من العالم، ويتسبب عن الفطر *Uromyces viciae-faba* (Pers) Schroet من صف الفطور البازيدية (*Basidiomycetes*) وتحت صف الفطور البازيدية المتباينة (*Hetero-Basidiomycetidae*)، ورتبة الأصداء (*Uredinales*)؛ وفصيلة *Pucciniaceae*، إجباري التطفل داخلي، وحيد العائل كامل الدورة والطور البكني والإيسيدي نادري الحدوث (Mendgen, 1997؛ Voegelé, 2006)، ولكنه يمكن أن يتطفل على البيقية الشائعة (*Vicia sativa*)، البازلاء (*Pisum sativum*) والعدس (*Lens culinaris*) (Conner & Bernier, 1982a).

يعتبر الفول (*Vicia faba* L.) مصدراً جيداً للبروتين من خلال تثبيت النيتروجين الحيوي (Jensen et al., 2010)، ويحتل المرتبة السادسة بين المحاصيل البقوليات، حيث يبلغ إنتاجه العالمي 4.56 مليون طن سنوياً، (FAOSTAT, 2022)، بينما انخفضت مساحة زراعته في جميع أنحاء العالم إلى 2.1 مليون هكتار بسبب إصابته بالأمراض الفطرية وعدم توفر أصناف مقاومة لها في موسم 2009 (Sillero et al., 2010).

مختلفة كالغاب، الرقة، السويداء، الحسكة، وريف حلب. ولم يحظ هذا المرض في سورية بما يستحق من دراسات متعمقة خاصة من حيث تفاعله مع طرز الفول المزروعة (Sillero *et al.*, 2011)، ومع الأنواع النباتية البرية المستوطنة القريبة منها، وكذلك من حيث تقصي وجود سلالات فيزيولوجية مختلفة للفطر وتوقع احتمال نشوء سلالات جديدة في المستقبل، وبخاصة إذا كان الفطر يكمل دورة حياته النموذجية في البيئة المحلية. وقد أتى ذكر هذا المرض سابقاً في سياق حصر الأمراض النباتية في سورية عام 1974، وقبل ذلك كانت هناك معلومات غير منشورة عن أهمية المرض محلياً (Bayaa, 1985)، كما اعتبره Anil *et al.* (2012) مرضاً مهماً واسع الانتشار على الفول في كل من المنطقة الساحلية والغاب وإدلب في سورية.

إن استنباط أصناف مقاومة لصدأ الفول هي الطريقة المرشحة لاحتلال الصدارة في طرائق مكافحة هذا المرض الذي يتميز كغيره من فطور الصداً بصعوبة مكافحته بالوسائل الأخرى نظراً لطبيعة تطفله (Al-Azmeh & Faddoul, 1987). كما أن نقل مورثات المقاومة من النبات المقاوم إلى النبات القابل للإصابة (Voegelé, 2006) يمكن أن تعد من أفضل طرائق المكافحة وأجداها اقتصادياً على المدى البعيد (Singh & Sokhi, 1980)، الأمر الذي دعانا إلى اختبار مقاومة طرز وراثية منتخبة من الفول تجاه صداً الفول (*Uromyces viciae-faba*)، والتحري عن السلالات الفيزيولوجية للفطر في سورية بغية الحصول على طرز وراثية من الفول مقاومة أو متحملة للإصابة بهذا المرض يستفاد منها في عمليات التربية والانتخاب للحصول على أصناف عالية الإنتاج ومواصفات نوعية جيدة، وللتقليل ما أمكن من الخسائر الناتجة عن الإصابة بهذا المرض.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية

أجريت الدراسة والاختبارات خلال موسم 2020 في مختبرات وحقول الهيئة العامة للتقانة الحيوية بدمشق. استخدم فيها 18 طرازاً وراثياً من الفول لاختبار مقاومتها للفطر المسبب لمرض صداً الفول، 12 منها من هيئة البحوث العلمية الزراعية -وزارة الزراعة في سورية (حماه 2، حماه 3، ILB1814، HBP/SOE/2008، 04/57 ع، HBP/SOD/2007، 04/56 ع، R40، بلدي HBP/SOD/2008، S.81077، 04/52 ع، 04/56 ع، R40، بلدي محسن)، و 6 أصناف تجارية (اسباني-ماريلا، بلدي ضفادعي عريض، بلدي قبرصي، غوطة الشام، بلدي الأمراء، واسباني-القاسي). يعد الصنف R40 عالي القابلية للإصابة واستخدم كشاهد وكصنف قابل لإكثار الأبواغ اليوريدينية عليه. بالإضافة لذلك، تم استخدام 12 صنفاً متحصل عليها من مركز بحوث كينيا كأصناف تفريقية لتعريف السلالات

نظراً لأهمية هذا المرض، أجريت عدة دراسات لتقصي وجود سلالات فيزيولوجية لصدأ الفول في مختلف مناطق العالم. أمكن من خلالها تمييز 9 سلالات في يوغسلافيا باستخدام أصناف من البازلاء كعوائل تفريقية (Laundon & Warteston, 1965)؛ وفي الهند أمكن الكشف عن 7 سلالات للفطر باستخدام 12 صنفاً من العدس (Singh & Sokhi, 1980). وفي كندا أمكن التفريق بين 17 سلالة بدراسة رد فعلها تجاه 12 صنفاً من البازلاء (Singh & Sokhi 1980). يعدّ الطقس الرطب الدافئ (رطوبة عالية 80-90% وحرارة 18°س) مناسبة لانتشار هذا المرض، كما تم تحديد درجات الحرارة الصغرى والمثلى والعظمى لإنبات أبواغه (Rashid & Bernier, 1984). يسبب المرض خسائر كبيرة خاصة في الزراعات المبكرة حيث تظهر الأعراض خلال شهري شباط/فبراير وآذار/مارس (Peterson *et al.*, 1948)، بينما نقل أهميته في الزراعات المتأخرة (Tanno & Willcox, 2006). حيث وصل انخفاض الغلة إلى 70% في الإصابة المبكرة (Liang, 1986)؛ مقارنة مع 20% في الإصابة المتأخرة (Rashid *et al.*, 1991) (Sillero & Rubiales, 2014).

تظهر أعراض الإصابة على هيئة بثرات يوريدينية متجمعة بغزارة خاصة قرب عروق الأوراق ومرتبطة على شكل دوائر وحيدة المركز (Browning & Frey, 1969). وللفطر أجيالٌ عديدة خلال الموسم يختلف عددها بحسب توفر الظروف المناسبة (Laundon & Warteston, 1965)، وقد قدر عدد الأجيال في الموسم بـ 7-9 أجيال. تموت الأبواغ الإيسيدية واليوريدينية بعد الحصاد (Rubiales *et al.*, 2013)، أما التيليتية فتقاوم درجات الحرارة المرتفعة وتبقى حية لمدة سنتين عند حفظها عند حرارة 3-18°س (Shaik, 1985)، وتثبت لتعطي عدوى وإصابة جديدة. وأكدت أبحاث سابقة (Abed, 1952)؛ Al-Ghamrawi *et al.*, 1957) أن الفطر يعتمد على الدورة المختزلة ويجدد العدوى اعتماداً على الأبواغ اليوريدينية التي تجدد نفسها باعتبارها الطور الضار، وتستطيع تحمل الظروف غير المناسبة لفترات تساعدها على إعادة العدوى (Steadman *et al.*, 2002). وعليه يعتقد في سورية أن زراعة الفول في عروات مختلفة هي مصدر عدوى لبعضها بعضاً (Al-Ahmad & Zaza 1986). وعلى الرغم من مشاهدة الطور الإيسيدي على الفول في فلسطين (Rayss, 1951) إلا أن دوره ليس ذو أهمية في دورة الحياة الكاملة (Usman *et al.*, 2017).

بلغت الخسائر 30% في شمال سورية (Maalouf *et al.*, 2018) نتيجة الإصابة بالصدأ في مرحلة البادرات. ازدادت أهمية هذا المرض في سورية بعد دخول بذور الفول في صناعة التعليب، الأمر الذي أدى إلى زيادة المساحات المزروعة به محلياً موزعة في مناطق محافظات

الفيزيولوجية (Montcalm، Redlands pioneer، Early Gallatin، Mexico، Aurora، GN1140، PI 260418، GGwax، PC-50، 309، Mexico 235، CNC، PI 181996).

تحضير اللقاح المعدني

جُمعت نباتات فول مصابة من حقول المزارعين في كل من منطقة الغاب، محافظة الرقة (قرية السبخة)، محافظة الحسكة (قرية تل كيريزيل) ومحافظة السويداء (منطقة شهباء) خلال شهر آذار/مارس لموسم 2020 خلال مرحلة اشتداد أعراض المرض عند انتشار البثرات اليوريدينية بشدة على كامل سطح الأوراق وأعناقها ومختلف الاجزاء الخضرية للنبات، وتم اختيار الأوراق الحاملة للبثرات اليوريدينية حديثة التفتح. احضرت العينات، كل على حدة، من كل منطقة إلى مختبرات الهيئة العامة للثقافة الحيوية لتعريف السلالات لكل منطقة.

غسلت الأوراق بالماء للحصول على معلق بوغي تمت تصفيته للتخلص من الأجزاء النباتية، بعدها تم إعداد اللقاح المعدني بتركيز 1000 بوغة يوريدينية سليمة/ميكروليتر، ومن جهة ثانية، تم الحصول مختبرياً على أربع عزلات فطرية نقية، تمثل كل منها مناطق الزراعة الأربعة. زرع الصنف R-40 عالي قابلية للإصابة في أصص مملوءة بالتورب بمعدل 5 بذور/أصيص، وأجريت العدوى الاصطناعية عند ظهور 7-8 وريقات، وذلك بترطيبها ووخز الأوراق بإبرة تشريح محملة بأبواغ يوريدينية مرطبة مأخوذة من بثرة مفردة واحدة حديثة التفتح من النباتات المصابة ولكل عذلة على حدة، ثم حضنت النباتات المعدية ضمن حاضنة خاصة لهذا الغرض. عُزلت النباتات المعدية عن بعضها بتغطيتها بأكياس من البولي إثيلين لمدة 60-72 ساعة، وحضنت في الظلام عند حرارة 18°س و 80-90% رطوبة لمدة 24 ساعة، ثم 8 ساعات ظلام و 16 ساعة ضوء وحرارة 18°س و 80-90%.

تقدير شدة الإصابة ورد فعل النبات

قدرت شدة الإصابة وردّ فعل الطرز الوراثية والأصناف المزروعة تجاه المرض في مرحلة البادرة بعد 14 يوماً من العدوى. صنّقت النباتات على أنها مقاومة أو متوسطة المقاومة أو متوسطة القابلية للإصابة أو قابلة للإصابة اعتماداً على سلم تقييس 0-6، حيث 0= منيع، 1= مقاوم جداً، 2= مقاوم مع نكرزة، 3= متوسط المقاومة، 4= متوسط القابلية، 5= قابل للإصابة، 6= عالي القابلية للإصابة (Steadman et al., 2002). وبالمقابل تم حساب نمط الإصابة وفق سلم 0-6، 0= منيع، 1= عالي المقاومة، 2= مقاوم، 3= معتدل المقاومة، 4= متوسط القابلية، 5= قابل للإصابة، 6= عالي القابلية للإصابة (Rashid & Bernier, 1984). تم شرح الدليل البصري لسلم تقييس ردّ فعل نبات الفول تجاه الممرض من قبل Kedar et al. (2016).

التجربة الحقلية

تمت زراعة 18 طرازاً وراثياً من الفول في حقول الهيئة العامة للثقافة بدمشق وفق تصميم القطع العشوائية الكاملة (RCBD) بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة. زرع كل طراز/صنف في خط واحد بطول 1.5 م، وبمعدل 15 بذرة/خط، وتركت مسافة 30 سم بين الخط والآخر، وزرع خط واحد بالصنفين R-40 والبلدي المحسن بالتناوب، وزرع نطاق من الصنف البلدي حول التجربة بعرض 1 م وطُبقت على التجربة العمليات الزراعية المعتادة. تم القيام بالعدوى الاصطناعية، حيث رُشّت نباتات الفول في الحقل، عند بلوغ مرحلة الإزهار 50%، بمعلق الأبواغ اليوريدينية بتركيز 10×10^4 بوغة يوريدينية/مل من العزلات الأربعة التي تم عزلها واكثارها من مناطق المسح (الغاب، الحسكة، الرقة والسويداء)، باستخدام مرش يدوي، وتم تغطيتها لمدة 60-72 ساعة بغطاء من البولي إثيلين مثبت على هيكل معدني، وأجريت عمليات التهوية والترطيب خلال مدة التغطية عند الحاجة. أخذت القراءات بعد 14 يوماً من العدوى حيث اعتبرت العذلة شرسة عند قراءة 4-6 درجات وغير شرسة عند قراءة 0-3 ودخل في تعريف السلالات فقط تلك الأصناف التي كان رد فعلها 4-6 درجات (Conner & Bernier, 1982b).

التجربة المختبرية لتحديد السلالات الفيزيولوجية

زرعت أصناف الفول التفرقية الـ 12 التي تم الحصول عليها من مركز بحوث كينيا، في أصص بقطر 10 سم ضمن صواني مجهزة بفقص، مما سمح بتغطيتها بالبولي إثيلين وتركت في جو البيت الزجاجي. أجريت العدوى الاصطناعية بعد ثلاثة أسابيع من الزراعة، ولكل عذلة على حدة، بلقاح أبواغ يوريدينية نقية وذلك بالرش بمعلق بوغي مائي. ولزيادة فعالية العدوى تم تجريح أوراق النباتات بالوخز بإبرة تشريح، ثم تمت التغطية بالبولي إثيلين وحضنت كل عذلة في حاضنة خاصة. تم أخذ القراءات بعد 14 يوم من الإلقاح.

تم تحديد هوية السلالات الفطرية باستخدام نظام التسميات الثنائية (binary nomenclature system) بناءً على التفاعل بين الأصناف التفرقية الاثني عشر (Nyang et al., 2016) وعزلات *Uromyces viciae-faba* المحلية، حيث تم اعتماد الإجراء الخاص بتحديد سلالات صدأ الفول، واتباع نظام التسميات الثنائية المقترح من قبل Steadman et al. (2002). مثل الرقم الأول مجموع القيم الثنائية لأصناف الأنديز (Andean) التي تم الحصول عليها من مركز بحوث كينيا والتي تدخل في تعريف السلالات القابلة والثاني مجموع القيم الثنائية لأصناف أمريكا الوسطى. أخذت شدة الإصابة ودرجة المقاومة، عدد البثرات وقطرها وقطر الهالة المحيطة بها على الورقة المصابة المفردة للأصناف المختارة.

تحليل البيانات

والطرز اسباني-قاسي اللذين أظهرتا قابلية عالية للإصابة، أما بقية الطرز الوراثة المختبرة فقد كانت كلها متوسطة القابلية للإصابة وهذا ما توافق مع ما نشر سابقاً (Conner & Bernier, 1982c).

تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الاحصائي Genstat 12 وتحليل التباين (ANOVA) من أجل تحديد تأثير سلالات فطر صدأ الفول المعرفة في سورية على مستوى الأصناف التفريقية.

السلالات الفيزيولوجية لفطر صدأ الفول

أمكن باستخدام الأصناف التفريقية المعيارية (Steadman *et al.*, 2002) تمييز العزلات الفطرية التي تم جمعها من أربع مناطق في سورية، إلى أربعة سلالات مختلفة الشراسة، حيث كانت سلالة الغاب (48uvf62) هي الأكثر شراسة، تلتها عزلة السويداء (34uvf60) والحسكة (31uvf58)، بينما كانت سلالة الرقة (34uvf40) أقلها شراسة (جدول 2). الأمر الذي يشير إلى اختلاف شراسة العزلات الفطرية المختبرة حسب المنطقة، حيث أن الظروف المناخية تؤثر في حيوية فطر صدأ الفول (Liebenberg & Pretorius, 2010) بشكل ينتج عنه سلالات مختلفة، مما يتيح المجال في تحديد مصادر المورثات المقاومة التي يمكن استخدامها في برامج تربية الفول لمقاومة مرض الصدأ. وقد لوحظ أن هذه السلالات ذاتها كانت أكثر شراسة على الأصناف المحلية منها على التفريقية (الجدولين 1 و 2).

النتائج والمناقشة

بينت كافة الاختبارات الحقلية والمختبرية، ظهور البثرات اليوريدينية بعد 10-14 يوماً من العدوى، وبناء عليه كانت المدة 14-20 يوماً بعد العدوى هي الوقت المناسب لأخذ قراءات شدة الإصابة ورد فعل النبات.

اختبار مقاومة طرز/أصناف الفول تجاه فطر الصدأ في الحقل

يلخص جدول 1 رد فعل الطرز الوراثة الـ 18 من الفول للإصابة بأربع عزلات من مرض صدأ الفول. أبدى الصنف حماه 2 مقاومة لجميع العزلات المختبرة، وكانا الصنفين غوطة الشام وبلدية الأمراء متوسطي المقاومة. في حين كان الصنف R-40 قابل إلى متوسط القابلية للإصابة والطرز S.81077 قابل للإصابة، بخلاف الشاهد المحلي البلدي المحسن

جدول 1. متوسط شدة إصابة 18 طرز وراثي من الفول بأربعة عزلات من فطر صدأ الفول *Uromyces viciae-faba* معزولة من أربع مناطق في سورية (الرقة، الحسكة، السويداء والغاب) تحت الظروف الحقلية في سورية، خلال عام 2020 (القراءات تمثل 3 مكررات).

Table 1. Disease severity of 18 faba bean genotypes against four isolates of *Uromyces viciae-faba* isolated from 4 locations in Syria (Raqqa, Hasakah, Al Suwayda and Al-Ghab) under field conditions, during 2020 (values are mean of 3 replicates).

متوسط شدة الإصابة بالعزلة الفطرية المعزولة من*				طرز الفول الوراثة	Faba bean genotypes
الغاب	السويداء	الحسكة	الرقة		
Al Ghab	Al Suwayda	Al Hasakah	Raqqa		
3	2	2	2	Asbani-Marbella	اسباني-ماربلا
1	1	1	1	Hamah 2	حماه 2
4	3	3	4	ILB 1814	
3	3	2	2	Baladi Dafadie Wide	بلدي ضفادعي عريض
4	3	3	2	HBP/SOE/2008	
3	2	3	2	Baladi Qubrusiun	بلدي قبرصي
3	1	2	2	Ghuta Al-Sham	غوطة الشام
3	3	3	3	Baladi Alamira	بلدية الأمراء
6	4	5	4	Asbani-Alaassi	اسباني-القاسي
3	5	3	3	ع 04/ 57	
4	3	3	3	HBP/SOD/2007	
5	5	5	4	R-40	
4	4	4	4	S.81077	
3	3	1	3	ع 04/52	
4	3	3	3	Hamah 3	حماه 3
2	2	1	1	ع 04/56	
2	3	1	1	HBP/SOD/2008	
6	5	5	5	Baladi Muhasn	بلدي محسن

* 0=منيع، 1=عالي المقاومة، 2=مقاوم، 3=متوسط المقاومة، 4=متوسط القابلية، 5=قابل للإصابة، 6=عالي القابلية للإصابة (Rashid & Bernier, 1984).
* 0= Immune, 1= Highly resistant, 2= Resistant, 3= Moderately resistant, 4= Moderately susceptible, 5= Susceptible, 6= Very susceptible (Rashid & Bernier, 1984)

جدول 2. متوسط شدة إصابة الأصناف التفريقية للقول المعديّة بالعزلات السورية الأربع المجموعة من الغاب، السويداء، الحسكة والرقّة لفطر *Uromyces viciae-faba* وتحديد السلالات الفيزيولوجية لفطر صدأ الفول تحت ظروف البيت الزجاجي خلال العام 2020.

Table 2. Response of differential faba bean cultivars to four Syrian isolates (Al-Ghab, Al-Suwayda, Al-Hasakah, and Raqqa) of *Uromyces viciae-faba* under greenhouse conditions, during 2020.

تعريف السلالات الفيزيولوجية Physiological races analyses				متوسط شدة الإصابة بالعزلة الفطرية* Average of disease severity of infection with fungal isolate*				القيمة الثنائية Binary value	الأصناف التفريقية ومصدرها Differential cultivars & their source
الرقّة Raqqa	الحسكة Al Hasakah	السويداء Al Suwayda	الغاب Al Ghab	الرقّة Raqqa	الحسكة Al Hasakah	السويداء Al Suwayda	الغاب Al Ghab		
									الأنديز Andean
2	6	3	2	-	+	-	-	1	Early Gallatin
6	5	6	3	+	+	+	-	2	pioneer Redlands
3	6	3	3	-	+	-	-	4	Ontcalm
2	6	2	3	-	+	-	-	8	PC-50
3	5	3	6	-	+	-	+	16	GGwax
6	3	6	5	+	-	+	+	32	P1260418
34	31	34	48						مجموع رد فعل الأصناف Total of cultivars reactions
									أمريكا الوسطى Mesoamerican
1	3	3	3	-	-	-	-	1	GN1140
2	5	2	5	-	+	-	+	2	Aurora
1	2	6	5	-	-	+	+	4	Mexico 309
6	6	5	6	+	+	+	+	8	Mexico 235
3	6	5	6	-	+	+	+	16	CNC
6	6	6	6	+	+	+	+	32	PI 181996
40	58	60	62						مجموع رد فعل الأصناف Total of cultivars reactions
34uvf40	31uvf58	34uvf60	48uvf62	34uvf40	31uvf58	34uvf60	48uvf62		السلالات الفيزيولوجية Physiological races

* (+) = presence of disease symptoms, (-) absence of disease symptoms.

* (+) = ظهور الأعراض بالإصابة، (-) = عدم ظهور الأعراض بالإصابة.

جدول 3. معدل درجات الإصابة مع الانحراف المعياري لأصناف الفول التفريقية عند الإعداء بخليط من الأبواغ اليوريدينية لصدأ الفول في سورية، 2020.

Table 3. Mean disease scores of *Uromyces viciae-faba* races on standard differential faba bean cultivars in Syria, 2020.

معدل درجات المرض ± الانحراف المعياري Mean disease score ± standard deviation	الأصناف التفريقية Differential cultivars
6.1±0.52	Aurora
1.3±1.64	CNC
6.5±0.27	Early Gallatin
2.8±0.25	GN1140
5.8±0.25	Golden gate wax
2.0±0.50	Mexico 235
0.4±0.18	Mexico 309
5.1±0.30	Montcalm
3.1±0.13	PI 181996
1.9±0.48	P1260418
6.0±0.27	PC-50
3.8±0.53	Redlands pioneer
<0.001	P- value

نتج عن التفاعل بين الفطر المسبب لصدأ الفول والأصناف التفريقية طيف واضح وواسع من المقاومة. يبين جدول 3 درجات الإصابة على الأصناف التفريقية، عند الإعداء بخليط من الأبواغ اليوريدينية لصدأ الفول، حيث أظهر تحليل التباين وجود اختلاف كبير في مقاومة الأصناف التفريقية للعزلات/السلالات المختبرة في هذه الدراسة. كما أظهرت ردود فعل الأصناف التفريقية وعزلات/سلالات الفطر الأربع المعرفة في أربع مناطق تبايناً واضحاً بين العزلات/السلالات. إذ لوحظ اختلاف كبير في الضراوة بين السلالات على الأصناف التفريقية وكانت السلالة 48uvf62 (المجموعة من الغاب)، الأكثر ضراوة على الأصناف التفريقية. تبعها السلالة 34uvf60 (من السويداء)، بينما كانت السلالتين 31uvf58 (من الحسكة) و 34uvf40 (من الرقة) الأقل ضراوة، حيث تباينت درجة شراسة السلالات المعرفة وفق ردود أفعال الأصناف التفريقية لصدأ الفول (جدول 4) (Arunga et al., 2012).

جدول 4. درجة شراسة السلالات المعروفة لصدأ الفول على أصناف الفول التفريقية خلال العام 2020.

Table 4. Mean virulence of *Uromyces viciae-faba* races on standard faba bean differential cultivars during 2020.

معدل الشراسة ± الانحراف المعياري Virulence mean ± standard deviation	السلالات الفيزيولوجية Physiological races
3.2±0.4	48uvf62
3.0±0.4	34uvf60
1.8±0.3	31uvf58
0.6±0.4	34uvf40

لم يُظهر الصنف البلدي المحسن ردود أفعال مقاومة تجاه العدوى بالمرض، مما يدل على أنه لا يصلح للإدخال في برامج التربية لتطوير المقاومة تجاه الفطر المسبب لصدأ الفول. في حين تتفاعل الصنف R-40 في كافة الاختبارات ومع كل العزلات على أساس أنه قابل للإصابة، واستطاع أن يكون في الحقل متوسط القابلية لعزلة الرقة بينما كان قابلاً للإصابة تحت ظروف المختبر وهذا يتوافق مع ما ذكر سابقاً (Liang, 1986). يشير تقلب الفوعة بين سلالات الفطر *Uromyces viciae-faba* المعرفة وهي أربع سلالات، كما ذكر أعلاه، إلى أن

الصنف قد يكون مقاوماً لسلالة ما وعرضة للإصابة بسلالة أخرى (Linde *et al.*, 1990). هناك حاجة إلى تحديد السلالات الفسيولوجية لمرض الصدا الذي يعد عاملاً بالغ الأهمية في تحديد وتطوير أنواع فول مقاومة لصدأ كاستراتيجية فعالة لإدارة مرض الصدا في سورية (Rayss, 1951).

يبين الجدول 5 نتائج رد فعل طرز الفول التفريقية المقترحة الخمسة (حماء 2، ILB1814، HBP/SOE/2008، R-40 وبلدي محسن) مع العزلات المختلفة للمرض من حيث عدد البثرات المتشكلة على الوريقة وقطر البثرة الواحدة والهالة الشاحبة المتشكلة حولها. أشارت النتائج إلى عدم وجود علاقة ارتباط بين عدد البثرات وقطرها ($r = 0.025$) من جهة، وبينها وقطر الهالة ($r = 0.33$) (Nyang *et al.*, 2016)، خلافاً لما تفترضه طريقة تقدير شدة الإصابة من وجود علاقة طردية بينها وبين عدد البثرات على الوريقة الواحدة وهذا يتفق مع ما نشر سابقاً (Anil *et al.*, 2012). يعزى هذا الخلاف إلى عدم كفاية القراءات التي اقتصر على نتائج تعداد البثرات لوريقة واحدة في كل مكرر (Sillero & Rubiales, 2014). أما أقطار البثرات والهالات فكانت لمتوسط 5 قياسات، الأمر الذي يمكن أن يكون قد حال دون الحصول على استنتاجات نهائية حول العلاقة بين هذه المتغيرات الثلاثة.

جدول 5. عدد البثرات على الوريقة الواحدة لنبات الفول، وأقطارها والهالات المحيطة بها، تحت ظروف العدوى الاصطناعية في الحقل والبيت الزجاجي بعد الإلقاح بعزلات من الفطر الممرض جمعت من أربعة مواقع (الغاب، الحسكة، السويداء، والرقة) في سورية خلال العام 2020.

Table 5. Number of pustules on faba bean leaflets, pustules diameter and diameter of the surrounding halo around the pustules following artificial inoculation in the field and glasshouse with isolates collected from four locations (Al-Ghab, Al-Hasakah, Al-Suwayda and Raqqa) in Syria during 2020.

القرءات Observations												أصناف الفول/العزلات الفطرية Faba bean genotypes/ fungal isolates	الحقل Field
الرقة Raqqa			السويداء Al Suwayda			الحسكة Al Hasakah			الغاب Al Ghab				
III	II	I	III	II	I	III	II	I	III	II	I		
3.1	1.2	5.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.1	14	3.0	1.0	5.0	Hamah 2	حماء 2
3.0	1.1	9.0	2.8	2.8	5.0	3.1	3.1	25	3.0	1.2	8.0	ILB 1814	
3.0	1.1	5.0	3.0	2.8	8.0	3.0	1.1	16	3.1	1.1	7.0	HBP/SOE/ 2008	
2.8	1.2	22	2.7	1.1	18	2.9	1.1	26	3.0	1.1	21	R-40	
2.8	1.2	22	2.7	1.1	18	2.9	1.1	33	2.9	1.2	24	Baladi Muhasn	بلدي محسن
البيت الزجاجي Greenhouse													
3.1	1.2	5.0	3.0	1.0	1.0	3.0	1.1	14	3.0	1.0	5.0	Hamah 2	حماء 2
3.0	1.1	9.0	2.8	1.2	5.0	3.1	1.3	25	3.0	1.2	8.0	ILB 1814	
3.0	1.1	5.0	3.0	1.2	8.0	3.0	1.1	16	3.1	1.1	7.0	HBP/SOE/ 2008	
2.8	1.0	36	2.8	2.1	31	2.9	1.1	23	3.0	1.1	21	R-40	
2.8	1.2	22	2.7	1.1	18	2.9	1.1	26	2.9	1.2	24	Baladi Muhasn	بلدي محسن

(I) = عدد البثرات في 1سم²، (II) = متوسط قطر البثرة لـ 5 قياسات (مم)، (III) = متوسط قطر الهالة لـ 5 قياسات (مم).

(I) = number of pustules/cm², (II) = mean pustule diameter (5 measurements) in mm, (III) = mean halo diameter (5 measurements) in mm.

البحث عن وجود سلالات لفطر الصداً أو تطورها ونشوء أخرى جديدة في سورية، ضمن الحقل والبيوت الزجاجي على حد سواء.

شكر وتقدير

نشكر مركز البحوث الزراعية في كينيا لتزويدنا بالأصناف التفريقية، وكل الشكر والتقدير لقسم الأصول الوراثية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية لتزويدنا بالطرز الوراثية المستخدمة في هذه الدراسة.

وبشكل عام، لوحظ اتساق نتائج الاختبار الحقل مع نتائج البيت الزجاجي ولكافة السلالات الأربع، ولكن الإصابة الأشد كانت في الحقل (بثرات أكثر عدداً وأكبر حجماً) مقارنة بعدوى البيت الزجاجي، وعلى جميع طرز الفول الخمسة المقترحة كأصناف تفريقية، مما يمكن تفسيره بتأثير عوامل البيئة في كلا الاختبارين. على الرغم من الجهود الحالية للبحث عن مصادر جديدة لمقاومة الصداً، واستمرار الحاجة إلى مراقبة تطور شراسة السلالات تجاه هذه المصادر، يمكن اعتماد طرز الفول الوراثية الخمسة المقترحة، نظراً لثبات صفات تفاعلها مع هذا المرض، كأصناف تفريقية محلية إضافة إلى الأصناف التفريقية العالمية، بغرض

Abstract

Kharouf, Sh.A. 2023. Reaction of Some Faba Bean Genotypes to Infection with *Uromyces viciae-faba* Fungal Pathogen and the Identification of its Physiological Races in Syria during 2020. Arab Journal of Plant Protection, 41(4): 412-420. <https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.412420>

The aim of this study was to assess the resistance level of some faba bean genotypes against infection with *Uromyces viciae-faba* (Pers) Schroet and to investigate the presence of different physiological races of this pathogen in Syria during the 2020 season. Eighteen genotypes/cultivars of faba bean (*Vicia faba* L.) were selected from breeding materials of the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR) and some other sources that distribute faba bean seeds resistant to bean rust disease. Field, greenhouse and laboratory tests were carried out at the National Commission for Biotechnology (NCBT) during the 2020 growing season. When more than 50% of faba bean plants were at the flowering stage, they were artificially inoculated with urediniospore suspension collected from several fields of early mature plants. The inoculation was carried out with excess moisture under polyethylene cover for 48 hours, and disease symptoms appeared 11-14 days after inoculation. The disease severity and infection type were determined using a 0-6 scale, with 0=immune and 6= highly susceptible, based on the density and size of pustules on leaves and other parts of the plant. The results obtained showed that temperature of 25°C was optimal for rust urediniospores germination and showed that five of the tested faba bean genotypes, Hama 2, seeds, Marbella, Damascus Ghuta, Umara Balaiye seeds and 04/56A were highly resistant or resistant, whereas the other nine genotypes/cultivars Dafadie broad, HBP/SOE/2008, Cypriot Balady, H 04/57, HBP/SOD/2007, REBAE 40, H 04/52, Hama 3, HBP/SOD/2008 were moderately resistant. Two genotypes S.81077 and Alaassi Spanish were susceptible and two genotypes ILB 1814 and improved Syrian local were highly susceptible. Differential reactions of faba bean genotypes inoculated with four different isolates, showed a clear variation in the interactions of bean genotypes with different fungal isolates. The study identified four races using a scale described earlier by Steadman *et al.* (2002) and were given the following codes: 34uvf40, 31uvf58, 34uvf60, 48uvf62. The race from Al-Gab was the most virulent, followed by Al-Hasakah and Al Suwayda isolates. The races isolated from Raqqa were less virulent. Results obtained clearly showed that genetic variability existed among *Uromyces viciae-faba* (Pers) Schroet. in Syria, and more studies are still needed to identify them further.

Keywords: Faba bean rust, *Uromyces viciae-Faba*, physiological races, Syria.

Affiliation of author: Sh.A. Kharouf. Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Deir Elzor, Syria and National Commission for Biotechnology (NCBT), Damascus, Syria. Email address of corresponding author: Shoula_kharouf@yahoo.com

References

- Abed, H.T.** 1952. Plant diseases and ways to control, Modern Commercial, Press, University Book, Cairo, Egypt 229 pp.
- Al-Azmeh, F. and J. Faddoul.** 1987. Plant pathology. Directorate of Damascus University Books. 294 pp.
- Al-Ahmad, M. and A. Zaza.** 1986. Diseases of chickpeas and Faba beans in Syria. The annual report of the joint scientific cooperation program between the GCSAR and ICARDA.
- Al-Ghamrawi, A.K., N. Mustafa and A.H. Tawfiq.** 1957. Plant diseases and their resistance. Anglo Egyptian Library, Cairo, Egypt. 361 pp.
- Anil, K., B.P. Singh, A. Bhatt, U.S. Shutosh, P.K. Kumar, B.K.S. Sundaram, C. Naresh and R.C. Bharati.** 2012. Improvement of Faba bean (*Vicia faba* L.) yield and quality through biotechnological approach.

- African Journal of Biotechnology, 11(87):15264-15271. <http://dx.doi.org/10.5897/AJB12.1926>
- Arunga, E.E., J.O. Ochuodho, M.G. Kinyua and J.O. Owuoche.** 2012. Characterization of *Uromyces appendiculatus* isolates collected from snap bean growing areas in Kenya. African Journal of Agricultural Research, 7(42):5685-5691. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR12.1826>
- Bayaa, B.** 1985. Field Crops Diseases. Directorate of Aleppo University Books and Publications, Aleppo, Syria. 312 pp.
- Browning, J.A. and K.J. Frey.** 1969. Multiline cultivars as a means of disease control. Annual Review of Phytopathology, 7:355-382. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.07.090169.002035>

المراجع

- Conner, R. and C. Bernier.** 1982a. Breeding for resistance to Faba bean rust. Pages 251-257. In: Faba Bean Improvement Proceedings of the Faba Bean Conference. March 7-11, 1981, Cairo, Egypt. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-7499-9>
- Conner, R. and Bernier C.** 1982b. Inheritance of rust resistance in inbred lines of *Vicia Faba*. *Phytopathology*, 72(12):1555-1557. <https://doi.org/10.1094/Phyto-72-1555>
- Conner, R. and C. Bernier.** 1982c. Race identification in *Uromyces viciae-faba*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 4(2):157-160. <https://doi.org/10.1080/07060668209501318>
- Cummins, G.B.** 1978. Rust Fungi on Legumes and Composites in North America. University of Arizona Press.
- FAOSTAT.** 2022. Statistical databases and data-sets of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Jensen, E.S., M.B. Peoples and N.H. Hauggaard.** 2010. *Faba bean* in cropping systems. *Field Crops Research*, 115(3):203-216. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.008>
- Kedar, N., A.C.P. Adhikari, B. Zhang, S.A. Abdus, H.B. Sami and T.A.B. Richard.** 2016. Single independent genes confer resistance to Faba bean rust (*Uromyces viciae-faba*) in the current Australian cultivar Doza and a central European line Ac1655. *Crop and Pasture Science*, 67(6):649-654. <https://doi.org/10.1071/CP15333>
- Laundon, G.F. and J.M. Warteston.** 1965. *Uromyces viciae-fabae*. C. M. I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 60. <https://doi.org/10.1079/DFB/20056400060>
- Liang, X.** 1986. Faba bean diseases in China. *FABIS Newsletter (Faba Bean Information Service, ICARDA)*, 15:49-51.
- Liebenberg, M.M. and Z.A. Pretorius.** 2010. Common bean rust: Pathology and control. *Horticultural Reviews*. 37:25-26. <https://doi.org/10.1002/9780470543672.ch1>
- Linde, D.C., J.V. Groth and A.P. Roelfs.** 1990. Comparison of isozyme and virulence diversity patterns in the bean rust fungus (*Uromyces appendiculatus*). *Phytopathology*, 80:141-147. <https://doi.org/10.1094/Phyto-80-141>
- Link, T., C. Seibel and R.T. Voegelé.** 2014. Early insights into the genome sequence of *Uromyces faba*. *Frontiers in Plant Science*, 5:587. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00587>
- Maalouf, F., H. Jinguo, M. Donal and Z. Xuxiao.** 2018. Breeding and genomics status in Faba bean (*Vicia faba* L.). *Euphytica*, 211(2):157-167. <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1726-y>
- Mendgen, K.** 1997. The Uredinales. Pages 79-94. In: *Plant Relationships Part B*. G.C. Carroll and P. Tudzynski (eds.). Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-60647-2>
- Nyang, E.K., J.B. Nyangeri and J. Makatiani.** 2016. Identification of bean rust (*Uromyces appendiculatus*) races on isolates collected from Nyamira County and Narok South Sub County, Kenya. *Annual Research and Review in Biology*, 9(3):1-7. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2016/23305>
- 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*, 26c(5):496-500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>
- Rashid, K. and C. Bernier.** 1984. Evaluation of resistance in *Vicia faba* to two isolates of the rust fungus *Uromyces viciae-fabae* from Manitoba. *Plant Disease*, 68:16-18. <https://doi.org/10.1094/PD-68-16>
- Rashid, K., C. Bernier and R. Conner.** 1991. Genetics of resistance in faba bean inbred lines to five isolates of *Ascochyta faba*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 13(3):218-225. <https://doi.org/10.1080/07060669109500933>
- Rayss, T.** 1951. Nouvelle contribution a la connaissance des Uredinees de Palestine. *Uredineana*, 3:154-221.
- Rubiales, D., J.C. Sillero and A.M. Meran.** 2013. Response of vetches (*Vicia* spp.) to specialized forms of *Uromyces vicia-faba* and to *Uromyces pisi*. *Crop Protection*, 46:38-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2012.12.011>
- Shaik, M.** 1985. A simple technique to isolate bean rust pathogen fungus *Uromyces appendiculatus*. *Annual Report on Bean Improvement Cooperative*, 28:128-129.
- Sillero, J.C., F.A.M. Villegas, J. Thomas, M.M.M. Rojas, A.A. Emeran, A.M. Fernández and D. Rubiales.** 2010. Faba bean breeding for disease resistance. *Field Crops Research*, 115(3):297-307. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2009.09.012>
- Sillero, J. C. Rojas, M.M. Molina, A.A. Emeran and D. Rubiales.** 2011. Rust resistance in faba beans. *Grain Legumes*, 56:27-28.
- Sillero, J.C. and D. Rubiales.** 2014. Response of *Vicia* species to *Ascochyta faba* and *Uromyces viciae-faba*. *Journal of Genetics and Plant Breeding* 50(2):109-115. <https://doi.org/10.17221/132/2013-CJGPB>
- Singh, S.J. and S.S. Sokhi.** 1980. Pathogenic variability in *Uromyces viciae-fabae*. *Plant Disease*, 64: 671-672. <https://doi.org/10.1094/PD-64-671>
- Steadman, J., C.M. Pastor and J. Beaver.** 2002. An overview of the 3rd bean rust and 2nd bean common bacterial blight international workshops, March 4-8, 2002. Pietermaritzburg, South Africa. *Annual Report of Bean Improvement Cooperative*, 45:120-124.
- Tanno, K. and G. Willcox.** 2006. The origins of cultivation of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L.: early findings from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium BP. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15(3):197-204. <http://dx.doi.org/10.1007/s00334-005-0027-5>

Usman, I., N. Kedar, F.L. Adhikari and R.M.T Stoddard. 2017. Rust resistance in faba bean (*Vicia faba* L.): status and strategies for improvement. Australasian Plant Pathology, 47(6):71-81.
<https://doi.org/10.1007/s13313-017-0528-6>

Voegelé, R.T. 2006. *Uromyces fabae*: development, metabolism, and interactions with its host *Vicia Faba*. FEMS Microbiology Letters, 259(2):165-173.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2006.00248.x>

Received: December 30, 2022; Accepted: February 27, 2023

تاريخ الاستلام: 2022/12/30؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/2/27