# تأثير نوع اللقاح وطريقة العدوى وتحديد استجابة بعض هجن الذرة الصفراء للإصابة بمرض التفحم العادي المتسبب عن الفطر *Ustilago maydis* (DC.) Corda

**جاسم محمود عبد العيساوي***
**كلية الزراعة–جامعة الأنبار**

**صالح حسن سمير**
**كلية الزراعة–جامعة بغداد**

**الخلاصة**

يؤثر نوع اللقاح وطريقة العدوى على نسبة وشدة الإصابة بمرض التفحم العادي في الذرة الصفراء. أظهرت نتائج الدراسة الحقلية ان أفضل نوع لقاح للفطرUstilago maydis(سبورات تيلية + سبورات بازيدية) وكانت الأفضل إذ أعطت أعلى مستوى لنسبة الإصابة للمدتين بعد 10 و 20 يوم من إضافة اللقاح الفطري بنسبة إصابة بلغت 40% ولكلا المدتين وشدة إصابة بلغت 5.17 مقارنة بمعاملة المقارنة 6.7% لكلا المدتين وشدة إصابة 1. أوضحت نتائج دراسة طريقة العدوى بحقن معلق (السبورات التيلية + السبورات البازيدية )إلى إن الحقن بقناة الحريرة أعطى أعلى نسبة إصابة وللمدتين بعد 10 و 20 يوم من إضافة اللقاح الفطري بنسبة إصابة بلغت 40% وللفترتين وبشدة إصابة 4.67.أشارت نتائج اختبار حساسية عشرة من الهجن الأجنبية واسعة الانتشار والمزروعة بمساحات واسعة في العراق أن الهجين ابكارو ودجلة كانت أكثر الهجن مقاومة للمرض بنسبة إصابة بلغت 16.7% لكليهما على المجموع الخضري، وكانت نسبة الإصابة على العرنوص23.3% و26.7% وشدة إصابة 2.5 و2.5 على الترتيب، فيما كان الصنف المحلي أكثر الأصناف حساسية للإصابة بالفطر الممرض بنسبة إصابة 33.3% على المجموع الخضري وعلى العرنوص 40% وشدة إصابة 5.33%على العرنوص.

# Effect of inoculum type, infection method and determination response of some maize hybrids to common smut infection caused by Ustilago maydis (DC.) Corda

**Jasim M. A. AL-ISAWI**
**Coll. of Agri.- Uni. of Anbar**

**Salih h. SAMER**
**Coll. of Agri.-Univ. of Baghdad**

**Abstract**

The inoculum type and infection method are effecting of percentage and severity of common smut disease on corn .Result of Field study indicated that the type inoculum mixture (Teliospores and Basidiospores) for Ustilago maydis was the best inoculum to achieve highest infection for two periodes after 10 and 20 days of inoculation. Percentage of disease infection was 40% for both periodes and disease severity was 5.17 for both periodes too, compared to control (no treatment) was 6.7% and disease severity was 1. Result of method of inoculation indicated that injection of silk channel with suspension of (teliospores and Basidiospores) gave highest percentage of infection 40% after 10 and 20 days with disease severity 4.67. Regarding the study of sensitivity 10 foreign hybrids (wich cultured in wide area in Iraq). Result demonstrated that Abgaro and Dijla hybrids

* البحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الأول

were more resistance to the disease. Percentage of disease sinfection were 16.7 and 16.7% on foliage respectively the percentage .However, percentage infection of ears were 23.3 and 26.7% and disease severity was 2.5 and 2.5 respectively. Also, result indicated that local corn variety was most sensitive among corn hybrid, percentage of infection was 33.3% and 40% on foliage and ears respectively, disease severity of ears was 5.33.

**المقدمة**

تعد الذرة الصفراء Zea mays L من محاصيل الحبوب المهمة عالميا وتحتل المرتبة الثالثة بعد محصولي الحنطة والرز من حيث المساحة المزروعة والإنتاج العالمي وتعد مصدر غذائي مهم للإنسان والحيوان (16). يقدر الإنتاج العالمي من الذرة الصفراء لسنة 2012 بـ (787) مليون طن (28) أما في العراق فتقدر المساحة المزروعة بالذرة الصفراء لسنة 2011 (129595) هكتار وبمعدل إنتاج (33570) طن (3). إن مرض التفحم العادي يؤدي إلى خفض الإنتاج في وحدة المساحة بتكوين الثآليل أو الأورام على مختلف أجزاء النبات فوق سطح التربة وأن حجم وموقع هذه الأورام يتسبب عنه مستويات مختلفة من الخسائر في الحاصل يمكن أن تزيد عن 15% في بعض مناطق زراعة الذرة الصفراء وفي الذرة الحلوة يمكن أن تصل إلى 100% (4) أشار(38) أن الضرر الأكبر لهذا المرض يظهر عند إصابة العرانيص والساق. وجد (22) في دراسة لهما إن الإصابة بالفطر الممرض سببت خسائر كبيرة في حاصل الحبوب وصلت إلى 57.1% وإن الإصابة بهذا الفطر تكون أوراماً موضعية على الأجزاء العامة من النبات تكون محاطة بغشاء فضي عندما يتشقق تظهر السبورات التيلية بشكل مسحوق دقيقي بني مسود ويتناسب حجم الخسارة مع حجم الأوراق المتكونة بسبب الإصابة بالمرض ويكون الضرر أكبر عند إصابة العرنوص (25)، وفي المكسيك وصلت نسبة الخسائر إلى أكثر 5% تحت ظروف العدوى الطبيعية ويعتمد بشكل أساسي على إصابة العرنوص (29).

تظهر أعراض الإصابة بالفطر الممرض على الأنسجة المصابة بشكل خطوط غير منتظمة وتتلون الأنسجة في البداية بلون اخضر داكن، ويمكن تمييز الإصابة بسهولة من خلال الأورام المتكونة والتي تحتوي على أعداد كبيرة جد من الأبواغ التيلية تصل إلى الملايين(11و13). للفطر العديد من السلالات وتختلف هذه السلالات في إمراضيتها باختلاف الجينات التي تسيطر على التوافق أو التزاوج بين الخيوط الفطرية المتقابلة أو المتوافقة إذ تتحسس بعضها البعض وتنمو باتجاه بعضها مكونة أنبوب الارتباط عند نهاية كل خلية فطرية حيث تلتقي الخيوط الفطرية المتوافقة مع بعضها البعض وتندمج وتكون خيوط فطرية ثنائية الأنوية (7و24). ذكر (21) إن نسبة أنبات الأبواغ التيلية ازدادت في الصيف الممطر وأن إزالة الأوراق السفلية للنبات أدى إلى زيادة نسبة الإصابة خاصة بعد حدوث العواصف الرملية. تقوم تيارات الهواء ورذاذ المطر بنشر أبواغ الفطر الممرض إلى أجزاء النبات القابلة للإصابة وتحدث العدوى مباشرةً من إنبات الأبواغ التيلية أو الخيوط الفطرية الناتجة من اقتران السبوريديا المتوافقة (1). تسيطر على عملية التزاوج والتقاء وارتباط الخيوط الفطرية المتوافقة جينات تسمى (a، b)، جينات التزاوج من نوع a تكون ثناية الاليلات ويشفر بنظام مستلم \ فرمون، أما جينات b متعددة الاليلات تشفر لها بروتينات من نوع Homeodounain ولها وظيفة أخرى هي كعوامل استنساخ (9 و39).

جينات (a) تكون مسؤولة عن التوافق بين الخيوط الفطرية، أما جينات ((b مسؤولة عن تكوين وتعديل الخيوط الثنائية النوى واختراق النبات (17 و31). الخلايا أحادية النواة تندمج وتكون الطور الثاني الجيني ثنائي النوى وتتكون تراكيب شبيه بالممصات تتشكل بطرف الغزل الفطري والتي تخترق النبات (34). يخترق أو يدخل الغزل الفطري خلايا النبات الطبيعة كالثغور والأجزاء الزهرية وحالما يتم اختراق أنسجة العائل تبدأ جينات الدفاع في النبات بالتفاعل، وعلى الرغم من أن الغزل الفطري يدمر جدران خلايا العائل ألا أنه تبقى الجدران سليمة حول الغزل الفطري وبعد أيام من الإصابة تمتد الإصابة موضعيا وتتكون طبقات الانثوسيانين في موقع الاختراق(6)، ينمو الغزل الفطر سريعا خلال يومين من الإصابة بشكل غزل فطري غير متفرع ويبدا بعد 3–4 أيام بالتفرع ويملئ السايتوبلازم داخل الخلية ويلاحظ تكوين تراكيب تشبه المخالب (6 و34)، يتحفز تكوين التورمات في أنسجة النبات وهذا التوالد الكثيف لأنسجة النبات يرتبط بوجود مستويات مرتفعة من الأوكسينات مثل IAA فقد تبلغ نسبة هذه الأنسجة المتورمة اكثر من عشرين مرة من الطبيعي، الفطر ينتج IAA والسيتوكانينات وحامض الابسيسك وهي مسؤولة عن استطالة الخلايا، إضافة إلى نواتج الأيض الثانوية مثل Glycolipid Mannosylerythritol Lipid(MEL) وFerrichrome وPityriacitrin وUstilaic acid (8 و10) ولم توضح مسارات تصنيع الهرمونات في هذا الفطر لحد الآن (20). ينمو الغزل الفطري في فراغ داخل الخلية بعد 7 أيام وبعدها تتكون السبورات في التورمات وبتقطيع الغزل الفطري تتكون السبورات التيلية ثم تحاط هذه السبورات بجدار سميك (6). هدفت الدراسة التحري عن أفضل طريقة عدوى ونوع اللقاح في إحداث الإصابة بالفطر الممرض والى بيان مدى استجابة بعض الهجن المستوردة من الذرة الصفراء للفطر الممرض.

## المواد وطرائق العمل

حضر اللقاح الفطري للفطر *Ustilago maydis* قيد الدراسة حسب الطريقة المعدة من قبل(33) والموضحة كما يأتي: جمعت الأورام أو التدرنات الناضجة (Mature galls) من عرانيص الذرة المصابة في نهاية موسم الزراعة الخريفي لعام 2014، ثم جففت في المختبر في جهاز الفرن (Oven) بدرجة حرارة 30 م° لمدة ستة أيام وخزنت على درجة حرارة 4 م لحين الاستخدام. عند تنفيذ كل تجربة من التجارب التي تضمنها البحث وقبل يومين من تلقيح النباتات يتم تحضير اللقاح الفطري وذلك بتحضير الوسط الزرعي (PDA) المعقم وصبه في أطباق (15 مل في كل طبق قطر 9 سم) ولقح الوسط الزرعي في الأطباق وذلك بأخذ مجموعة من هذه التدرنات (Galls) بعد تجفيفها في الفرن وخلطت محتوياتها من السبورات التيلية ثم نثر قسم منها فوق سطح الوسط الزرعي مع مراعاة توزيعها بصورة منتظمة ثم حضنت الأطباق بدرجة حرارة 30 م° لمدة 48 ساعة، 18 ساعة ضوء(بوضع مصباح كهربائي داخل الحاضنة) و30 ساعة ظلام للسماح بتكوين السبوريدات، بعد ذلك أخرجت الأطباق من الحاضنة وأضيف لها 15 مل ماء مقطر معقم وغسل مرتان، ثم رشح الناتج بقماش ململ مطوي بأربع طبقات بعد ذلك تم تخفيفه إلى تركيز $10^5$ سبوريديا. مل$^{-1}$ ثم أضيف1 مل من مادة Tween20 5% إلى500 مل من معلق السبوريدات لتحسين قابلية المعلق على الالتصاق بالأجزاء النباتية المرشوشة ( ويجب أن يأخذ بنظر الاعتبار أن الفترة القصوى لخزن معلق السبوريدات قبل الاستخدام هو4 ساعات بدرجة حرارة 4–6 م°).

تم تحضير معلق السبورات التيلية بإضافة 1غم من السبورات التيلية إلى لتر واحد من الماء المعقم ويرج جيدا قبل الاستخدام (2). في حين أن اللقاح المتكون من خليط (السبورات التيلية +السبوريديا) فحضر حسب الطريق المتبعة من قبل(37) وذلك بخلط اللقاح السبوريدي المحضر حسب (33) واللقاح التيلي المحضر حسب (2). وذلك بخلط اللقاح التيلي والسبوريدي (السبورات التيلية $10^5$ سبورتيلي. مل$^{-1}$+ السبورات البازيدية $10^5$سبوريديا.مل$^{-1}$)

زرعت بذور الذرة الصفراء صنف المحلي للموسم الزراعي الربيعي 2015 في منتصف شهر آذار في أحد الحقول التابعة لكلية الزراعة–جامعة بغداد بعد تهيئة الأرض للزراعة بحراثتها وتسويتها جيداً وأضيف لها السماد حسب التوصية ،قسم الحقل إلى مروز طول المرز الواحد 3م بين مرز وأخر 75 سم زرعت البذور بواقع ثلاثة بذور في الجورة الواحدة ويفصل بين جورة وأخرى 25سم أي (12جورة/ خط ) ثم خفت النباتات إلى نباتين في الجورة بعد أسبوع من بزوغ البادرات ، نظمت التجربة بثلاثة مكررات لكل معاملة باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD. وبعد أن وصلت النباتات إلى مرحلة تكوين النورات الزهرية الأنثوية وبداية خروج الحريرة من الكوز(النبات بعمر 9 أسابيع) تم حقن 3 مل من اللقاح المتكون من معلق السبورات التيلية المحضر حسب (2) وخليط (السبورات التيلية +السبوريديا) حسب الطريق المتبعة من قبل(37) واللقاح السبوريدي المحضر حسب (33) باستعمال محقنة معقمة حجم 5 مل في قناة الخيوط الحريرية من العرنوص بعد ( 3–4) أيام من ظهورالخيوط الحريرية، ومراقبة ظهور الأورام وتطورها خلال 5–6 أيام من التلقيح و اخذ النتائج لمدتين بعد10 و20 يوم من إضافة اللقاح الفطري، وحسبت النسبة المئوية للإصابة وشدة الإصابة للمدتين بعد إضافة اللقاح الفطري حسب السلم المتبع من قبل (18) المقسم من (0– 5) درجات كالاتي: الأورام صغيرة جدا بقطر اقل من2.5 درجة 0، الأورام صغيرة بقطر 2.5–5سم درجة 1، الأورام متوسطة من 5–10سم درجة 2.5، الأورام كبير بالحجم أكبر من 10سم درجة 5، وكانت المعاملات كالاتي: معاملة الخيوط الحريرية بعالق السبورات السبوريدية للفطر *U.maydis*. ومعاملة الخيوط الحريرة بعالق السبورات التيلية للفطر *U.maydis*. ومعاملة الخيوط الحريرة بخليط عالق السبورات التيلية +السبورات السبوريدية للفطر *U.maydis*. ومعاملة المقارنة باستخدام الماء فقط.

زرعت بذور الذرة الصفراء الصنف المحلي للموسم الزراعي 2015 كما مبين في أعلاه حيث تم معاملة البذور بالسبورات التيلية حسب الطريقة المتبعة من قبل (2)، أما بقية المعاملات أي معاملة حقن قناة الخيوط الحريرية بعالق سبورات الفطر الممرض حسب (37) ورشت النورة الزهرية الذكرية حسب الطريقة ذاتها. بعدها تم ملاحظة ظهور الأعراض بعد 5 – 6 أيام من العدوى وأخذت النتائج بعد 10 و20 يوم من إضافة اللقاح الفطري وحسبة نسبة الإصابة وأتبع نفس السلم في حساب شدة الإصابة حسب (18). وكانت المعاملات كالآتي: معاملة الحريرة بمعلق السبورات التيلية + السبورات السبوريدية الفطرية حسب (37). ومعاملة البذور بخليط السبورات الفطرية حسب طريقة (2). ومعاملة النورة الزهرية الذكرية حسب (37). ومعاملة مقارنة بدون الفطر الممرض.

اختبرت حساسية عشرة هجن من الذرة الصفراء الشائع زراعتها في القطر التي تم الحصول عليها من شركتي شروق النهار الزراعية (Inova، Maimi، NK-Famose، Dejla، Furat) وشركة دبانة للزراعة الحديثة (Abgaro، Laurca، LG 37-13، Amzrol) والصنف المحلي المتوفر بالأسواق. زرعت بذور الهجن المختبرة

للموسم الزراعي الربيعي 2015 منتصف شهر آذار في أحد الحقول التابعة لكلية الزراعة–جامعة بغداد) وبعد أن أصبحت النباتات بعمر (4) أسابيع ( النبات يتكون من 8 أوراق متكاملة أو بارتفاع 50– 60 سم) تم رشها بمعلق السبورات للفطر المسبب للمرض قيد الدراسة كما موضح ومحضر في الفقرة أعلاه بتركيز $10^5$، كما تم وضع 3 مل من معلق السبورات بواسطة محقنة معقمة في القمة النامية للنبات التي تكون فيها الأوراق بشكل ملتف بإستعمال مشرط حاد ومعقم لإحداث خدوش وجروح في الأوراق الملتفة ولقحت عدد من النباتات بالماء المقطر المعقم وبالطريقة نفسها لمعاملة المقارنة، غطيت النباتات المعاملة بأكياس بلاستيكية نظيفة ومعقمة لمدة يوم واحد بعدها أُزيلت الأكياس مع الملاحظة و الفحص لمراقبة ظهور علامات المرض خلال 10–14 يوم وبعد ثلاثة أسابيع من العدوى حسبت شدة الإصابة ونسبة الإصابة .وفقا للسلم الذي وضع من قبل(12) المعتمد على نسبة الإصابة يتم تحديد مستويات حساسية الهجن ، بينما أخذت القراءة الثانية في نهاية الموسم ( 10% Resistance ،11– 30% Moderately Resistance، 31–50%Susceptible، 50% فاكثر Highly Susceptible)

زرعت بذور الهجن العشرة المختبرة في الحقل في موسم زراعة التجربة الأولى وبالطريقة نفسها المذكورة في أعلاه، وبعد أن وصلت النباتات إلى مرحلة تكوين النورات الزهرية الأنثوية وبداية خروج الحريرة من العرانيص (النبات بعمر 9 أسابيع)، تم حقن 3 مل من اللقاح السبوري المحضر حسب الطريقة المتبعة من قبل(37) بوساطة محقنة معقمة من فتحة خروج الخيوط الحريرية من العرانيص بعد (3-4) أيام من ظهور الخيوط الحريرية (26 ) بعد ذلك تم مراقبة ظهور أعراض المرض خلال (5–6) أيام من التلقيح وهي بداية ظهور الأورام تطورها ونضجها وتكون السبورات التيلية بداخلها خلال أسبوعين من التلقيح (14). حسبت النسبة المئوية للإصابة وقدرت شدة الإصابة باتباع الدليل المرضي المتبع من (18) الخاص لحساب شدة الإصابة. نفذت التجربة بثلاث مكررات لكل صنف وباستعمال تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD).

## النتائج والمناقشة

### تأثير نوع اللقاح في نسبة الإصابة وشدة الإصابة بمرض التفحم العادي المتسبب عن الفطر *U. maydis*

تشير النتائج في الجدول 1 إلى وجود تأثير معنوي لنوع اللقاح الفطري في نسبة وشدة الإصابة بالمرض على العرنوص وعلى مدتين الأولى بعد 10أيام من التلقيح والثانية بعد 20 يوم قياساً بمعاملة المقارنة. إذ أعطت معاملة الخليط من السبورات التيلية + السبورات السبوريدية أعلى متوسط إصابة ولكلا المدتين 10 و20 يوم إذ بلغت 40% لكلا المدتين تلتها معاملة السبورات السبوريدية وكانت 33.3% ثم معاملة السبورات التيلية إذ بلغت 26.6% وتفوقت جميع المعاملات على معاملة المقارنة بدون التلقيح باي نوع من اللقاح وبفارق معنوي إذ نسبة إصابة 6.7%، وأعطت معاملة السبورات التيلية + معلق السبورات السبوريدية أعلى معدل لمتوسط شدة الإصابة إذ بلغت 5.17 وبفارق غير معنوي عن معاملة التلقيح بمعلق السبورات التيلية إذ أعطت متوسط شدة إصابة 3.67 وتفوقت معنوياً على معاملة العدوى بالسبورات التيلية إذ بلغت 3 سم، والمعاملات جميعها تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة وبلغت (1).

أظهرت النتائج إن استعمال خليط السبورات التيلة + معلق السبورات السبوريدية من أفضل طرق العدوى في إحداث الإصابة وشدة الإصابة بمرض التفحم العادي في الذرة الصفراء إذ ترتبط شراسة الفطر وقدرته على إحداث الإصابة على نوع إنبات السبورات التيلية إلى السبورات السبوريدية فكلما كان نوع إنبات السبورات التيلية عالية كانت شراسة الفطر اكبر (24) وهذه النتائج تتفق مع ما وجده (21) من أن التلقيح بالسبورات التيلية أنتجت أعراض إصابة بالمرض لكنها تختلف في شدتها ونسبتها عن تلك النسبة من التلقيح بالسبورات السبوريدية وأن هذا التنوع بقدرة الفطر الممرض على إحداث الإصابة ربما يعود إلى عوامل وراثية وفسيولوجية وعوامل أيضية أخرى، وكذلك إلى قابلية السبوريديا على التوافق فيما بينها وقدرتها على التزاوج وهذه الأمور تعد مهمة جداً لاستحثاث وتكوين الأورام (27). ووجد ان تطور الإصابة يعتمد على الاستجابة بين سطح العائل الذي يبدو انه يحتوي على مركبات تحفز الممرض لتكوين عضو الاختراق (23). بينما وجد (29) أن السلالات أو العزلات التي لها مقدرة على إنتاج مستويات عالية من IAA تكون ذات أمراضية عالية والأورام المتكونة تتكون بشكل أسرع وذات حجم أكبر. هناك بعض العوامل التي تؤثر على عملية التوافق وبالتالي التزاوج وتطور الإصابة وهذه العوامل لا ترتبط بقوة إنبات السبورات التيلية أو نمو السبوريديا وهذه العوامل وجدت في الفطر *U. hordi* المسبب لمرض التفحم الشائع في الشعير هذا العامل يسمى Mating Inhibition Factor (MIF) (32). ووجد أيضاً أن هذا العامل موجود في الأنواع التابعة للجنس *U.stilago*، وأشارت دراسات أخرى إلى أن النباتات الملقحة بالسبورات السبوريدية تظهر أعراض الإصابة بها أبكر تلك الملقحة بالسبورات التيلية (21).

**جدول 1 يوضح تأثير نوع اللقاح في نسبة وشدة الإصابة بمرض التفحم العادي المتسبب عن الفطر *U.maydis***

| نوع اللقاح | النسبة المئوية للإصابة بعد 10 يوم من التلقيح | النسبة المئوية للإصابة بعد 20 يوم من التلقيح | شدة الإصابة |
|---|---|---|---|
| سبورات تيلية +سبوريديا | 40 | 40 | 5.17 |
| سبوريديا | 33.3 | 33.3 | 3.67 |
| سبورات تيلية | 26.7 | 26.7 | 3 |
| المقارنة | 6.7 | 6.7 | 1 |
| L.S.D (P= 0.05) | 22.9 | 22.9 | 2.00 |

وتتفق هذه النتائج مع ما وجده (15) من أن معاملة خليط السبورات التيلية ومعلق السبورات السبوريدية أعطت أفضل من المعاملة بالسبورات التيلية في نسبة الإصابة بالمرض وشدة الإصابة، وأن هناك علاقة واضحة بين القدرة الإمراضية للعزلات ودرجة إنبات السبورات التيلية وتتفق مع ما حصل عليه (5) من أن استخدام خليط السبورات التيلية والسبوريدية كان له تأثير معنوي في نسبة الإصابة وشدة الإصابة على مجموعة من الهجن المختبرة إذ بلغت أعلى نسبة إصابة 55.6% وأعلى شدة إصابة 6.8 على التوالي.

**تأثير طريقة العدوى في نسبة وشدة الإصابة بمرض التفحم العادي في الذرة الصفراء**

بينت نتائج الجدول 2 وجود فروقات معنوية بين طرائق العدوى المختلفة ومعاملة المقارنة إذ أعطت معاملة الخيوط الحريرة بمعلق السبورات التيلية والسبورات السبوريدية اعلى متوسط لنسبة الإصابة بلغ 40% و40 % بعد 10

و20 يوم وشدة إصابة بلغت 4.67 تلتها معاملة النورة الزهرية الذكرية وبفوارق بسيطة بلغت 20 % بعد 10 أيام و26.7 % بعد 20 يوم وشدة إصابة 3 ثم معاملة البذور وبلغت 20% بعد 10 و20 يوم على التوالي ومتوسط شدة إصابة 1.33. النتائج هذه تتفق مع ما وجده (36) من أن طريقة الحقن بمعلق السبوريديا والسبورات التيلية هي أفضل طريقة في أحداث الإصابة وتتفق أيضاً مع ما وجده (14) من أن طريقة الحقن بقناة الحريرة أعطت نتائج عالية المعنوية في نسبة الإصابة وشدة الإصابة، وأشار إلى أن عمر الخيوط الحريرية وتوقيت التلقيح وحساسية الصنف لها علاقة بالامراضية وشدة الإصابة. (33) حصلوا على نسبة إصابة بلغت 90 % عن طريق حقن معلق السبوريديا بقناة الحريرة. وتتفق هذه الطريقة مع ما وجده (2) من أن طريقة الحقن في القناة الحريرية للعرنوص هي من أفضل الطرق لأحداث العدوى بالفطر الممرض *U. maydis*. في حين وجد (5) أن معاملة حقن الحريرة بمعلق السبورات التيلية والسبورات السبوريدية أعطت نسبة إصابة في أحد الأصناف 55.6% وشدة إصابة 6.8. النتائج أعلاه بينت أن أفضل طريقة لتحقيق أعلى نسبة وشدة إصابة بالمرض هي طريقة الحقن بقناة الحريرة.

**جدول 2 تأثير طريقة العدوى بالفطر الممرض *U.maydis* في نسبة وشدة الإصابة بمرض التفحم العادي في الذرة الصفراء**

| طريقة العدوى | نسبة الاصابة بعد 10 يوم من التلقيح | نسبة الاصابة بعد 20 يوم من التلقيح | شدة الإصابة |
|---|---|---|---|
| معاملة الخيوط الحريرية | 40 | 40 | 4.67 |
| النورة الزهرية | 20 | 26.7 | 3 |
| البذور | 20 | 20 | 2.67 |
| المقارنة | 6.7 | 6.7 | 1.33 |
| L.S.D (P= 0.05) | 25.79 | 17.62 | 1.97 |

**استجابة بعض هجن الذرة الصفراء للإصابة بمرض التفحم العادي**

تشير النتائج في الجدول 3 إلى وجود اختلافات معنوية بين الهجن قيد الدراسة في نسبة الإصابة على المجموع الخضري والعرنوص وشدة الإصابة على العرنوص إذ كان الصنف المحلي أكثر الأصناف حساسية للإصابة بالفطر الممرض. إذ بلغ مستوى نسبة الإصابة على المجموع الخضري 33.3 % وعلى العرنوص 40 % وبشدة إصابة على العرنوص 5.33 تلاه الصنف (انوفا) بنسبة إصابة على المجموع الخضري 30% وعلى العرنوص 36.7% وشدة إصابة 3.17 تلاه الهجن ( ميامي ، لوركا ،LG37-13 ، فاماسو، امزرول، فرات، دجلة، ابكارو) بمتوسط إصابة على المجموع الخضري بلغت (33.3%، 26.7%، 23.3%، 23.3%، 20%، 20%،16.7%، 16.7%) في حين أن متوسط نسبة الإصابة على العرانيص كان (انوفا، لوركا، ميامي، امزرول، فاماسو، فرات، LG37-13، دجلة، لوركا)، إذ بلغت النسب (36.7%، 36.3%، 33.3%، 30%، 30%، 30%، 26.7%، 26.7%،23.3%) بالترتيب.

تشير التجارب أعلاه إلى أن أكثر الأصناف كان حساس للمرض هو الصنف (المحلي) بيدّ أن الهجين (دجلة) كان من أكثر الأصناف مقاوم للمرض بـ 16.7% على المجموع الخضري ومتوسط إصابة على العرنوص

26.7% وبشدة إصابة 2.5. كما تبين النتائج أعلاه أنه لا يوجد هجين مقاوم للمرض من الهجن قيد الدراسة لكن بعض الهجن امتلكت مقاومة معتدلة للمرض وأن قيم نسبة الإصابة وشدتها تختلف باختلاف التركيب الوراثي وتتغير مقاومة التركيب الوراثي تبعاً للظروف البيئية وموقع الزراعة والصنف أو الهجين المزروع، فقد يُعد التركيب الفسلجي والمظهري للنبات من أهم الآليات ذات العلاقة المباشرة في مقاومة المرض فهي تؤثر في تطور المرض (39) فقد وجد في الفحص المجهري للنباتات الملقحة بالفطر *U. maydis* بمنطقة الحريرة تكون مناطق انفصال في قواعد الحريرة والتي بدورها تمنع وصول المسبب الممرض إلى المبايض والأصناف التي لها المقدرة على تكوين مناطق انفصال تكون اكثر مقاومة للإصابة بالفطر الممرض وغيرها (35).

أن التغيرات الحاصلة بنسب ومستويات الإصابة بالمرض تعود إلى عوامل مختلفة كما أشير اليها كالظروف البيئية وإلى سلالات الفطر الممرض والتي تختلف بضراوتها وشراستها من سلالة إلى أخرى والعائل النباتي يؤدي إلى تفاوت نسب الإصابة بالمرض من سنة إلى أخرى، كذلك يمكن أن تمتلك التغيرات الوراثية لكل من المسبب المرض والعائل النباتي دوراً فيها نتيجة لعوامل عدة منها الطفرات والتهجينات بين السلالات والذي بدوره يؤثر سلباً أو أيجاباً على تطور المرض (10). لذا اتجهت معظم البحوث والدراسات عن أمكانية البحث عن الأصناف المقاومة لهذا المرض للحصول على جينات المقاومة من هذه النباتات وإدخالها في برامج التربية والتحسين (40).

**جدول 3 يوضح نسبة وشدة الإصابة لعشرة هجن من الذرة الصفراء المختبرة ضد مرض التفحم العادي المتسبب عن الفطر *U . maydis***

| الهجين | نسبة الإصابة على المجموع الخضري | نسبة الإصابة على العرانيص | شدة الإصابة | مستوى الحساسية |
|---|---|---|---|---|
| امزرول | **20** | **30** | **2.5** | **MR** |
| LG37-13 | **23.3** | **26.7** | **2.73** | **MR** |
| ميامي | **33.3** | **33.3** | **4.17** | **S** |
| انوفا | **30** | **36.7** | **3.67** | **S** |
| ابكارو | **16.7** | **23.3** | **2.5** | **MR** |
| لوركا | **26.7** | **36.7** | **4.17** | **MR** |
| الصنف المحلي | **33.3** | **40.0** | **5.33** | **S** |
| دجلة | **16.7** | **26.7** | **2.5** | **MR** |
| فاماسو | **23.3** | **30** | **3.17** | **MR** |
| فرات | **20** | **30** | **2.83** | **MR** |
| L.S.D 0.05 | **10.07** | **9.96** | **1.64** | |

S=Susceptible ، M= Moderately Resistance ، R= Resistance

كما قد يعزى إلى التباين في القدرة الإمراضية بين عزلات أو سلالات الفطر الممرض *U.maydis* إلى وجود عدد من المورثات المسؤولة عن الإمراضية فقد أمكن تشفير 12 مجموعة من هذه المورثات تشفير لبروتين ذو وظيفة مجهولة، ولاحقًا تم وصف هذا البروتين بكونه بروتين مستحث يتكون أثناء العدوى وينظم إمراضية الفطر، وإن هذه المورثات من الفطر الممرض أدت إلى حدوث تغيرات في قدرته الإمراضية حيث تتباين الأعراض على نبات

الذرة بين غياب المظاهر المرضية إلى فرط الحساسية (19 و30). وأخيراً فأن تكون أو تشكل غزل فطري ثنائي النوى ناتج عن اتحاد سبورات سبوريدية متوافقة جنسياً لكنها مختلفة وراثياً من الأمور المهمة في تكوين الطور المعدي للفطر الممرض وفي حدوث التنوع الوراثي وتكوين السلالات والذي ينعكس بصورة مباشرة على القدرة الإمراضية للفطر الناشئ.

**المصادر**


1-البغدادي، رغدة وفواز العظمة وصلاح الشعبي،2010. تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في سورية وتقييم القدرة الإمراضية لبعض عزلات الفطر *Ustilago maydis* DC. Corda. مجلة وقاية النبات العربية، مجلد 28، عدد 1.

2-سعد الدين، سعد الدين شمس الدين وافتخار موسى جبارة وحميدة عباس الربيعي وعبد الستار عبد الحميد البلداوي وحسين احمد سعد الله ،2001. تقويم ستة تراكيب وراثية وطرق عدوى مختلفة للإصابة بالفطر *Ustilago maydis* (DC.) Cada المسبب لمرض التفحم العادي في الذرة الصفراء. مجلة العلوم الزراعية العراقية، المجلد 32، العدد 3.

3- الكراس الإحصائي الخاص لبيانات المحاصيل الزراعية، 2012. الهيأة العامة للبحوث الزراعية. قسم بحوث الاقتصاد.

4-Agrios, G. N., 2005. The Smuts, p582-593. In Plant Pathology 5th ed. Elsevier Academic Press, Burlington, MA.

5-Aydogdu, M and N. Boryaz, 2006. Determination of Susceptibility of Some Maize Varieties against Corn Smut Caused by *Ustilago maydis* (DC) Corda. Turk Phytopath. 35.( 1-3)Pp.: 33-41.

6-Banuett, F. and I. Herskowitz, 1996. Discrete developmental stages during teliospore formation in the corn smut fungus, *Ustilago maydis*. Development, 122: 296SRZ1976.

7-Barnes CW, Szabo L .J. May and J. V Groth., 2004. Inbreeding levels of two *Ustilago maydis* populations. Mycologia 96: 1236–1244.

8-Bolker, M., C.B. Basseand J. Schirawski, 2008. *Ustilago maydis* secondary metabolism from genomics to biochemistry. Fungal Genetics and Biology 45 S88–S93.

9-Bölker, M., M. Urban and R. Kahmann, 1992. The mating type locus of *Ustilago maydis* specifies cell-signaling components. Cell, 68: 441-450.

10-Bruce, S.A., B.J. Saville and R.J. Emery, 2011. *Ustilago maydis* Produces Cytokinins and Abscisic Acid for Potential Regulation of Tumor Formation in Maize. Plant Growth Regul 30:51–63

11-Christensen, J.J., 1963. Corn smut caused by *Ustilago maydis* .American Phytopathological Society Monograph 2. Pp41.

12-Dikoneva, L. A., 1973.The resistance of self-pollinated sweet corn lines to blister smut (Abs), Review of Plant Pathology. 54: 127.

13-Doehlemann G, van der Linde, A. Amann, D. Schwammbach, H. A. Mohanty, D. Jackson and Kahmann, 2009. Pep1, a secreted effector protein of Silago

*maydis*, is required for successful invasion of plant cells. PLoS Pathog 5: e1000290

14-DuToit, L. J. and J. K. Pataky, 1999. Effect of Silk maturity and Pollination of infection of Maize ears by *Ustilago maydis*. Plant Dis. 83: 621-626.

15-El-Fiki, A.I.I, Z.M. Fahmy, F.G. Mohamed and A.E. Abdel-Wahab, 2001.Studies on the control of corn common smut disease *Ustilago maydis* .Corn Research Institute, Agric, Res. Inst. Giza.

16-FAO, 1998.Database: Rome-Italy.

17-Gillissen, B., J. Bergemann, C. Sandmann, B. Schröer, M. Bölker, and R. Kahmann, 1992. A two-component regulatory system for self/non-self-recognition in *Ustilago maydis*. Cell, 68:

18-Johnson, I. J. and J.J. Christensen, 1935. Relation between number, size and location of smut infections to reduction in yield of corn. Phytopathology 25: 223-233.

19-Ka¨mper, J. et al., 2006. Insights from the genome of the biotrophic fungal plant pathogen *Ustilago maydis*. Nature 444, 97–101.

20-Kahmann, R. and J. Kämper, 2004. *Ustilago maydis*: how its biology relates to pathogenic development. New Phytologist, 164: 31-42.

21-Kim, C.H and H.J. Lee, 1996. Smut induction on corn seedlings by inoculation of sporidia and teliospores of *Ustilago maydis* in greenhouse conditions. Korean Jove Pl. Pathol, 12(3): 291-296.

22-Kostandi, S.F. and G. Geisler, 1989. Maize smut induced by *Ustilago maydis* (DC.) Corda – specific effect of smut intensity and location of galls the bW/bE regulatory cascade in Ustilago maydis. Molecular Microbiology, 42: 1047-1063.

23-Lanver D, P. Berndt, M. Tollot, V. Naik and M. Vranes, 2014. Plant Surface Cues Prime *Ustilago maydis* for Biotrophic Development. PLoS Pathog 10(7).

24-Mills, L. J. and J.M. Kotzel, 1981: Scanning electron microscopy of the germination, growth and infection of *Ustilago maydis* on maize. Phytopathologische Zeitschrift 102(1): 21 – 27. Pl. Prot. Res. Inst.,Pretoria, South Africa. (C.f. Rev. Pl. Path. 61: 188, 1982).

25-Mueller AN, S. Ziemann, S. Treitschke, D. Assmann and G. Doehlemann, 2013. Interactions: *Ustilago maydis* and Friends. Max Planck Institute for Terrestrial Microbiology, Karl-von-Frisch-Straße 10, 35043 Marburg, Germany e-mail: doehlemann@mpi-marburg.mpg.de

26-Pataky, J.K., 1991. Production of Cuitlacoche (Ustilago *maydis* (DC) Corda) on Sweet Corn. Hort Science, Vol.26 (11).

27-Pope, D. D. and S.M. McCarter, 1992. Evaluation of inoculation methods for inducing common smut on corn ears. Phytopathology, 82 (9): 950 – 955.

28-Ramirez, L.G.C., Sanchez- Arreguin, A.J. and Ruiz- Herrera, 2014. *Ustilago maydis* a delicacy of the Aztec cuisine and a model for research. Natural Resources: (5) 256-267.

29-Ruiz-Herrera and Martínez-Espinoza, 1998. The fungus *Ustilago maydis*, from the Aztec cuisine to the research laboratory. Internatl Microbiol. One: 149–158.

30-Scherer, M., Heimel, K., Starke, V. and Ka¨mper, J.2006.The Clp1 Protein Is Required for Clamp Formation and Pathogenic Development of *Ustilago maydis*. The Plant Cell, 18, 2388–2401.

31-Schlesinger, R., R. Kahmann and J. Kämper, 1997. The homeodomains of the heterodimeric bE and bW proteins of *Ustilago maydis* are both critical for function. Molecular Genomics and Genetics, 254: 514-519.

32-Sherwood, E., J. Kosted , M. Anderson and A. Gerhardt, 1998. Production of a Mating Inhibitor by *Ustilago hordei*.Ph ytopathology.88:456-464.

33-Snetselaar, K.M and C.W. Mems, 1993. Infection of maize by *Ustilago maydis* :light and electron microscopy . Phytopathology 83:843-850.

34-Snetselaar, K. M. and C.W. Mims, 1992. Sporidial fusion and infection of maize seedlings by the smut fungus *Ustilago maydis*. Mycologia, 84: 193-203.

35-Snetselaar, K. M., M.A. Carfioli and K.M. Cordisco, 2001. Pollination can protect maize ovaries from infection by *Ustilago maydis*, the corn smut fungus .Can. J. Bot. 79 (12): 1390–1399.

36-Thakur, R.P, K.J. Leonard and J.K. Pataky, 1985. Smut gall development in adult corn plant inoculated with *Ustilago maydis* .Plant Diseases 73:921-924.

37-Tuncdemir, M., 1985. The seminar of the diseases of Wheat and Maize. Central Anatolia Research Inst. 25-29 March. Ankara.Turkey.

38-William, S.G, H. Austin, L. Paul and T.G. Robert, 1991. Corn diseases in Alabama. This information was adapted from publication Circular ANR-601 (12-91).

39-Yang, X., T.Awaka, T. Wakimoto, and I. Abe, 2013. Induced Production of novel glycolipid ustilgic C in the plant pathogen *Ustilago maydis*. Tetrahedron Letters 54: 3655-3657.

40-Zamani, M., V. Rahjoo and M. Parchamian, 2011. Evaluation of the reaction of early maturing maize genotypes to common smut using artificial inoculation. Proc. Nat. Sci, Matica Srpska Novi Sad, 121, 71—77,