الجمهورية العربية السورية
جـامـعــة دمشـق
كـليـة الـزراعـة
قسم وقـايـة النبات

دراسة وبائية لمرض التفحم الشائع على الذرة (*Ustilago maydis*) في سورية

An Epidemiological Study of the Maize Common Smut Disease (*Ustilago maydis*) in Syria

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية
(وقاية النبات)

إعداد
رغدة محمد هيثم البغدادي

بإشراف

الدكتور فواز العظمة
أستاذ في قسم وقاية النبات
كلية الزراعة- جامعة دمشق

الدكتور صلاح الشعبي
إدارة بحوث وقاية النبات
الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية

دمشق- 2009

عنوان الأطروحة: دراسة وبائية لمرض التفحم الشائع على الذرة (*Ustilago maydis*) في سورية.

أعدت الأطروحة من قبل المهندسة رغدة محمد هيثم البغدادي.

الدرجة العلمية المكتسبة : ماجستير في وقاية النبات.

مكان وتاريخ المناقشة : كلية الزراعة بجامعة دمشق 2009/12/15.

لجنة الحكم:

الدكتور جودت فضول الأستاذ في قسم وقاية النبات في كلية الزراعة، جامعة دمشق عضواً.

الدكتور بسام بياعة الأستاذ في قسم وقاية النبات في كلية الزراعة، جامعة حلب عضواً.

الدكتور محمد فواز العظمة الأستاذ في قسم وقاية النبات في كلية الزراعة، جامعة دمشق عضواً (مشرفاً).

قدّمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في قسم وقاية النبات في كلية الزراعة بجامعة دمشق.

This Thesis has been submitted as a partial fulfillment of the requirements for Master Degree in Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Damascus University.

لجنة الحكم:

الدكتور: جودت فضول

الدكتور: بسام بياعة

الدكتور: محمد فواز العظمة

تصريح

أصرح بأن البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان (دراسة وبائية لمرض التفحم الشائع على الذرة *Ustilago maydis* في سورية) لم يسبق أن قدم للحصول على أية درجة جامعية أخرى ولا هو مقدم حالياً لذلك، وأن كافة الأعمال والنتائج المذكورة هي محصلة جهودي الشخصية وبتوجيه من المشرفين العلميين. وأن أية معلومات أو طرائق أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها بوضوح في النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة للدرجة

المهندسة رغدة محمد هيثم البغدادي

نصادق على تصريح المرشحة للدرجة

المشرف العلمي: د. فواز العظمة

المشرف العلمي المشارك : د. صلاح الشعبي

كلمة شكر

في البداية لا يسعني إلا أن أتقدم بوافر الشكر و التقدير لكل من المشرفين العلميين القديرين الدكتور محمد فواز العظمة و الدكتور صلاح الشعبي اللذين لم يوفرا أي جهد في الإشراف على هذا البحث وعملا بالتكامل لإخراج هذا العمل بأحسن صورة وأكمل مضمون.

وأوجه شكري للسادة أعضاء لجنة الحكم الدكتور جودت فضول و الدكتور بسام بياعة و الدكتور محمد فواز العظمة لما بذلوه من جهد و وقت في نقد هذه الإطروحة.

و الشكر للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية التي تولي البحث العلمي كل الإهتمام و الرعاية و خاصة إدارة بحوث وقاية النبات بكافة عناصرها و القائمين على إدارة شؤونها.

كل امتناني وتقديري لكل من بذل جهداً في مساعدتي وإنجاح عملي و الوقوف إلى جانبي.

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
فهرس الجداول	9
فهرس الأشكال	11
الملخص	12
الفصل الأول **الأهمية الإقتصادية لمرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء ومبررارت البحث وأهدافه**	
1-1- مقدمة عامة	14
1-2- الأهمية الإقتصادية للمرض	15
1-3- مبررات البحث	18
1-4- أهداف البحث	18
الفصل الثاني **تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على نباتات الذرة ودراسة وبائية المرض في سورية**	
2-1- الدراسة المرجعية .	19
2-2- مواد البحث وطرائقه	23
2-2-1- المواقع وجمع العينات	23
2-2-3- النتائج والمناقشة	25
2-3-1- تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء	25
2-3-2-دراسة وبائية مرض التفحم الشائع على الذرة في سورية	44
الفصل الثالث **التنمية على أوساط الزرع**	
3-1- الدراسة المرجعية	50
3-2- مواد البحث وطرائقه	57
3-2-1- مصادر الأبواغ التيلية	57
3-2-2- إزالة ملوثات الأبواغ التيلية وتحضير مادة العدوى	57

3-2-3- تأثير بعض أوساط الزرع السائلة والصلبة المستخدمة في إنتاش الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*	58
3-2-3-1- أوساط الزرع السائلة	58
3-2-3-2- أوساط الزرع الصلبة	59
3-2-4- دراسة تأثير بعض أنواع السكريات المضافة إلى وسط البطاطا الغذائي في إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis*	61
3-2-5- دراسة تأثير درجات الحرارة في حفظ الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*	62
3-3- النتائج والمناقشة	63
3-3-1- تأثير أوساط الزرع في انتاش الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*	63
3-3-2- تأثير بعض أنواع السكريات المضافة إلى وسط البطاطا الغذائي في إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis*	67
3-3-3- تأثير درجات الحرارة في حفظ الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*	67
الفصل الرابع **تقدير الإمراضية لبعض عزلات الفطر *U. maydis* وتحديد مصادر العدوى الأولية وحساب نسبة الفقد في البادرات**	
4-1- الدراسة المرجعية	69
4-2- مواد البحث وطرائقه	74
4-2-1- تحضير مادة اللقاح	74
4-2-2- اختبار كفاءة طرائق العدوى الإصطناعية	75
4-2-3- اختبار القدرة الإمراضية لبعض عزلات الفطر الممرض	76
4-2-4- تحديد مصادر العدوى الأولية وحساب نسبة الفقد في البادرات.	77
4-3- النتائج والمناقشة	78
4-3-1- كفاءة طرائق العدوى الإصطناعية	78

4-3-2- القدرة الإمراضية لبعض عزلات الفطر الممرض	81
4-3-3- تحديد مصادر العدوى الأولية وحساب نسبة الفقد في البادرات.	84
الفصل الخامس **تقدير قابلية أصناف الذرة الصفراء المعتمدة للإصابة بمرض التفحم الشائع**	
5-1-الدراسة المرجعية	86
5-2- مواد البحث وطرائقه	89
5-2-1- تقدير قابلية إصابة أصناف الذرة الصفراء المحلية تجاه المرض في طور البادرة	90
5-2-1-1- في ظروف العدوى الطبيعية	90
5-2-1-2- في ظروف العدوى الإصطناعية	90
5-2-2- تقدير قابلية إصابة أصناف الذرة الصفراء المحلية تجاه المرض في طور النباتات البالغة	91
5-2-2-1- في ظروف العدوى الطبيعية	91
5-2-2-2- في ظروف العدوى الإصطناعية	92
5-3- النتائج والمناقشة	93
5-3-1- قابلية إصابة بادرات أصناف الذرة الصفراء والنباتات البالغة المحلية بالمرض تحت ظروف العدوى الطبيعية	93
5-3-2- قابلية إصابة بادرات أصناف الذرة الصفراء والنباتات البالغة المحلية بالمرض تحت ظروف العدوى الإصطناعية	95
الفصل السادس	
الاستنتاجات	98
التوصيات والمقترحات	100
المراجع الأجنبية	101
المراجع العربية	117

فهرس الجداول

رقم الجدول	الموضوع	الصفحة
1	توزع عرانيس الذرة المنتجة في المحافظات السورية إلى مجموعات (نسب مئوية) وفقاً لنسب إصابة حبوبها %, 2004 (%).	30
2	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة الرقة والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة, 2004.	31
3	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة درعا والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة,2004.	32
4	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة ريف دمشق والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة, 2004.	33
5	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة حمص والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة,2004.	34
6	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة حماة والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة للموسم2004.	35
7	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة القنيطرة والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة, 2004.	37
8	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة طرطوس والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة للموسم2004.	38
9	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة دير الزور والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة,2004 .	39
10	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة حلب والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة, 2004.	40
11	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة إدلب والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة للموسم2004.	41
12	عدد حقول الذرة المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة اللاذقية والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة, 2004.	42
13	متوسط نسب الفقد في إنتاج الذرة الصفراء المصابة بمرض التفحم الشائع على الذرة	43

	في عدد من المحافظات السورية, 2004.	
14	انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في المحافظات السورية وعلاقته بمتوسط درجات الحرارة اليومية (س˚) والرطوبة النسبية للهواء(%), 2004.	48
15	علاقات الإرتباط بين انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في المحافظات السورية ومتوسط درجات الحرارة اليومية والرطوبة النسبية للهواء, 2004.	49
16	تأثير بعض أوساط الزرع السائلة والصلبة في نسب إنتاش الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis* وفي عدد الأبواغ السبوريدية المتشكلة عند التحضين على درجة حرارة 30± 2ْس	66
17	تأثير بعض أنواع السكريات المضافة لوسط البطاطا الغذائي في إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis*.	67
18	تأثير بعض درجات الحرارة في حفظ حيوية الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis* مدة 6 أشهر بعد 24 ساعة من تحضينها على وسط البطاطا دكستروز أغار (PDA) عند درجة حرارة 30± 2ْس	68
19	كفاءة طرائق مختلفة لإحداث االعدوى الإصطناعية بالفطر *U. maydis* تجاه بادرات الذرة الصفراء صنف غوطة 82 تحت ظروف البيت الزجاجي, 2007.	79
20	كفاءة عزلات الفطر *U. maydis* في إصابة بادرات الذرة من صنف غوطة 82 تحت ظروف العدوى الإصطناعية عام 2007.	83
21	تأثير مصادر العدوى في إصابة بادرات الذرة الصفراء بمرض التفحم الشائع, 2009.	85
22	قابلية بعض أصناف الذرة الصفراء في طور النباتات البالغة بمرض التفحم الشائع تحت ظروف العدوى الطبيعية في الحقل, 2008.	94
23	قابلية إصابة بادرات بعض أصناف الذرة الصفراء والنباتات البالغة بمرض التفحم الشائع تحت ظروف العدوى الإصطناعية, 2008.	96

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الموضوع	الصفحة
1	أمثلة عن استخدام الفطر في التغذية.	16
2	توزع مرض التفحم الشائع على الذرة في العالم.	19
3	بعض مظاهر الإصابة بالفطر الممرض *U. maydis* على أجزاء مختلفة من النبات.	21
4	متوسط نسب انتشار مرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء في عدد من المحافظات السورية للموسم الزراعي 2004.	29
5	متوسط النسب المئوية للإصابة بمرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء و أجزائها في عدد من المحافظات السورية للموسم الزراعي 2004.	29
6	أبواغ فطر التفحم *Ustilago maydis*, ومزرعته السبوريدية.	62
7	انتاش الأبواغ التيلية للفطر *Ustilago maydis* على وسط أغار البطاطا والدكستروز.	63
8	أعراض الإصابة على بادرات الذرة الصفراء وفقاً لطرائق العدوى.	80
9	بعض المظاهر المرضية على بادرات الذرة الصفراء ناتجة عن الإصابة بالفطر *U. maydis*.تحت ظروف العدوى الإصطناعية في البيت الزجاجي.	81
10	أعراض الإصابة بمرض التفحم الشائع على بادرات أصناف مختلفة من الذرة الصفراء تحت ظروف العدوى الإصطناعية.	97
11	أعراض الإصابة على العرانيس لأصناف مختلفة من الذرة الصفراء تحت ظروف العدوى الإصطناعية	97

الملخص

بينت نتائج تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء خلال الموسم 2004 تبايناً كبيراً في متوسط انتشار المرض في المحافظات السورية (11 محافظة)، وسجلت أعلاها في محافظة الرقة (13.95%)، وأدناها في محافظة اللاذقية (1.7%). وتراوح متوسط النباتات المصابة ما بين 1.7% في محافظة اللاذقية و11.7% في محافظة ريف دمشق، بينما بلغت النسبة المئوية للعرانيس المصابة 1.3% في محافظة حماة و6.7% في محافظة حلب. تباينت درجة إصابة العرانيس بالمرض من محافظة لأخرى وضمن المحافظة الواحدة، وسجلت أعلى نسب إصابة في العرانيس المختبرة (أكثر من 55% من حبوب العرانيس مصابة) في محافظات حلب وإدلب ودير الزور وريف دمشق واللاذقية (60–70%) وأدناها في محافظة طرطوس (10.53%). وتراوحت نسب الفقد المباشر في إنتاج نباتات الذرة الصفراء في سورية ما بين 1.3 و6.7%، بينما بلغ المتوسط العام 4.4%. وسجل وجود ارتباط معنوي ما بين معدلات انتشار المرض في المحافظات المدروسة من جهة والنسب المئوية للنباتات من جهة أخرى. كان تأثير أوساط الزرع الصلبة أفضل من السائلة في إنتاش الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*, وتفوق الوسط بطاطا دكستروز أغار في تأثيره التحفيزي لإنتاش الأبواغ التيلية على أوساط الزرع الأخرى المختبرة سواء بعد 8 أو 24 ساعة من التحضين. ولم يسجل إنتاش للأبواغ التيلية في وسط أطباق التربة, بينما كان الوسط الغذائي السائل (بطاطا سكروز مرق اللحم) هو الأنسب لإكثار الأبواغ السبوريدية للفطر. وكان الدكستروز من أكثر السكريات ملاءمة لإكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis* عند إضافته لوسط البطاطا السائل مقارنة بالغلوكوز والسكروز والمالتوز, وكانت الفروقات ما بينها معنوية. وكانت درجة حرارة (4–6ْس) الأكفأ في حفظ حيوية الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*, إذ حافظ 82% من الأبواغ التيلية على حيويتها بعد التخزين مدة ستة أشهر, بينما كانت حيوية الأبواغ التيلية ضعيفة جداً (3.4%) عند حفظها عند درجة حرارة (32± 4ْس). وتفوقت معاملة حقن الساق بالمعلق البوغي لسبوريديا الفطر معنوياً على المعاملات الأخرى في إحداث المرض على بادرات الذرة الصفراء, وبلغ مؤشر المرض 87%, تليها في الأهمية طريقة التنقيط في فتحة الأوراق العلوية (50%), بينما بلغت قيمة مؤشر المرض في طريقة الرش الكامل للنبات 42.6%.

تباينت أحياناً القدرة الإمراضية لعزلات الفطر (20 عزلة مجموعة من أصناف ومناطق جغرافية مختلفة) تجاه بادرات الذرة الصفراء من صنف غوطة 82, وكانت أكثرها إمراضية تلك المجموعة من محافظة ريف دمشق، بينما كانت العزلات المجموعة من محافظتي الرقة وإدلب ضعيفة. تم تقييم ردود أفعال خمسة أصناف من الذرة الصفراء تجاه مرض التفحم الشائع المتسبب عن الفطر *U. maydis* بناء على العدوى الطبيعية والاصطناعية, وقد أصيبت جميع الأصناف المختبرة تحت ظروف العدوى

الطبيعية في طور النباتات الكاملة بالمرض بدرجات متباينة, وتراوح مؤشر المرض ما بين 2.7 و15.24%. كان الصنف غوطة1 أكثر الأصناف قابلية للإصابة بالمرض تحت ظروف العدوى الاصطناعية, بينما كان الصنف باسل1 أقلها قابلية للإصابة بالتفحم عندما كان في طور النباتات البالغة. وكانت الفروقات ظاهرية في مؤشر المرض بين معظم الأصناف عند اختبارها في طور البادرة. ولم يسجل ارتباط معنوي ما بين معدلات انتشار المرض على نباتات الذرة الصفراء في المحافظات المدروسة من جهة ومتوسطات درجات الحرارة اليومية ومتوسطات الرطوبة النسبية للهواء خلال موسم النمو 2004 من جهة أخرى. ويشترط لحدوث الحالة الوبائية للمرض توافق وتضافر مجموعة من العوامل من أهمها, وجود لقاح الفطر الممرض في التربة, زراعة الأصناف القابلة للإصابة, إضافة إلى توفر الظروف البيئية المناسبة من حرارة ورطوبة وتساقط الأمطار, والقيام ببعض العمليات الزراعية كقطع الأوراق السفلية والري بالرذاذ وزيادة الكثافة النباتية عند الزراعة, وترك مخلفات المحصول.

الفصل الأول

الأهمية الإقتصادية لمرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء ومبررارت البحث وأهدافه

1- 1- المقدمة العامة:

يسهم القمح والرز والذرة الصفراء بحوالي 60% من حاجة سكان العالم للغذاء (Wanger, 2006). من المتوقع زيادة الطلب عالمياً على الحبوب عاماً بعد آخر, وستكون الذرة الصفراء من الأنواع الرئيسة المطلوبة مع الرز والقمح خاصةً في الدول النامية كونها مصدر مهماً للطاقة وللبروتين لحوالي نصف سكان العالم (CIMMYT, 2002), وستزداد الحاجة للذرة الصفراء مع ازدياد أعداد السكان في العالم، الأمر الذي يتطلب زيادة إنتاج الغذاء ولا سيما الذرة الصفراء (Prabhu and Shivaji, 2000). تزرع الذرة الصفراء في حوالي 70 بلداً منها 53 دولة نامية, وهي تعد غذاءاً أساسيا لعدد كبير من سكان العالم (Camacho and Caraballo, 1994), وهي غير مكلفة اقتصادياً, وتسهم لحد بعيد في الحد من انتشار المجاعة على الصعيد العالمي (Babaleye and Menkir. 2006).

تحتل الذرة الصفراء المرتبة الثالثة في الأهمية على الصعيد العالمي بعد القمح والرز, وقدرت المساحة المحصودة عالمياً عام 2007 بحوالي (157.874.343) هكتاراً, غلّت 7900 مليون طن, بمعدل 49709 كغ/هكتار (FAO, 2007). واحتلت الذرة الصفراء المرتبة الثالثة بين محاصيل الحبوب في سورية بعد القمح والشعير, وبلغت المساحة المزروعة عام 2007 حوالي 50360 هكتاراً غلّت 177036 طناً بمعدل 3515 كغ/هكتار (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2007).

تزرع الذرة الصفراء على نطاق واسع لاستخداماتها المتعددة كعلف للحيوانات أو تدخل في غذاء الإنسان (Diederichsen et al., 2007). تستهلك الذرة السكرية عادةً قبل تمام النضج أو بعد تمام النضج كذرة البوشار، كما يمكن أن تجفف الحبوب وتطحن لصناعة الخبز أو المكثفات الصناعية أو لاستخلاص النشاء منها لصناعة المعكرونة والحلويات. كما تدخل في أغذية الأطفال (Babaleye and Menkir, 2006). يستخدم زيت الذرة الصفراء في الطبخ أو نيئاً مع السلطات. كما يستخدم غبار الطلع في تحضير بعض أنواع الحساء لاحتوائه على نسبة مرتفعة من البروتينات, كما يستخدم لب ساق الذرة في صنع بعض أنواع المشروبات السكرية, وتستخدم الذرة الصفراء في المجال الدوائي

في خفض مستوى سكر الدم وعلاج الحصى الكلوية (Foster and Duke, 1990), وفي علاج النزوف الأنفية، وعلاج القرحة وأوجاع الروماتيزم ولمعالجة الجروح عموماً، ومخفض لضغط الدم (Diederichsen *et al*., 2007). وتستخدم الذرة الصفراء في المجال الصناعي في تصنيع الحاويات البلاستيكية، الورق، الأنسجة والمواد اللاصقة، ومواد التجميل والمنظفات ومواد دباغة الجلود والطلاء ولتصنيع الإيتانول كمصدر للطاقة (Iqbal and Chauhan, 2003).

1-2-الأهمية الاقتصادية للمرض:

ينتشر مرض التفحم الشائع على الذرة المتسبب عن الفطر *Ustilago maydis* DC. Corda حيثما تزرع الذرة, ويكون انتشاره أكبر في المناطق الدافئة والمتوسطة الجفاف. تختلف نسبة الخسائر من منطقة لأخرى فتصل إلى 10% ولكن في بعض الحقول الفردية من الذرة السكرية قد تصل الخسائر إلى 100%. وبشكل عام تكون الخسائر التي يحدثها المرض في الزراعات الواسعة حوالي 2% عند استخدام الأصناف المقاومة (Agrios , 2005).

أصبحت الخسائر الاقتصادية الناتجة عن التفحم الشائع بسيطة نسبياً في السنوات الأخيرة مع اعتماد الهجن الجديدة المقاومة للمرض, وعلى الرغم من هذا يمكن أن يتضرر محصول الذرة الصفراء بصورة حادة متى توفر اللقاح المعدي وكان الصنف قابلاً للإصابة والظروف البيئية مناسبة لحدوث الإصابة وتطورها (Banuett, 1995).

وتكون الخسائر أعظم عند إصابة البادرات الصغيرة الأمر الذي يؤدي إلى موت النباتات أو تصبح عقيمة (Agrios, 2005). وقد تم ربط حالات انتشار الإصابة بالتفحم الشائع على الذرة الصفراء بالعواصف الرعدية التي تحدث بعد الانتاش، أو بالإجهادات البيئية كالجفاف الذي ينتج عنه عدم التزامن بين نضج المياسم (الحرائر_المياسم) وتكوّن واتشار الطلع (Snetselaar *et al*., 2001). ويعدّ تشكّل الأورام على عرانيس الذرة الصفراء والحلوة العارض الأكثر أهمية من الناحية الإقتصادية, فبالإضافة إلى تشوه شكلها الخارجي إذ تصير العرانيس المصابة غير مرغوبة للإستهلاك البشري وللحيوانات وضارة للصحة حتى ولو كانت نسبة الإصابة منخفضة جداً, الأمر الذي يؤدي إلى خسائر مباشرة كبيرة. بينما تسبب الأورام المتكشفة على أنسجة النبات الخضرية (الساق والأوراق) خسائر ثانوية (Christensen, 1963).

استخدم مصطلح Huitlacoche قديماً في المكسيك وبلدان أخرى من أمريكا اللاتينية للدلالة على الأورام التي يكونها الفطر *U. maydis*, وقد استعملت هذه الأورام كغذاء تقليدي للإنسان في هذه

البلدان إضافة لازدياد القبول عليها في عدد من الولايات المتحدة الأمريكية, فعلى الرغم من أن الإصابة بالفطر تجعل عرانيس الذرة غير صالحة للأكل لكن يمكن أن يكون الفطر نفسه محصولاً أكثر ربحاً من الذرة نفسها فيباع في مكسيكو سيتي أكثر من 400–500 طن سنوياً (Vilanueva, 1997), وفي الولايات المتحدة تدفع المطاعم الأمريكية بقدر 30–40 دولاراً ثمناً للكيلوغرام الواحد من Huitlacoche (الأورام) المجمدة بينما لم تتجاوز كلفة انتاج الكيلو الغرام الواحد منه 5.92 دولار, ويقدر ثمن ما ينتجه هكتار واحد من الذرة الصفراء حوالي 3703 دولاراً (Pataky and Chandler, 2003) (شكل1). وتعدّ الأورام الناتجة عن الفطر *U. maydis* من الناحية الكيميائية غذاءاً يحتوي على الكربوهيدرات, والبروتين, والدهون, والفيتامينات والمعادن, إضافة إلى الأحماض الأمينية, مثل Lysine, وبعض الحموض الدسمة, مثل Linoleate. (Valverde *et al*., 1995).

شكل 1: أمثلة عن استخدام الفطر في التغذية

وقد حُملت أبواغ الفطر الممرض إلى أوروبا من قبل المستكشفين الإسبان الأوائل مع عرانيس الذرة المصابة, وأجريت أول دراسة على المرض في عام 1883 من قبل O. Brefeld, فتم وصف الفطر الممرض وأثبت وجود تحولات شكلية في نموه (طورين), كما أثبت تفضيله لإصابة الأنسجة الميريستيمية (Fischer and Holton, 1957).

ساهم استعمال الأنظمة النموذجية الفطرية مثل: *Saccharomyces cerevisae*, *Schizosaccharomyces pombe* في فهم العمليات الخلوية الضرورية في الحيوانات. وفيما بعد تبين أن *Ustilago maydis* كائن حي نموذجي جديد لدراسة عمليات الخلية الحيوية Steinberg and Perez-Martin, 2008).

يشترك الفطر *Ustilago maydis* والإنسان في وجود بروتينات وعمليات خلوية لم توجد في النموذج الفطري القياسي *Saccharomyces cerevisae*, وعلى الرغم من المسافة التطورية بين *Ustilago maydis* والإنسان، هناك 777 بروتيناً مشتركاً منها 42 بروتيناً متعلق ببعض الأمراض الإنسانية المهمة، إضافة إلى 222 بروتيناً ذو وظيفة مجهولة. ويفتح تعريف المورثات المسؤولة عن

تكوين هذه البروتينات الباب للعمل التجريبي ولإمكانيات جديدة في علم حياة الخلية (Munsterkotter and Steinberg, 2007).

اعتمد W.Holloman على العديد من الدراسات الوراثية للفطر في تطوير أبحاث سرطانات الثدي والمبيض عند النساء, فتم تحديد المورثة *BRCA2* عند النساء، ووجدت مورثة مقابلة لها في الفطر *U. maydis*, ثم درست منتجات هذه المورثة الفطرية وإمكانية استخدامها في إصلاح DNA المتضرر عند النساء المصابات بالمرض (Yang *et al*., 2005) .

تحمل كثير من أبواغ الفطور الدعامية بالرياح والتيارات الهوائية لتصل إلى الجيوب الفكية (Maxillary sinuses)عن طريق الأنف فتسبب إلتهاباً مزمناً للجيوب ، كما تحدث هذه الفطور إصابات في الأنسجة المخاطية لباطن الخد (buccal mucosa), وخراجات دماغية (brain abscesses), وإلتهاب شغاف القلب وآفات فطرية أخرى على الأظافر, ومن أهم هذه الفطور المحدثة لتلك الأعراض:

Schizophyllum commune, Ustilago maydis, *Coprinus cinereus* (Lacaz Cda *et al*.,1996).

1-3- مبررات البحث:

1- أهمية محصول الذرة الصفراء في الزراعة السورية وحاجة القطر المتزايدة لهذا المحصول. 2- عدم وجود دراسات سابقة محلية حول الأهمية الاقتصادية لمرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء على الرغم من مضي مدة طويلة على تسجيله في سورية (خوري وزملاؤه, 1974).

3- لم تشر الدراسات المرجعية السورية ولا برامج تربية نباتات الذرة الصفراء المحلية حتى تاريخه إلى عمل علمي واحد قوّم على أسس علمية صحيحة قابلية إصابة أصناف الذرة الصفراء وهجنها المحلية والمستوردة بمسبب مرض التفحم الشائع.

4- لم تشر الدراسات المرجعية السورية حتى تاريخه إلى عمل علمي واحد قد سبق وقوّم القدرة الإمراضية لعزلات الفطر الممرض (*U. maydis*) أو بعضها، وسعى إلى الكشف عن الفوارق ما بينها على الرغم من انتشار الممرض في مناطق القطر المختلفة وحيثما تزرع الذرة الصفراء.

1-4- أهداف البحث:

1- تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء في سورية، وتقدير أهميته الاقتصادية, وتقدير أهمية مصدر العدوى الأولية بلقاح الفطر الممرض في إصابة بادرات الذرة الصفراء بمرض التفحم الشائع.

2 – البحث في إمكانية تنمية الفطر الممرض (*U. maydis*) على الأوساط الغذائية، وتأثير بعض درجات حرارة حفظ مادة اللقاح في حيويته، وتأثير بعض أنواع السكريات المضافة إلى وسط الزرع (وسط البطاطا) في إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis*.

3- الكشف عن القدرة الإمراضية لبعض عزلات الفطر الممرض (*U. maydis*) المتحصل عليها من مناطق القطر المختلفة، وتقدير كفاءة طرائق العدوى في إصابة بادرات الذرة الصفراء بمرض التفحم الشائع.

4- تقدير قابلية إصابة بعض أصناف الذرة الصفراء المعتمدة بمرض التفحم الشائع.

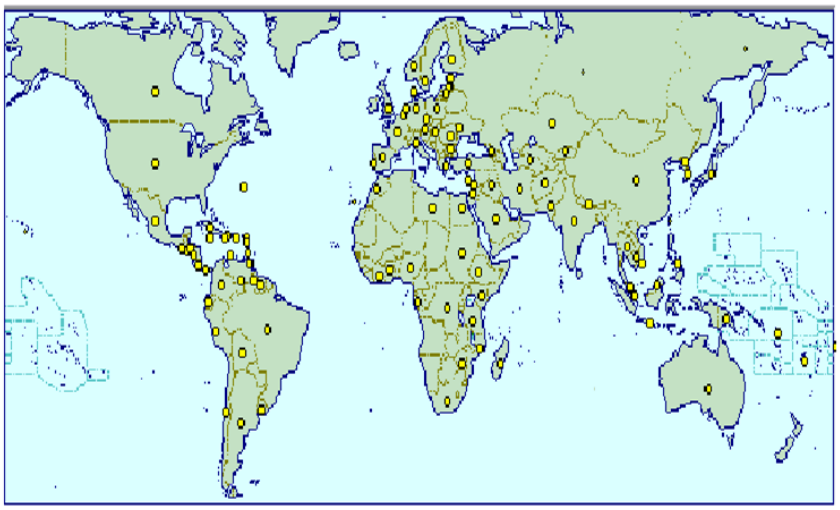
5- دراسة وبائية مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في سورية.

الفصل الثاني

تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على نباتات الذرة ودراسة وبائية المرض في سورية

2-1- الدراسة المرجعية:

يعدّ مرض التفحم الشائع على الذرة Common smut المتسبب عن الفطر *Ustilago maydis* DC. Corda (=*U. zeae* Unger), من فصيلة Ustilaginaceae, ورتبة Ustilaginales, أحد الأمراض المهمة والواسعة الانتشار في العالم (Ahmad *et al*, 1995a; Preece, 1993; Shabeer *et al*., 1995; Zhou, 1994; Pataky *et al*., 1995) (شكل2).



شكل 2: توزع مرض التفحم الشائع على الذرة في العالم (عن CPC).

ويصيب الفطر الممرض الذرة الصفراء *Zea mays* L. والذرة المكسيكية (teosinte) *Z. mexicana* (Schrader) (Chupp and Sherf, 1960), إضافة إلى أنواع أخرى تتبع الجنس نفسه مثل: *Z. diploperennis* (lltis, Doebley & Gozman), *Z. parviglumis* (lltis and Doebly), *Z. perennis* (Hitchcok), *Z. luxurians* (Durieu and Ascherson). والهجن النامية من هذه الأنواع (Astiz Gasoo *et al.,* 1999).

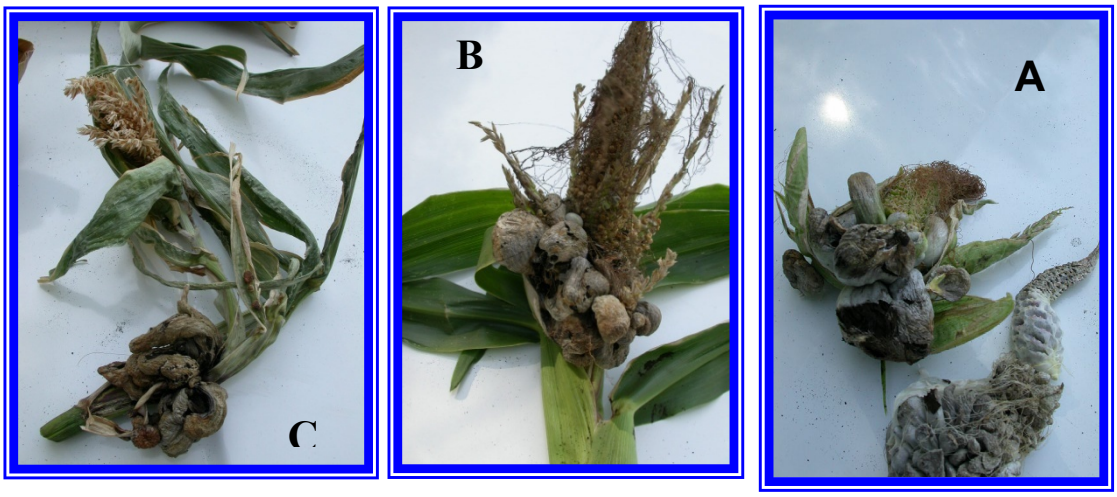
يعدّ تشكل الورم العارض الأكثر أهمية ووضوحاً, وتبدو الأورام على هيئة ثآليل (Galls), تظهر على الأعضاء الهوائية المختلفة لنباتات الذرة, مثل السوق، والأوراق، والحبوب على العرانيس, والنورة الذكرية (Azbukina *et al*., 1980) (شكل 3)، ولا سيما على الأعضاء الفتية التي تمتاز بنموها النشط (Shurtleff, 1980). وقد تتكون التورمات على سوق نباتات الذرة في منطقة خروج الجذور الهوائية أو على الجذور نفسها (Azbukina *et al*., 1980).

تكون الأورام موضعية، وهي تختلف في شكلها وحجمها، ويتراوح طولها ما بين عدة ميلليمترات وحتى 15 سم، وتغطى بغشاء رمادي اللون أو فضي (Azbukina, *et al*., 1980; Banuett, 1995). يكون لون محتوى هذه الأورام داكناً، يتحول مع تطور الإصابة إلى كتلة هبابية من مسحوق بني اللون أو زيتوني أو أسود هو عبارة عن الأبواغ التيلية Teliospores للفطر الممرض (Shurtleff, 1980; Azbukina *et al*., 1980).

يعتمد عدد وحجم وموقع الأورام على عمر النباتات وقت حدوث الإصابة, وتكون الأورام المتكونة على الأوراق صغيرة الحجم عادةً مقارنة بالأورام المتكونة على العرانيس, بينما يصل قطرها على الساق إلى حوالي 20-30 سم, ويمكن أن يشمل الورم أغلب النورة المذكرة (Christensen, 1963). ولوحظ تشكل أزهار مؤنثة على النورة المذكرة أو تطور نورات مذكرة على العرانيس Corcuera and Sandoval, 1999) (شكل 3).

يسبب مرض التفحم الشائع على الذرة أضراراً اقتصادية مهمة، يختلف مداها من منطقة لأخرى (Bubniewicz, 1994)، وقد تراوحت الخسائر التي أحدثها المرض بالذرة الصفراء في الولايات المتحدة في عام 1920 ما بين 5 و10%، ولم تتجاوز الخسائر 1%في عام 1987، وكانت أكثر فداحة في الذرة السكرية (McGee, 1988).

يعدّ مرض التفحم الشائع مسؤولاً عن موت بادرات الذرة على نطاق واسع في عدد من حقول ولايتي Illinois و Indiana في موسم 1968, وتراوحت نسبة إصابة بادرات الذرة في بعض مناطق الولايتين ما بين 35 و50% (Ullstrup and Britton, 1968). وبلغت نسبة إصابة النباتات في المسح الحقلي في ولاية Minnesota عام 1977 ما بين 3.3− 16.6% (Kommedahl and Windels, 1977).



شكل 3: بعض مظاهر الإصابة بالفطر الممرض *U. maydis* على أجزاء مختلفة من النبات.

A: الإصابة على العرانيس.

B: الإصابة على العرناس مع تطور نورات مذكرة عليها.

C:الإصابة على الساق والأوراق.

D: الإصابة على النورة المذكرة مع تطور أزهار مؤنثة عليها.

كما يعدّ التفحم الشائع على الذرة الصفراء المرض الأكثر شيوعاً في بولندا (Lisowicz, 1995a)، وقد سجلت فوعات المرض خلال السنوات (1976–1993)، وبلغ متوسط الإصابة 6%، ونسبة الفقد في حبوب الذرة 3.3% (Lisowicz, 1995b)، وتسببت الإصابة الشديدة في موت النباتات الفتية (Shurtleff, 1980). وتراوحت نسب إصابة نباتات الذرة في ألمانيا ما بين 0.8 و14% في منطقة Leipzig (Zimmermann *et al.*, 1990). كما تراوحت النسب المئوية لنباتات الذرة الصفراء المصابة بالفطر *U. maydis* في الأرجنتين ما بين 3.33 و12.5% عام

1990 (Corcuera *et al.*, 1998). بينما تراوحت نسب الإصابة بالتفحم الشائع على خمسة أصناف من الذرة في الهند ما بين 0 و17.67% (Srivastava *et al*., 1991).

وبيّن Caretta وزملاؤه (1985) انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في إيطاليا. وفي دراسة مشابهة أجريت في كل من روسيا وبلغاريا خلال الأعوام 1991–1993 كان التفحم الشائع من أكثر الأمراض انتشاراً على هجن الذرة (Momchilova and Mitev, 1995). وسجّل انتشار للمرض في مواقع متعددة من إيران بين عامي 1981 و1983 (Mehrian, 1984), كما تمّ تقصيه في انكلترا في مقاطعتي Hampshir وSussex (Lawick and Van, 1995)، بعد أن سجل انتشاراً واسعاً في عام 1977 (Cook, 1977).

أظهرت نتائج تقصي مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في كندا خلال المدة ما بين 1999 و2005 انتشاراً ضعيفاً في عام 1999 (أقل من 5%), وعزي انخفاض الإصابة إلى الطقس الجاف الذي ساد المنطقة خلال أشهر تموز وآب وأيلول, بينما تراوحت نسب الإصابة في الحقول المدروسة في عام 2005 ما بين 5 و25% نتيجة لهطل الأمطار المتكرر خلال شهري أيلول وتشرين الأول (Zhu *et al.,* 2000; Zhu *et al*., 2001; Zhu *et al.,* 2002; Zhu *et al*., 2003; Zhu *et al.,* 2004; Zhu *et al.,* 2005; Zhu *et al.,* 2006).

لايوجد إجماع حول الشروط البيئية المفضلة لحدوث مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء على الرغم من انتشاره بعد الطقس الرطب الممطر وفقاً لمعظم الدراسات المرجعية (Pataky and Chandeler, 2003).

وسجل ارتفاع نسبة انتاش أبواغ الفطر الممرض في الصيف الممطر (Kim and Park,1996), كما أحدثت الجروح المتسببة عن إزالة الأوراق السفلية لاستخدامها كأعلاف زيادة في نسبة الإصابة (Christensen, 1963).

وقد لوحظ انتشار الأورام على الأوراق وسوق شتلات نباتات الذرة الصفراء في أغلب الأحيان بعد حدوث العواصف الرعدية المترافقة مع رياح شديدة, لاسيما بعد هبوب العواصف الرملية (Christensen, 1963). وقد زادت الأجواء الجافة والحارة من حدوث مرض التفحم الشائع على العرانيس, بينما انخفض إنتاج غبار الطلع وتوقف تلقيح المبايض (Snetselaar *et al*., 2001)

تسببت الكثافة المرتفعة لنباتات الذرة الصفراء في وحدة المساحة (150 ألف نبات/هكتار) في زيادة نسبة النباتات المصابة بالتفحم الشائع, بينما كانت هذه النسبة أقل عند كثافة 75 ألف

نبات/هكتار, رافقها زيادة في الإنتاج الحبي, ووزن السوق, وارتفاع النباتات (Ahmad *et al.*, 1995a).

خفض استخدام التسميد المتوازن للذرة الصفراء (N P K بمعدل 100:50:0 كغ/هكتار, على التوالي) نسبة حدوث المرض, وازداد الإنتاج الحبي وطول النباتات بالمقارنة مع معاملة الشاهد (Ahmad *et al.*, 1995b). وأدى تطبيق السماد الآزوتي عند الزراعة وفي طور الورقة 16 إلى زيادة نسبة الإصابة بالمرض, رافقها ارتفاع كمية الفقد في المحصول (Kostandi and Soliman, 1991). كما زادت نسبة الإصابة بالمرض عند اختبار مبيدات الأعشاب حقلياً لمدة عامين في ألمانيا, وسهلت إزالة الأعشاب الضارة مرور أبواغ الفطر من التربة إلى أوراق بادرات الذرة, ولم يؤثر استخدام هذه المبيدات في انتاش أبواغ الفطر (Pfister and Grossmann, 1979).

2-2- مواد البحث وطرائقه:

2-2-1- المواقع وجمع العينات:

تم تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء في الموسم الزراعي 2004 في إحدى عشرة محافظة سورية, هي: درعا, وريف دمشق, وحمص, وحماة, وطرطوس, واللاذقية, وحلب, وإدلب, والرقة, ودير الزور والقنيطرة, وقد شمل الحصر حقول الذرة الصفراء في مراكز البحوث وحقول المزارعين في تلك المحافظات. وتراوحت مساحة الحقول في هذه المراكز ما بين مساحات صغيرة لا تتعدى 18 م^2 لكل هجين أو مدخل في تجارب الأصناف، ومساحات كبيرة كحقول الإكثار بلغت حوالي 10 دونمات, بينما تراوحت مساحة حقول المزارعين ما بين نطاقات للمزروعات شكلت مساحات قليلة وحقول أخرى تزيد مساحتها عن 20 دونماً. صممت استمارة خاصة للحقول الممسوحة دوّن فيها المحافظة والموقع, واسم المزارع, والصنف المزروع, ونسبة الإصابة لنباتات الذرة الصفراء المزروعة و الأجزاء النباتية المختلفة.

أخذت القراءات المرضية في بداية فترة النضج التام لحبوب الذرة الصفراء في الموسم الزراعي 2004، وتم فحص العرانيس والسوق والأوراق والجذور في النبات الواحد، وحددت النسب المئوية لإصابة النباتات، والعرانيس, والسوق، والأوراق، والجذور الهوائية, كلٍ على حدةٍ, باستخدام المعادلة التالية (Tchymakova, 1974):

$$P\% = n.100 / N$$

حيث أن:

P: النسبة المئوية للإصابة في الحقل (انتشار المرض في الحقل) للنباتات أو العرانيس أو السوق أو الجذور أو الأوراق، كلٍ على حدةٍ.

n: عدد النباتات أو الأجزاء النباتية المصابة في كل حقل/صنف.

N: العدد الكلي للنباتات أو الأجزاء النباتية المفحوصة في كل حقل/صنف.

تم فحص كافة النباتات المزروعة في المساحات الصغيرة, أما في الحقول التي تراوحت مساحاتها بين 250–1000 م^2 فقد تراوحت نسب النباتات المفحوصة ما بين 5 و10% من المجموع الكلي للنباتات المزروعة, وتم فحص 0.5 إلى 1% بصورة عشوائية من النباتات المزروعة في الحقول الأكبر من ذلك.

تم تقدير درجات شدة إصابة عرانيس الذرة الصفراء المصابة بالتفحم الشائع اعتماداً على نسبة الحبوب المصابة على العرنوس وفقاً لتدريج Pataky وآخرون المعدل (Pataky *et al.,* 1995).

0- حبوب سليمة.

1- إصابة 0.1-10% من حبوب العرناس.

2- إصابة من 11-20% من حبوب العرناس.

3- إصابة من 21-45% من حبوب العرناس.

4- إصابة من 46-55% من حبوب العرناس.

5- إصابة أكثر من 55% من حبوب العرناس.

كما تم حساب انتشار المرض في المنطقة أوالمحافظة باستخدام المعادلة التالية (Tchymakova, 1974)

$$P_c = \sum SP / S$$

حيث أن:

P_c: متوسط نسبة انتشار المرض في المنطقة أو المحافظة (%).

$\sum SP$: مجموع حاصل ضرب مساحة الحقول التي تم فحصها بنسبة الإصابة الموافقة.

S: مجموع مساحة الحقول التي تم فحصها.

وقدرت درجة إصابة نباتات الذرة بالمرض في الحقول اعتماداً على سلم التقييس المعتمد في مركز بحوث الحبوب والحبوب الزيتية في أوتاوا- كندا (Zhu *et al.,* 2000). حيث أن:

- لا توجد إصابة (ND) = لم تسجل إصابات في الحقل.
- إصابات منخفضة Low infection = <5% من النباتات مصابة.
- إصابات متوسطة Intermediate infection = < 25% من النباتات مصابة.
- إصابات مرتفعة High infection >25% من النباتات مصابة.

2-3- النتائج والمناقشة:

2-3-1- تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء:

أظهرت نتائج تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء عام 2004 تبايناً كبيراً في متوسط انتشاره بين المحافظات, وسجلت أعلاها في محافظة الرقة, وبلغت 13.95%, وأدناها 1.66% في محافظة اللاذقية. وتراوح متوسط النباتات المصابة ما بين 1.66% في اللاذقية و11.67% في ريف دمشق. وبلغت النسبة المئوية للعرانيس المصابة 1.26% في حماة و6.67% في محافظة حلب, وسجلت إصابات طفيفة للمرض على الأوراق, تراوحت ما بين الصفر في كلٍ من الرقة ودرعا وحلب وإدلب واللاذقية و1.1% في طرطوس. بلغت إصابة سوق نباتات الذرة الصفر في الرقة وإدلب و2.88% في ريف دمشق, وتراوحت النسبة المئوية لإصابة النورة المذكرة ما بين الصفر في كل من محافظتي دير الزور وإدلب و4.6% في درعا (شكل 4 و5).

تباينت درجة إصابة عرانيس الذرة الصفراء بالمرض من محافظة لأخرى وضمن المحافظة الواحدة, وسجلت أعلى نسب إصابة لحبوب الذرة (أكثر من 55% من الحبوب مصاب) في العرانيس المحصودة من محافظات حلب وإدلب ودير الزور وريف دمشق واللاذقية (60-70%), وأدناها في طرطوس (10.53), بينما قلت نسبة الحبوب المصابة عن 10% في 47.4% من عرانيس الذرة المنتجة في محافظة طرطوس (جدول1).

تراوحت النسب المئوية لنباتات الذرة الصفراء المصابة بمرض التفحم الشائع في محافظة الرقة ما بين الصفر و34%، وسجلت أعلى نسبة إصابة في حقل إكثار الهجين غوطة 82. ولم تلاحظ إصابة على سوق النباتات أو الأوراق وإنما سجلت إصابات طفيفة على النورة المذكرة لم تتجاوز 4%. وتركزت معظم الإصابات بالمرض على العرانيس, وتراوحت بين الصفر و34%, وتوزعت العرانيس وفقاً لنسب الحبوب المصابة فيها إلى مجموعات, فكان 58.5% من العرانيس إصابتها شديدة (أكثر من 55%),

وكانت إصابات 27.8% من العرانيس أقل من 10%, بينما كان 13.9% من العرانيس إصابتها متوسطة (11–55%) (جدول 1 و2).

واحتلت محافظة درعا المرتبة الثانية في نسبة انتشار المرض, وبلغ متوسطه 13.78%, وتراوحت نسب النباتات المصابة ما بين 1–20%, وبلغ متوسطها 11.3% (شكل4, 5). ولم تلاحظ إصابات على الأوراق، ولم تتجاوز إصابات السوق نسبة 2%، وتراوحت نسب إصابات النورات المذكرة ما بين الصفر و12%، بينما تراوحت نسب إصابات العرانيس ما بين 0.5– 14%. وتوزعت العرانيس وفقاً لدرجة إصابتها على النحو التالي: 31.3% من العرانيس كانت درجة إصابة الحبوب فيها أقل من 10%، و21.9% من العرانيس كانت حبوبها متوسطة الإصابة (11–55%)، بينما بلغت نسبة العرانيس المصابة حبوبها بنسبة أكبر من 55% حوالي 46.9% (جدول1, 3).

احتلت محافظة ريف دمشق المرتبة الثالثة في انتشار المرض, وبلغ متوسطه 12.3% (شكل4). وتوزعت نسب النباتات المصابة ما بين الصفر و44%، ونسب السوق المصابة ما بين الصفر و16%، ونسب الأوراق المصابة ما بين الصفر و8%، ونسب النورة المذكرة المصابة ما بين الصفر و10%، بينما تراوحت نسب العرانيس المصابة ما بين الصفر و28%. وكان 62.7% من العرانيس مصابة حبوبها بنسبة تزيد عن 55% (جدول 4,1). وسجلت إصابة وحيدة على الجذور الهوائية الخارجة من العقدة الأولى ولم تتكرر الإصابة في أي عينة أخرى.

تم التوصل إلى نتائج مشابهة فيما يتعلق بنسب إصابة نباتات الذرة و الأجزاء المختلفة للنباتات في محافظات حمص وحماة والقنيطرة (جداول5, 6, 7),على الرغم من تدني نسب انتشار المرض فيها مقارنة بالمحافظات السابقة (شكل 4).

تدنت نسبة انتشار مرض التفحم الشائع على نباتات الذرة في محافظة طرطوس, وبلغ متوسطها 8% (شكل 4). ولم تتجاوز نسبة النباتات المصابة 12.5%. وقد تراوحت نسب العرانيس المصابة ما بين 0 و12.5% (جدول 8), وتوزعت وفقاً لشدة إصابتها إلى المجموعات التالية: 47.4% من العرانيس لم تتجاوز نسب إصابة الحبوب فيها 10%, وفقط 10.5% من العرانيس زادت فيها نسب إصابة الحبوب عن 55%, بينما كانت نسب إصابة الحبوب في العرانيس المتبقية ما بين 11 و55% (جدول 1).

وعلى عكس ما تقدم, فقد كان انتشار المرض في دير الزور وحلب وإدلب واللاذقية منخفضاً, وتراوح متوسطه ما بين 5.2 و1.7% (شكل 4). وتراوحت نسب النباتات المصابة ما بين الصفر و22.0%. وسجلت إصابات على النورات المذكرة في محافظتي حلب واللاذقية, بلغت نسبها ما بين الصفر و4,

والصفر و0.69%, على التوالي. كما سجلت إصابات بالمرض على سوق النباتات في بعض هذه المحافظات كدير الزور وحلب واللاذقية, وتراوحت نسبها ما بين الصفر و8%. ولم تسجل إصابات على أوراق الذرة في أي من هذه المحافظات باستثناء نباتات الذرة في محافظة دير الزور, فقد تراوحت ما بين الصفر و0.79% (جداول 9 – 12).

ولوحظ ارتفاع نسب العرانيس المصابة في هذه المحافظات بدرجات مرتفعة فاقت 55% من الحبوب, وتراوحت ما بين 60 و70% على نباتات الذرة المنتجة في هذه المحافظات, بينما تراوحت نسب العرانيس التي لم تتجاوز إصابات الحبوب فيها 10% ما بين 0 و8.3 (جدول 1).

ويعزى تباين نسب العرانيس المصابة بدرجات متماثلة من المرض في محافظتي اللاذقية وطرطوس إلى اختلاف الأصناف المزروعة, فقد سجلت القراءات في اللاذقية على أصناف الذرة السكرية, بينما كانت الأصناف المزروعة في طرطوس: باسل2 وبحوث فردي 1/316 وبحوث فردي 1/303 وغوطة 46 وغوطة 47 وغوطة 79 وغوطة 82 وغوطة 84 وغوطة 85 وغوطة 86.

تم التوصل في هذا البحث إلى نتائج مشابهة لتلك المتحصل عليها في دراسات مرجعية أخرى أجريت في مناطق مختلفة من العالم, فبينما تراوح متوسط النسب المئوية للإصابة الحقلية في المحافظات المدروسة ما بين 1.66% و11.67% مع وجود حقول فردية تجاوزت فيها نسبة النباتات المصابة 44%, تراوحت النسب المئوية لنباتات الذرة الصفراء المصابة بالمرض ذاته في الأرجنتين ما بين 3.33 و12.5% (Corcuera *et al.*, 1998), وما بين 3.3 و16.6% في ولاية Minnesota بالولايات المتحدة عام 1977 (Kommedahl and Windels, 1977).

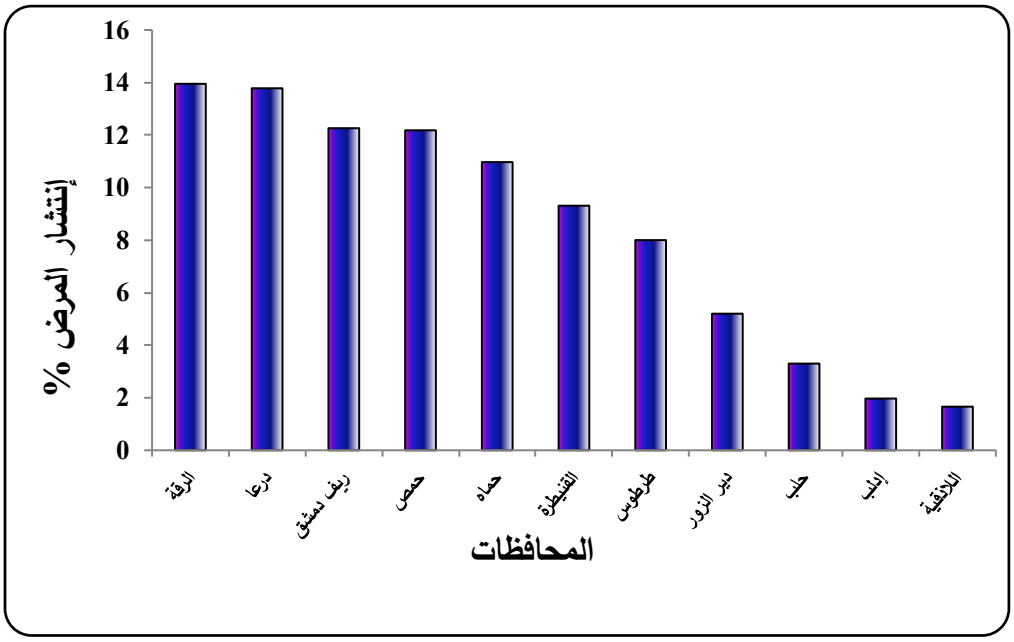
تباينت نسب الفقد في الإنتاج ما بين محافظة وأخرى, وتراوحت ما بين 1.26 و6.67% على أساس أنّ إصابة حبة واحدة في العرنوس تؤدي إلى استبعاده كلياً من التداول والاستهلاك. أضف إلى ذلك الدرجات الشديدة للمرض (نسبة الحبوب المصابة في العرنوس الواحد تزيد عن 55%) التي سجلت في بعض المحافظات السورية ولا سيما في حلب وإدلب ودير الزور وريف دمشق واللاذقية, والتي تراوحت ما بين 60 و70% (جدول 13).

بلغ المتوسط العام للفقد المباشر في إنتاج الذرة الصفراء في سورية عام 2004 نتيجة للإصابة بهذا المرض حوالي 4.4%, وهذا يعادل 9672.92 طناً, علماً أن إنتاج حبوب الذرة الصفراء المتحصل عليها من المحافظات السابقة للعام نفسه قدرت بحوالي 210166 طناً (إحصائيات وزارة الزراعة لعام 2004). وقد بلغ متوسط الفقد في إنتاج حبوب الذرة في جنوب بولندا خلال المسح الحقلي الذي تم

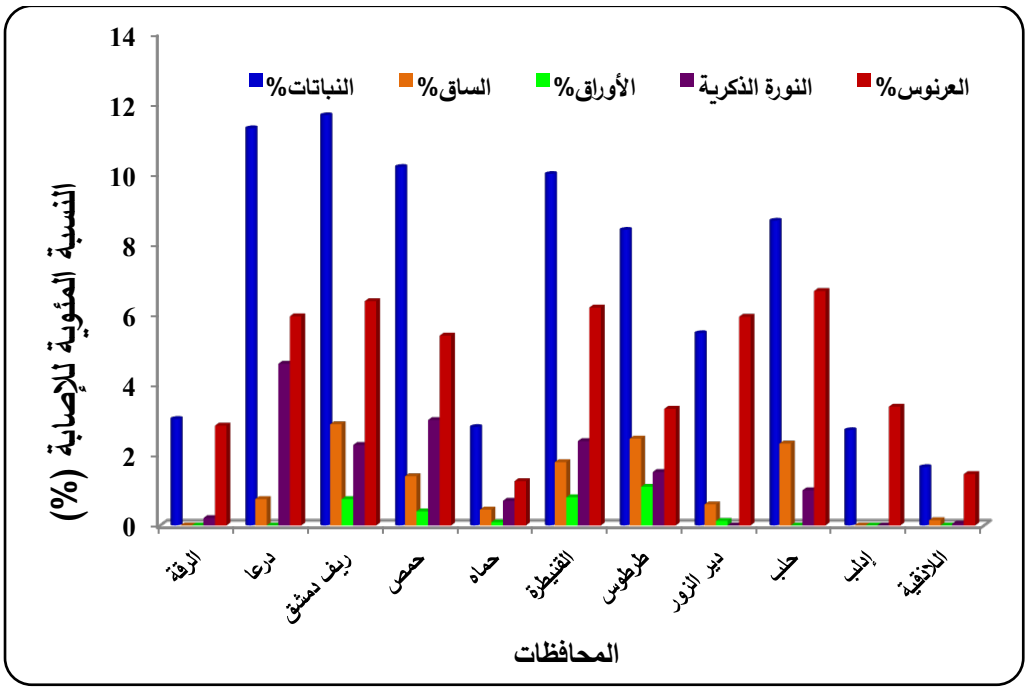
خلال المدة ما بين 1976 و1992 3.3%, بينما كانت نسبة إصابة النباتات 6% (Lisowicz, 1995a). يضاف إلى ذلك نسبة الفقد في نباتات الذرة الناتج من إصابة البادرات بالمرض في وقت مبكرٍ والذي تراوح ما بين 7.41 (على الصنف فيحاء سكرية) و14.81% (على الصنف غوطة 82) في معاملة البذار والتربة معداة (جدول 21). وكان المرض قد تسبب في موت حوالي 35– 50% من بادرات الذرة في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1968 وفقاً لبعض الدراسات المرجعية (Ullstrup and Britton, 1968), الأمر الذي يوضح الأهمية الاقتصادية الكبيرة لهذا المرض في الزراعة على المستوى العالمي والمحلي.

وتحدث تغذية الحيوانات بالعرانيس المصابة حالات من إسقاط أجنة الأبقار وانتفاخ وعائي في الرئة وتساقط الشعر وفقاً لبعض الدراسات المرجعية (Fischer and Holton, 1957).

ويسبب استخدام الأجزاء النباتية المصابة بالفطر في تغذية الإنسان تساقط الشعر والأسنان وتخرب الحرارة العالية المطبقة عند الطهو واستخدام التوابل المواد السامة التي يفرزها الفطر (Madariaga, 1919).



شكل 4: متوسط نسب انتشار مرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء في عدد من المحافظات السورية للموسم الزراعي 2004



شكل 5: متوسط النسب المئوية للإصابة بمرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء وأجزائها في عدد من المحافظات السورية للموسم الزراعي 2004

جدول 1: توزع عرانيس الذرة الصفراء المنتجة في المحافظات السورية إلى مجموعات (نسب مئوية) وفقاً لنسب إصابة حبوبها(%), 2004.

المحافظة	النسبة المئوية للحبوب المصابة (%) في العرانيس				
	10-0.1	20-11	45-21	55-46	>55
الرقة	27.7	7.7	1.5	4.6	58.5
درعا	31.3	12.5	6.3	3.1	46.9
ريف دمشق	13.6	5.1	11.9	6.8	62.7
حمص	13.8	24.1	34.5	3.5	24.1
حماه	31.2	7.8	11.7	6.5	42.9
القنيطرة	12.9	12.9	12.9	3.2	58.1
طرطوس	47.4	10.5	31.6	0.0	10.5
دير الزور	7.8	9.4	12.5	3.1	65.6
حلب	0.0	10.0	15	5.0	70.0
إدلب	8.3	8.3	8.3	8.3	66.7
اللاذقية	8.3	13.3	15.0	3.3	60.0

جدول2: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة الرقة والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	0.016	10/سكرية	L	1.17	0	0	0	1.17	53.3
2	0.016	9/سكرية	L	0.78	0	0	0	0.78	10
3	0.016	7/سكرية	L	0.39	0	0	0	0.39	20
4	0.016	6/سكرية	L	0.78	0	0	0.39	0.39	10
5	0.016	5/سكرية	L	0.78	0	0	0	0.78	12.5
6	0.016	4/سكرية	L	1.17	0	0	0	1.17	31.67
7	0.016	20/سكرية	L	0.39	0	0	0	0.39	10
8	0.016	16/سكرية	L	0.39	0	0	0	0.39	15
9	0.016	13/سكرية	L	0.78	0	0	0	0.78	80
10	0.032	هجين فردي 1/186	L	0.39	0	0	0	0.78	27.5
11	0.032	هجين زوجي 2/107	L	0.78	0	0	0.39	0.39	100
12	0.032	هجين ثلاثي 3/85	L	0.78	0	0	0	0.78	77.5
13	0.032	غوطة38	ND	0	0	0	0	0	0
14	0.032	هجين فردي 1/244	ND	0	0	0	0	0	0
15	0.032	باسل 1	ND	0	0	0	0	0	0
16	0.032	غوطة 82	L	0.39	0	0	0	0.39	50
17	0.032	باسل 2	L	0.78	0	0	0	0.78	51.5
18	0.032	باسل 2	L	0.78	0	0	0	0.78	25.5
19	0.032	غوطة 1	L	1.17	0	0	0	1.17	33.33
20	11	-	M	14	0	0	4	10	100
21	10	حقل إكثار غوطة 82	H	34	0	0	0	34	86.18
22	10	-	ND	0	0	0	0	0	0
23	14	-	M	10	0	0	0	10	57
المتوسط				3.03	0	0	0.21	2.84	37

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول3: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة درعا والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	0.5	-	M	8	2	0	2	4	90
2	1	-	M	20	0	0	8	12	58.33
3	0.8	-	M	20	0	0	6	14	58.57
4	0.16	-	L	4	1	0	2	1	75
5	0.5	-	M	8	0	0	6	2	20
6	0.16	-	L	1	0.5	0	0	0.5	20
7	0.4	-	L	2	0	0	0	2	60
8	1.2	غوطة1	M	14	0	0	0	14	10
9	0.5	-	M	16	2	0	10	4	55
10	0.25	-	M	20	2	0	12	6	78.33
المتوسط				11.3	0.75	0	4.6	5.95	52.5

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول4: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة ريف دمشق والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	0.6875	-	M	8	4	0	0	4	65
2	5.46	-	M	8	0	2	6	0	0
3	2.8125	-	M	14	12	0	0	2	100
4	1.7438		ND	0	0	0	0	0	0
5	0.05	-	H	44	16	0	0	28	75.71
6	3.0625	-	H	22	6	8	4	4	45
7	5.5738	-	M	14	4	0	10	0	0
8	0.00875	-	M	10	0	0	0	10	65
9	0.00875	-	M	22	8	6	2	6	100
10	0.4	-	M	16	4	2	6	4	70
11	0.00875	-	M	12	0	0	2	10	68
12	0.1875	-	M	20	0	0	5	15	100
13	0.375	-	M	15	5	0	0	20	58.75
14	0.375	-	M	15	0	0	5	15	100
15	0.05625	هجين ثلاثي	M	10	5	0	0	5	100
16	0.05625	هجين زوجي	L	5	0	0	0	5	100
17	0.05625	غوطة1	M	15	5	0	10	0	0
18	0.05625	هجين زوجي1/93	ND	0	0	0	0	0	0
19	0.05625	باسل2	M	15	0	0	0	15	100
20	0.05625	هجين ف 1/244	ND	0	0	0	0	0	0
21	0.05625	باسل1	L	5	0	0	0	5	100
22	0.05625	غوطة82	L	5	0	0	0	5	40
23	0.05625	غوطة1	L	5	0	0	5	0	0
24	0.05625	باسل2	ND	0	0	0	0	0	0
المتوسط				11.67	2.88	0.75	2.28	6.38	53.64

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول 5: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة حمص والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	متوسط نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	2.7	-	M	24	4	0	12	8	21.25
2	1.56	-	M	8	2	2	0	4	35
3	2.79	-	M	10	2	0	2	6	42.5
4	1.63	-	ND	0	0	0	0	0	0
5	21.13	-	M	14	0	0	6	8	23.75
6	6	-	M	16	0	0	6	10	33
7	3	-	M	12	0	0	2	10	46
8	3	-	L	4	2	0	0	2	70
9	3	-	M	8	2	0	2	4	70
10	3.75	-	M	6	2	2	0	2	80
المتوسط				10.2	1.4	0.4	3	5.4	42.15

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول 6: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة حماه والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	2.813	-	L	4	2	2	0	2	100
2	0.25	-	M	8	0	0	0	8	81.25
3	0.25	-	M	6	0	0	0	6	40
4	2.625	-	M	16	6	4	2	6	83.33
5	2	-	M	18	4	2	2	10	63
6	2	-	M	10	4	0	6	4	100
7	0.01125	1035x1033	L	1.4	0	0	0	1.4	55
8	0.01125	1034x1038	L	1.4	0	0	0	1.4	100
9	0.01125	1043x1040	L	0.69	0	0	0	0.69	5
10	0.01125	1038x1039	L	0.69	0	0	0	0.69	7
11	0.01125	1038x1042	L	0.69	0	0	0	0.69	30
12	0.01125	1033x1040	L	0.69	0	0	0.69	0	0
13	0.01125	غوطة1	L	3.47	0	0	0	3.47	81.6
14	0.01125	هـ ف1/299	ND	0	0	0	0	0	0
15	0.01125	هـ ف1/304	L	1.4	0	0	0	1.4	55
16	0.01125	هف 3/114	L	0.69	0	0	0	0.69	50
17	0.01125	غوطة71	M	5.56	0.69	0.69	2.08	4.17	76.67
18	0.01125	سلمونية 9	L	2.08	0	0	0.69	0	0
19	0.01125	سلمونية10	L	0.69	0	0	0.69	0	0
20	0.01125	سلمونية15	L	1.4	0	0	1.4	0	0
21	0.01125	بنما 45	L	0.69	0	0	0	0.69	30
22	0.01125	Tasty sweet	L	0.69	0	0	0	0.69	20
23	0.01125	سكرية53	L	0.69	0	0	0	0.69	20
24	0.01125	غوطة82	L	0.69	0	0	0.69	0	0
25	0.01125	سكرية1	L	0.69	0	0		0.69	100
26	0.01125	GW-42	L	0.69	0	0		0.69	100
27	0.01125	GW-41	L	1.4	0	0.69	0	0.69	100
28	0.01125	سلمونية16	L	1.4	0	0	1.4	0	0
29	0.01125	فيحاء36	L	0.69	0	0	0	0.69	20
30	0.001125	باسل2	L	2.08	0.69	0	0	1.4	100
31	0.01125	GW-43	L	0.69	0	0	0	0.69	100
32	0.01125	سكرية58	L	2.08	0	0	0.69	1.4	45
33	0.01125	سكرية57	L	0.69	0	0	0	0.69	45

34	0.001125	سكرية42	L	0.69	0	0	0	0.69	10
35	0.01125	سكرية38	L	1.4	0	0	0	1.4	52.5
36	0.001125	غوطة43	L	1.4	0	0	0	1.4	22.5
37	0.01125	غوطة6	L	0.69	0	0	0	0.69	20
38	0.001125	غوطة46	L	0.69	0	0	0	0.69	45
39	0.01125	بحوث فردي 1/316	L	0.69	0	0	0	0.69	10
40	0.001125	باسل2	L	0.69	0	0	0	0.69	100
41	0.01125	غوطة39	L	1.4	0	0	0	1.4	52.5
42	0.01125	غوطة40	L	0.69	0	0	0	0.69	30
43	0.0375	غوطة82	M	16	2	0	0	14	31.43
المتوسط				2.8	0.45	0.22	0.05	1.91	46.08

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول7: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة القنيطرة والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	1	-	M	6	0	2	2	2	100
2	8	-	M	6	2	0	2	2	15
3	3	-	M	8	6	2	0	4	100
4	3	-	M	14	4	2	2	6	66.67
5	0.35	-	M	10	4	2	2	8	56.25
6	0.4	-	M	12	0	0	6	6	80
7	3	-	M	14	0	0	4	10	47
8	2	-	M	16	0	0	0	16	52.5
9	2	-	M	10	2	0	6	4	100
10	2		L	4	0	0	0	4	65
المتوسط				10	1.8	0.8	2.4	6.2	68.24

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول8: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة طرطوس والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	3.75	-	M	8	4	0	0	4	35
2	0.0015	بحوث فردي 1/316	L	4.17	0	0	0	4.17	35
3	0.0015	غوطة84	M	12.5	4.17	4.17	0	4.17	40
4	0.0015	غوطة85	M	8.33	0	0	8.33	0	0
5	0.0015	غوطة86	M	8.33	0	0	8.33	0	0
6	0.0015	غوطة85	M	8.33	4.17	0	4.17	0	0
7	0.0015	غوطة82	M	12.5	8.33	4.17	0	0	0
8	0.0015	غوطة46	M	12.5	0	0	0	12.5	45
9	0.0015	بحوث فردي 1/303	L	4.17	0	0	0	4.17	20
10	0.0015	غوطة47	M	12.5	4.17	0	0	8.33	55
11	0.0015	باسل2	L	4.17	0	0	0	4.17	10
12	0.0015	غوطة85	M	8.33	4.17	0	0	4.17	15
13	0.0015	غوطة79	M	8.33	0	4.17	0	4.17	40
14	0.00625	-	M	12	6	4	2	0	0
15	0.0025	-	L	2	2	0	0	0	0
المتوسط				8.41	2.47	1.1	1.52	3.32	19.67

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول9: حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة ديرالزور والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	0.01125	غوطة1	M	9.52	2.38	0	0	8.73	60.91
2	0.01125	غوطة82	M	7.94	0	0	0	9.52	63.75
3	0.01125	باسل1	L	3.18	0	0	0	3.18	78.75
4	0.01125	باسل2	M	11.9	0	0.79	0	16.67	88.33
5	0.01125	ذرة سكرية	L	0.79	0.79	0.79	0	0	0
6	0.01125	-	L	2.38	0	0	0	3.18	85
7	0.01125	-	L	3.97	0	0	0	3.97	63
8	10	-	M	6	0	0	0	8	65
9	10	-	M	20	4	0	0	18	54.5
10	10	-	ND	0	0	0	0	0	0
11	10	-	ND	0	0	0	0	0	0
12	10	-	ND	0	0	0	0	0	0
المتوسط				5.47	0.6	0.13	0	5.94	46.6

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول10: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة حلب والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	0.525	باسل2	M	22	8	0	0	20	63.5
2	0.984	باسل2	M	10	0	0	4	6	80
3	2.41	غوطة1	M	18	6	0	0	14	72.14
4	1.8	غوطة81	L	2	0	0	2	0	0
5	7.5	-	ND	0	0	0	0	0	0
6	7.5	-	ND	0	0	0	0	0	0
المتوسط				8.67	2.33	0	1	6.67	35.94

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول11: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة إدلب والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	2		ND	0	0	0	0	0	0
2	0.187		ND	0	0	0	0	0	0
3	0.00625		M	6.25	0	0	0	6.25	58
4	2		M	8	0	0	0	12	61.67
5	4		ND	0	0	0	0	0	0
6	4		L	2	0	0	0	2	60
المتوسط				2.71	0	0	0	3.38	29.95

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول12: عدد حقول الذرة الصفراء المفحوصة تجاه مرض التفحم الشائع في محافظة اللاذقية والنسب المئوية لإصابات الأجزاء المختلفة.

رقم الحقل	المساحة بالدونم	الصنف المزروع	درجة الإصابة*	النسب المئوية لإصابات الأعضاء المختلفة لنباتات الذرة الصفراء					
				النباتات	السوق	الأوراق	النورات	العرانيس	نسبة الحبوب المصابة في العرانيس المصابة
1	0.01125	سكرية42	L	2.78	1.39	0	0	1.39	80
2	0.01125	سكرية48	L	0.69	0.69	0	0	0.69	40
3	0.01125	سكرية51	L	1.39	0	0	0	1.39	45
4	0.01125	سكرية53	L	2.08	0	0	0.69	1.39	65
5	0.01125	سكرية57	L	1.39	0	0	0	1.39	80
6	0.01125	سكرية58	L	1.39	0	0	0	1.39	90
7	0.01125	سكرية34	L	2.08	0.69	0	0.69	0.69	30
8	0.01125	سكرية39	L	0.69	0	0	0	0.69	20
9	0.01125	سكرية47	L	2.08	0	0	0	2.08	26.67
10	0.01125	GW-43	L	2.78	0.69	0	0	2.08	76.67
11	0.01125	GW-45	L	0.69	0	0	0	0.69	100
12	0.01125	فيحاء	L	4.86	0	0	0	4.86	27.14
13	0.01125	سكرية41	L	2.78	0	0	0	2.78	60
14	0.01125	سكرية42	L	0.69	0	0	0	0.69	100
15	0.01125	سكرية48	L	3.47	0	0	0	4.17	72.5
16	0.01125	سكرية48	L	1.39	0	0	0	1.39	85
17	0.01125	سكرية51	L	1.39	0	0	0	1.39	60
18	0.01125	سكرية53	L	3.47	0	0	0	2.78	75
19	0.01125	سكرية56	L	2.08	0	0	0	2.08	70
20	0.01125	سكرية57	L	1.39	0.69	0	0	0.69	100
21	0.01125	سكرية68	L	0.69	0	0	0	0.69	100
22	0.01125	سكرية34	L	0.69	0	0	0	0.69	100
23	0.01125	سكرية39	L	1.39	0	0	0	1.39	50
24	0.01125	سكرية43	L	1.39	0	0	0	1.39	100
25	0.01125	سكرية47	L	0.69	0	0	0	0.69	50
26	0.01125	GW-43	L	0.69	0	0	0	0.69	50
27	0.01125	GW-45	L	0.69	0	0	0	0.69	100
28	0.01125	فيحاء	L	0.69	0	0	0	0.69	45
المتوسط				1.66	0.15	0	0.05	1.5	67.79

* درجة الإصابة وفقاً لسلم (Zhu *et al*., 2000)

جدول13: متوسط نسب الفقد في إنتاج حبوب الذرة الصفراء المصابة بمرض التفحم الشائع في عدد من المحافظات السورية للموسم الزراعي 2004.

المحافظة	عدد الحقول الممسوحة	المساحة الكلية للحقول الممسوحة بالدونم	انتشار المرض%	% للفقد في الإنتاج*	النسبة المئوية لإصابة (%)				
					النباتات	السوق	الأوراق	النورات المذكرة	العرانيس
الرقة	23	45.46	13.95	2.84	3.03	0	0	0.21	2.84
درعا	10	5.47	13.78	5.95	11.3	0.75	0	4.6	5.95
ريف دمشق	24	21.32	12.26	6.38	11.67	2.88	0.75	2.29	6.38
حمص	10	48.56	12.18	5.4	10.2	1.4	0.4	3	5.4
حماه	43	10.38	10.97	1.26	2.8	0.45	0.09	0.7	1.26
القنيطرة	10	24.75	9.31	6.2	10	1.8	0.8	2.4	6.2
طرطوس	15	30.78	8	3.32	8.41	2.47	1.1	1.52	3.32
دير الزور	12	50.1	5.2	5.94	5.47	0.6	0.13	0	5.94
حلب	6	20.72	3.3	6.67	8.67	2.33	0	1	6.67
إدلب	6	12.19	1.97	3.38	2.71	0	0	0	3.38
اللاذقية	28	0.315	1.66	1.46	1.66	0.15	0	0.05	1.46
المجموع/المعدل الوسطي	187	270.05	8.42	4.44	6.9	1.17	0.3	1.43	4.44

*تم حساب نسبة الفقد في الإنتاج في كل محافظة اعتماداً على نسبة العرانيس المصابة على أساس أن إصابة حبة واحدة في العرنوس تؤدي إلى استبعاده كلياً من التداول والإستهلاك.

2-3-2- دراسة وبائية مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في سورية:

يعدّ وجود لقاح العامل الممرض *U. maydis* في التربة والبقايا النباتية, إضافة إلى زراعة أصناف من الذرة الصفراء القابلة للإصابة, وتوفر الظروف البيئية المناسبة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء, وهطل الأمطار بين الفينة والأخرى, وهبوب الرياح الحاملة للغبار عناصر مهمة لحدوث الحالة الوبائية لمرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء (Azbukina *et al*., 1980; Shurtleff, 1980). ويحتل انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في المناطق الداخلية من القطر ولا سيما في محافظات الرقة ودرعا وريف دمشق وحمص وحماة باستثناء ديرالزور أهمية بالغة إذ تراوح معدل انتشار المرض فيها ما بين 10.97- 13.95%. تلتها في الأهمية محافظات القنيطرة وطرطوس (9.3 و8.0%, على التوالي). وكان معدل انتشار المرض ضعيفاً في كلٍ من دير الزور وحلب (5.2 و3.3%, على التوالي), على الرغم من هبوب العواصف الترابية- الرملية في محافظة ديرالزور مرات متعددة خلال موسم النمو, بينما كان انتشاره ضعيفاً جداً في محافظتي إدلب واللاذقية (1.97 و1.66%, على التوالي) (جدول14). وقد توافقت معدلات انتشار المرض على نباتات الذرة الصفراء في المحافظات السورية بدرجة كبيرة مع النسب المئوية للنباتات المصابة, وكان الإرتباط ما بينها معنوياً باستثناء محافظات الرقة وحماة وحلب, فكانت النتائج متباينة (جدول15). وربما يعزى ذلك إلى اتساع مساحات الحقول المشمولة بالدراسة في محافظة الرقة (تراوحت مساحة بعض الحقول ما بين 10-14 دونماً) أو إلى قلة عددها (ستة حقول في محافظة حلب). ولم يسجل وجود إرتباط معنوي ما بين معدلات انتشار المرض على نباتات الذرة الصفراء في المحافظات السورية المدروسة من جهة والنسب المئوية للعرانيس المصابة (جدول15), وكانت نسبة العرانيس المصابة هي الأعلى في محافظة حلب (6.7%), بينما كانت قيمة معدل انتشار المرض فيها 3.3%. وعلى عكس ما تقدم كان معدل انتشار المرض هو الأعلى في محافظة الرقة (13.95%), بينما بلغت نسبة العرانيس المصابة فيها 2.8% (جدول 14).

لم يسجل وجود ارتباط معنوي ما بين معدلات انتشار المرض على الذرة الصفراء في المحافظات المدروسة من جهة ومتوسطات درجات الحرارة اليومية خلال موسم النمو (جدول15), فقد تراوحت معدلات انتشار المرض في معظم المحافظات السورية باستثناء القنيطرة وديرالزور ما بين 1.7-13.95%, بينما تراوحت متوسطات درجات الحرارة اليومية فيها خلال موسم نمو نباتات الذرة الصفراء ما بين 25 - 28.9 س°. وسجل في محافظة القنيطرة أدنى متوسط درجة حرارة يومية (23.0 س°)

مقارنة بالمحافظات الأخرى, بينما كان انتشار المرض فيها على نباتات الذرة الصفراء متوسطاً (9.3%). وعلى عكس ما تقدم, كان معدل انتشار المرض ضعيفاً على نباتات الذرة الصفراء في محافظة دير الزور (5.2%), بينما بلغ متوسط درجات الحرارة اليومي خلال موسم النمو 32.7 س° (جدول 14).

وكانت دراسات مرجعية سابقة قد أكدت أهمية درجات الحرارة اليومية في حدوث الحالة الوبائية لمرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء, وتراوحت قيمها المثلى ما بين 26- 34 س° (Azbukina *et al*., 1980).

بينت نتائج الجدول (15) عدم وجود ارتباط معنوي ما بين قيم معدلات انتشار مرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء في المحافظات السورية وقيم متوسطات الرطوبة النسبية للهواء في المحافظات الممسوحة خلال موسم النمو. وقد توافق الإنتشار الأعظمي للمرض في محافظات الرقة ودرعا وريف دمشق وحماة مع قيم متوسطات الرطوبة النسبية للهواء التي تراوحت ما بين 38.5-46.8%. وقد رافق زيادة قيمة متوسط الرطوبة النسبية للهواء أعلى من 71.5% انخفاض في قيمة انتشار المرض بصورة عامة باستثناء محافظتي طرطوس وحمص, فقد كانت قيمة انتشار المرض في طرطوس 8.0% والرطوبة النسبية للهواء 76.8%, بينما كانت قيمة انتشار المرض في محافظة حمص 12.2% والرطوبة النسبية للهواء 61.3%.

وعلى عكس ما تقدم, فقد كان انتشار المرض ضعيفاً جداً في محافظتي إدلب (1.97%) ودير الزور (5.2%) والرطوبة النسبية للهواء 53.2 و31.0%, على التوالي. ويعزى انخفاض نسب انتشار المرض في دير الزور إلى الجفاف الشديد والحرارة المرتفعة التي سادت المحافظة خلال موسم نمو نباتات الذرة الصفراء في موسم 2004. كما يعزى انخفاض انتشار المرض في محافظات طرطوس وحلب وإدلب واللاذقية إلى ارتفاع نسب الرطوبة النسبية للهواء خلال موسم النمو (باستثناء محافظة حمص), وهذا يتوافق ونتائج بعض الدراسات المرجعية, حيث يشجع انخفاض الرطوبة النسبية للهواء تشكل الأورام ونموها, بينما يحد الجفاف المستديم (دير الزور) والرطوبة الجوية العالية (طرطوس واللاذقية وحلب وإدلب) من نموها وتطورها (Azbukina *et al*., 1980; Shurtleff, 1980). ولم تتوافق نتائج هذا البحث الخاص بدير الزور مع نتائج بحوث عالمية سابقة أكدت ملائمة الطقس الجاف والحار (26-34 س°) لحدوث المرض (Shurtleff, 1980), ولكن ساهمت هذه الأجواء الجافة والحارة في حدوث إصابة عالية على العرانيس مقارنة ببقية أعضاء النبات (الملحق1) حيث تم ربط حالات انتشار

الإصابة بالتفحم الشائع على الذرة الصفراء بالإجهادات البيئية كالجفاف الذي ينتج عنه عدم التزامن بين نضج المياسم (الحرائر_المياسم) وتكوّن واتشار الطلع (Snetselaar *et al*., 2001). وعلى الرغم من أهمية تساقط الأمطار أثناء موسم النمو في انتشار المرض (Zhu *et al*., 2006) إلا أن معظم المناطق السورية لا تهطل فيها الأمطار على الإطلاق خلال موسم نمو نباتات الذرة الصفراء أو عندما تكون فيه نباتات الذرة قابلة للإصابة, في حين يعتبر بعض الباحثين (Pataky and Chandler, 2003; Kim and Park, 1996) تساقط الأمطار ضرورياً لحدوث الحالة الوبائية للمرض. وقد يكون لطريقة الري بالرذاذ بواسطة الرشاشات المتبعة في بعض المحافظات كالرقة على سبيل المثال تأثير في ذلك, لكن هذا الموضوع لم يدرس في هذا البحث.

يشترط لحدوث الحالة الوبائية للمرض على ما يبدو توافق وتضافر مجموعة من العوامل وليس واحد منها فقط, فالحرارة والرطوبة النسبية للهواء عنصران مهمان كما تؤكد الدراسات المرجعية (Azbukina *et al*., 1980; Zhu *et al*., 2006; Shurtleff, 1980; Snetselaar *et al*., 2001). كما تؤثر قابلية الصنف المزروع ولا سيما في فترة ظهور الحرائر من تطور الحالة الوبائية للمرض (Du Toit and Pataky, 1999a) . وتعدّ المدة الفاصلة ما بين تشكل المدقات وحتى بداية الطور الشمعي للحبوب فترة حرجة تكون فيها النورات المؤنثة (العرانيس) قابلة للإصابة بالمرض (Azbukina *et al*., 1980). يضاف إلى ذلك توفر عناصر أخرى مساعدة كالجروح المتسببة عن إزالة الأوراق السفلية لاستخدامها كأعلاف وهبوب العواصف الرملية (Christensen, 1963). وقد توافقت نتائج هذا البحث مع النتائج المتحصل عليها في دراسات سابقة حول أهمية اللقاح المعدي للفطر الممرض الموجود في التربة, وانخفاض دور البذار في نقل المرض (Agrios, 2005; Azbukina *et al*., 1980). ولم تكن معاملة البذار بالمطهرات الفطرية فاعلة في مكافحة المرض (Chupp and Sherf, 1960). وتختلف الكثافة النباتية للذرة الصفراء المزروعة في القطر ما بين محافظة وأخرى ومن حقل لآخر ضمن المحافظة الواحدة لأن زراعة الذرة الصفراء ليست آلية بالإجمال, وقد يعزى التباين في معدلات المرض المسجلة ما بين المحافظات السورية إلى التباين في الكثافة النباتية ولو بصورة جزئية. وكانت دراسات مرجعية سابقة قد أكدت زيادة انتشار المرض مع زيادة الكثافة النباتية لنباتات الذرة الصفراء في وحدة المساحة (Ahmad *et al*., 1995b).

قد تتبدل الحالة الوبائية للمرض من محافظة لأخرى وضمن المحافظة الواحدة ومن عام لآخر, فقد بلغت نسبة إصابة نباتات الذرة الصفراء في بعض الحقول أكثر من 20% (44% في محافظة ريف

دمشق, و34% في محافظة حماة) (جدول 4, 6), في حين لم يسجل المرض إطلاقاً في حقول مجاورة لها, وقد يعزى هذا التباين بصورة رئيسة إلى وجود اللقاح المعدي للفطر الممرض في التربة وكثافة وجوده فيها. وأكدت نتائج بحوث سابقة أنّ جمع مخلفات المحصول السابق الموبوء وحرقها, وتطبيق دورة زراعية مناسبة, وإجراء التسميد المتوازن, واستخدام أصناف مقاومة, ورش النباتات بالمبيدات الفطرية الملائمة إجراءات ضرورية للسيطرة على المرض (Azbukina *et al*., 1980; Shurtleff, 1980). ولم تشر أي دراسة سابقة إلى وجود فوعات للمرض في سورية, ويتطلب الوقوف على الحالة الوبائية للمرض بصورة دقيقة في سورية سنوات عديدة من البحث وربط تطوره وانتشاره بالعوامل المؤثرة المشارإليها سابقاً.

جدول(14): انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في المحافظات السورية وعلاقته بمتوسط درجات الحرارة اليومية (س˚) والرطوبة النسبية للهواء(%), 2004.

المحافظة	معدل انتشار المرض(%)	النسبة المئوية للنباتات المصابة (%)	النسبة المئوية للعرانيس المصابة (%)	متوسط درجات الحرارة اليومية (س˚)					معدل رطوبة الهواء النسبية (%)				
				حزيران	تموز	آب	أيلول	متوسط موسم النمو	حزيران	تموز	آب	أيلول	متوسط موسم النمو
الرقة	13.95	3.03	2.84	28.3	31.6	29.5	26.1	28.9	38	35	42	39	38.5
درعا	13.78	11.30	5.95	23.8	26.4	25.6	24.6	25.1	43.1	40.5	48	40.5	43.0
ريف دمشق	12.26	11.67	6.38	25	27.6	26.1	23.4	25.5	49	28	55	55	46.8
حمص	12.18	10.20	5.40	24.6	27.5	26.2	24.5	25.7	54	55	66	70	61.3
حماه	10.97	2.80	1.26	27.2	30.5	29.2	25.7	28.2	46	36	44	44	42.5
القنيطرة	9.31	10.00	6.20	21.8	25	23	22	23	52	45	60	48	51.3
طرطوس	8.00	8.41	3.32	24.1	26.7	27.4	25.6	26	77	79	78	73	76.8
دير الزور	5.20	5.47	5.94	30.2	42.1	31.4	27.2	32.7	29	26	34	35	31
حلب	3.30	8.67	6.67	26.5	30.1	28.5	25.9	27.8	53	59	85	89	71.5
إدلب	1.97	2.71	3.38	25.5	29.0	27.6	26.4	27.2	52.5	49.9	59.4	50.8	53.2
اللاذقية	1.66	1.66	1.46	23.7	26.8	27.5	24.3	25.6	73	72	71	70	71.5
المتوسط	8.42	6.90	4.44	25.5	29.4	27.5	25.1	26.9	51.5	47.8	58.4	55.9	53.4

جدول(15) علاقات الإرتباط بين انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء في المحافظات السورية ومتوسط درجات الحرارة اليومية (س˚) والرطوبة النسبية للهواء, 2004.

	النسبة المئوية للنباتات المصابة (%)	النسبة المئوية للعرانيس المصابة (%)	متوسط درجات الحرارة اليومية (س˚) خلال موسم النمو	معدل الرطوبة النسبية للهواء (%) خلال موسم النمو
	قيمة معامل الارتباط المحسوبة	قيمة معامل الارتباط المحسوبة	قيمة معامل الارتباط المحسوبة	قيمة معامل الارتباط المحسوبة
معدل انتشار المرض(%)	0.64**	0.16	0.2-	0.45-
النسبة المئوية للنباتات المصابة (%)	-	0.82**	0.47-	0.09
النسبة المئوية للعرانيس المصابة (%)	-	-	0.1-	0.13-

** فروق معنوية عند مستوى 0.05.

r= 0 لا يوجد ارتباط والعلاقة معدومة, 0 <r<1+ الارتباط موجب والعلاقة طردية, 1-<r<0 الارتباط سالب والعلاقة عكسية.

r الجدولية عند مستوى الثقة 0.05 = 0.6021.

الفصل الثالث

التنمية على أوساط الزرع

3-1- الدراسة المرجعية:

تكون الأبواغ التيلية للفطر الممرض *Ustilago maydis* مكورة الشكل، مفردة, جدارها شوكي قليلاً، بنية . زيتونية اللون أو سوداء, ثنائية النواة، يتراوح متوسط قطرها ما بين 8-12 ميكروناً. تنتش هذه الأبواغ بعد قضاء فصل الشتاءعلى بقايا المحصول أو على التربة مشكلة مشيجة أولية (Promycelium) مقسمة إلى أربع خلايا، تحمل كل منها جانبياً بوغاً دعامياً واحداً Basidiospore (Sporidium) شفافاً، مغزلي الشكل، مختلف الأقطاب (مختلف وظيفياً) (Azbukina *et al*., 1980; Kiraly *et al*., 1974; Shurtleff, 1980).

تنتشر الأبواغ الدعامية بواسطة الرياح إلى نباتات الذرة الصفراء محدثة إصابات جديدة, وتحتفظ عادة الأبواغ التيلية بحيويتها كمصدر للعدوى لمدة سنة كاملة (Christensen, 1963). وتطول مدة حيوية الأبواغ التيلية للفطر عند حفظها في درجات حرارة منخفضة (-5 وحتى 20) سْ, وتنخفض حيويتها عند الدرجة 37 سْ، بينما تفقد الأبواغ التيلية حيويتها بسرعة عند حفظها في درجة حرارة 40 سْ (Batiashvili, 1975). ولوحظ أنّ حفظ الأبواغ جافة بعد غسلها عند درجة حرارة 4 سْ يخفض من حيويتها لأقل من 10% بعد شهر واحد من الحفظ, بينما تحافظ الأبواغ على حيويتها فترة أطول ضمن الأورام (Ruiz-Herrera and Martinez-Espinoza, 1998).

تتكاثر الأبواغ الدعامية بالبرعمة لتعطي أعداداً كبيرة من الأبواغ الثانوية (البويغات) (Sporidia) قبل الاندماج الخلوي (Azbukina *et al*., 1980)، ويحدث التبرعم عادة في التربة أو على بقايا نباتات الذرة الصفراء، (Jacobs *et al*., 1994). وأمكن لاحقاً إكثار فطر *U. maydis* في طوره المتبرعم (n) عن طريق زرع البويغات في سلسلة من المزارع السائلة (Jacobs *at al*., 1994). وتشير الدراسات المرجعية إلى وجود شكلين متمايزين في دورة حياة الفطر *U. maydis*, شكل يشبه الخميرة Yeast- like form أحادي الصيغة الصبغية Haploid form، ويبدأ من لحظة إنتاش الأبواغ التيلية وتشكل الدعام والأبواغ الدعامية ، وشكل آخر خيطي ثنائي الأنوية Dikariotic form(Banuett and Herskowitz,1994b)، وهو الشكل القادر على إحداث الإصابة للنبات المضيف (Banuett, 1995). ويبدأ الطور الثاني عادة من لحظة اندماج بوغتين من السبوريدات

تحملان إشارات جنسية مختلفة، وتشكيل أنبوبة ربط ما بينها, مكونة خلايا ثنائية الأنوية. وتم تسجيل طور ثالث للفطر الممرض وهو في حالة النواة المندمجة ثنائية الصبغيات (Diploid phase)، ويبدأ هذا الطور من لحظة اندماج نواتين مختلفتي الإشارة في خيوط الفطر أو في البوغ ثنائي النواة في مرحلة ما قبل انقسام الأبواغ التيلية انقسام منصف (مختزل) وانتاشها (Kiraly *et al*., 1974). ولا يمكن اعتبار الفطر في شكله الممرض ثنائي الأنوية (Dikariotic phase) طرازاً حيوياً Biotype نقياً نظراً لاحتواء كل خلية من خلاياه على نواتين مختلفتين في قدرتهما الإمراضية، وتنتميان إلى مجموعتين جنسيتين مختلفتين.

ولا يحقق عادة الطور السبوريدي الأحادي الصبغيات (Sporidia) للفطر الممرض إصابة للنباتات (Kiraly *et al*., 1974)، وقد أمكن الحصول على عزلات ممرضة من الفطر المذكور ناتجة من نمو سبوريدات Sporidia أحادية الخلية، ووحيدة النواة لكنها ثنائية الصبغيات (2n), وهي تنتج عن أبواغ تيلية لم يحدث فيها انقسام مختزل منصف بعد اندماج النواتين في البوغ التيلي، وتكوين دعامة (بازيديوم) وسبوريدات تحتوي أيضاً على أنويه مفردة ثنائية الصبغيات Diploidia (Kiraly) *et al*., 1974. وقد أشارت بعض الدراسات إلى إمكانية إصابة نباتات الذرة الصفراء بهيفات الفطر الناتجة من إنتاش الأبواغ التيلية مباشرة (Mills and Kotze, 1981). وقد أمكن لاحقاً إثبات مقدرة الهيفا الناتجة من انتاش سبوريدات أحادية الصبغيات (n) في إصابة أنسجة النبات المضيف ولكن بدرجات طفيفة جداً (Kiraly *et al*., 1974). وكانت هذه الهيفا صعبة الملاحظة بالمجهر الضوئي, ولم تلاحظ أيضاً تغيرات مرضية مرئية في الأنسجة الميرستيمية النباتية المصابة, واقتصر الأمر على تشكل هيفا ضعيفة في الأنسجة النباتية التي أعاق نموها, ولم تتكون أورام أو أبواغ في النبات نتيجة للإصابة, وحافظ الفطر فيها على طوره أحادي الصبغيات haploid (Maksimova and Kuznetsov, 1981).

وقد بيّنت دراسات المجهر الإلكتروني لبدايات الإصابة بالتفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء بزوغ أنبوب الإنتاش خلال شق في جدار البوغ الدعامي, ثم تتشكل هيفا متفرعة بين خلايا البشرة لأوراق الذرة الصفراء يصل طولها 20–30 ميكروميتر خلال 24 ساعة (Mills and Kotze, 1981).

تتحكم مواقع طرز الاقتران Mating type loci (a, b) بالتغيرات الشكلية للفطر الممرض (الشكل المشابه للخميرة Yeast- like form وشكل النمو الخيطي Filamentous form) وتؤثر في السمات الأخرى الخاصة بدورة حياة الفطر *U. maydis* بما فيها إقتران الخلايا والقدرة الإمراضية

وإحداث الأورام (Wosten *et al*., 1996; Laity *et al*., 1995; Banuett, 1995; Banuett and Herskowitz, 1994b).

وتحتوي مواقع طرز الاقتران Mating type loci وفقاً لتلك الدراسات على مورثات تشفر هرمون نظام التمايز الذي يتحكم باندماج الخلايا أحادية الصبغيات (n) (Urban *et al*., 1996a; Urban *et al.,*1996b)، علماً أن الاقتران ما بين الخلايا المتبرعمة (n) في الفطر المذكور يسمح بنمو خلايا خيطية الشكل تحتوي على أنوية مزدوجة مستقرة (Giasson and Kronstad, 1995).

وتعدّ المورثات المختلفة في موقع الاقتران (a) ضرورية لتشكل أنبوبة الربط ما بين الخلايا المتزاوجة، بينما تحدد مورثات موقع الاقتران (b) طرز الشكل الخيطي للفطر الممرض بعد عملية الاقتران (Banuett and Herskowitz, 1994b). وكشفت بعض الدراسات المرجعية مسؤولية موقع طرز الاقتران b (b- mating- type locus) في التحكم بالتطور الجنسي للفطر *U. maydis* وقدرته الإمراضية (Schlesinger *et al*., 1997; Kamper *et al*., 1995)، وبخاصة تطور القدرة الإمراضية للهيفا ثنائية الأنوية Dikaryotic (Urban *et al.,* 1996a). وهذا ما أكدته بحوث أخرى أيضاً (Banuett and Herskowitz, 1994a).

تحمل المورثة *Fuz7* المحمولة على النقطة b الشيفرة الوراثية لأنزيم Map-Kinase الضروري لإحداث الأورام (Galls) والإستجابة النباتية لتشكلها (Banuett, 1995; Banuett and Herskowitz, 1994a). كما تسهم هذه المورثة إلى جانب مورثات أخرى مثل: *Fuz1*, *Fuz2*, *utf1*, *uac*, *ubc*, *chs1*, *chs2* في الجوانب المختلفة لدورة حياة الفطر المذكور، مثل تشكل أنبوب الإندماج ما بين الخلايا التي تحتوي على نوى أحادية الصبغيات (n)، وتكوين الشكل الخيطي للفطر والمحافظة عليه (Banuett and Herskowitz, 1994a, Gold and Kronstad, 1994).

وليس تكوين الشكل الخيطي للفطر *U. maydis* شرط كافٍ لجعله مسبباً مرضياً ناجحاً, إذ يمتاز الفطر بمقدرة خلاياه الخيطية ذات الأنوية المزدوجة dikaryon من النمو على وسط إصطناعي لكن استكمال دورة الحياة وتشكل الأبواغ التيلية مرتبط بوجود النبات Kahmann and Kamper, 2004).

بينت نتائج زراعة عزلات متوافقة من الفطر على خلايا مشكلة للأجنة عند الذرة embryogenic cells مقدرتها على إنتاج مركبات ضرورية لإكمال الدورة الجنسية للفطر ولإحداث العدوى على النبات (Ruiz-Herrera *et al*., 1999).

لم تتحدد العوامل التي تؤثر في التحول الشكلي للفطر, أهي عوامل بيئية أم من النبات المضيف, وصار مؤكداً تأثير الدسم lipids في الوسط في نمو الفطر وتحوله إلى الشكل الخيطي الذي يشبه الخلايا المعدية للنبات. هذا ما قاد إلى افتراض أن الدسم تمثل أحد العوامل المهمة التي تحرض تطور النمو الخيطي للفطر في بيئته (Klose *et al*., 2004).

ينتقل الفطر من الشكل المتبرعم إلى الشكل الخيطي عادة بعد اقتران السبوريدات المتوافقة. وينظم هذه العملية موقعا طرز الاقتران a و b (Spellig *et al*., 1994), فتشفر a1 و a2 نظام تمايز مكوناً بادئين *mfa1* و *mfa2* ومستقبلين *pra1* و *pra2* لازمين لتشكيل الفرمون Lipopeptide pheromones (Bannutte, 1995). وقد حدد اثنان من الفرمونات هما a1 Tridecapeptide و a2 Nonapeptide (Szabo *et al*., 2002). بينما يشفر طرز الاقتران (b) زوج من البروتينات، هما bw, be homeodomain (Casselton, 2002).

أظهر تلقيح المياسم (الحرائر) بعزلات تحمل طرز متوافقة من مورثات طراز الإقتران (a) ولكنها غير متوافقة في (b) اندماج الخلايا الفطرية, ولكنها غير قادرة على غزو المضيف, بينما لم تكن العزلات التي تحمل مواقع وراثية (a) غير متوافقة, ومتوافقة في (b) قادرة على التزاوج, ولم تستطع إصابة النباتات (Snetselaar and Mims, 1992).

ويعتمد الانتقال إلى الشكل الخيطي للفطر على نشاط البروتينين be و bw, وهذا ما ظهر جلياً في ارتفاع مقدار كل منهما في خلايا الفطر أحادية الصبغيات haploid، وهذا كافٍ على حث النمو الخيطي للفطر (Hartmann *et al.,* 1996; Brachmann *et al.,* 2001).

ويمكن لبعض الحالات البيئية الخاصة كانخفاض نسبة الأمونيوم في وسط الزرع (Kernkamp, 1939), أو انخفاض قيمة حموضة الوسط pH إلى الشكل الحامضي أن تحث النمو الخيطي أيضاً, وهذا أمر مستقل تماماً عن وجود البروتينين Homeodomain be/bw في الحالة النشطة (Ruiz-Herrera *et al*., 1995).

كان لتغيير قيمة حموضة الوسط الغذائي (pH) تأثيراً كبيراً في تحديد صورة هيفا الفطر النامية على هيئة أحادية الصبغيات (Haploid) أو ثنائية الصبغيات (Diploid)، بينما كان نمو الفطر المذكور في درجات الحموضة المعتدلة في صورة خلايا متبرعمة متجانسة (Martinez-Espinoza *et al*., 1997). ينمو الفطر في الوسط الحامضي على هيئة هيفا خيطية (Ruiz-Herrera *et al*., 1995) وقد تمكنت عزلات الفطر أحادي الصبغيات (n) من تكوين هيفا هوائية على الوسط الغذائي

الصلب الحامضي التفاعل (Ruiz-Herrera *et al*., 1995). وتمكنت أكثر من 80% من السبوريدات من الانتاش في وسط غذائي درجة حموضته (pH) تراوحت ما بين 5 و9، وحصلت أفضل نسبة انتاش عند قيم pH تراوحت ما بين 6 و7 (Kim and Park, 1996). كذلك أمكن الحصول على طفرات من الفطر المذكور غير قادرة على تشكيل هيفا خيطية عند نموها في وسط غذائي تبلغ درجة حموضته (pH) أقل من 5 (Martinez-Espinoza *et al*., 1997).

يتأثر شكل الخلايا بمصادر الكربون والنتروجين المضافين للوسط الغذائي, وعند تجديد الوسط الغذائي باستمرار تتشكل خلايا خيطية طويلة جداً (Ruiz-Herrera *et al*., 1995).

أظهرت تحاليل الكيمياء العضوية تماثلاً في تركيب جدر خلايا هيفا الفطر *U. maydis* الأحادي الصبغيات بالمقارنة مع جدر الخلايا المتبرعمة من الفطر نفسه والتي تشبه الخميرة في شكلها، مع اختلاف كميات المركبات الداخلة فيها (Ruiz-Herrera *et al*., 1996).

وقد تمكنت 98% من سبوريدات الفطر *U. maydis* من الانتاش على وسط ماء أغار بعد 8 ساعات من التحضين, وكانت معدلات الانتاش متشابهة عند استخدام بيئات مغذية أخرى, مثل بطاطا دكستروز أغار (PDA) (Kim and Park, 1996).

وكانت أولى الدراسات حول إمكانية تنمية فطور التفحم على أوساط صنعية قد نفذت عام 1883 من قبل العالم Brefeld, حيث وجد أن السكريات هي أهم المواد الداخلة في تركيب أوساط تنمية السبوريدات (Brefeld, 1883). واستمرت لاحقاً هذه الدراسات باستخدام أوساط سائلة وصلبة.

تختلف أنواع فطور التفحم في احتياجاتها الغذائية، وتحتاج هذه الفطور عامةً إلى مصدر للكربون والنتروجين وبعض الأملاح المعدنية، كما يحتاج بعضها إلى الفيتامينات وعوامل نمو إضافية أخرى (Fischer and Holton, 1957).

الكربون: تعد السكريات المستخدمة في الأوساط الغذائية مصدراً للكربوهيدرات، ولدى مقارنة 20 مصدراً للكربون في أوساط تنمية الفطر *Ustilago maydis*، تبين أن الغلوكوز والمانوز والليفيلوز والسكروز والمالتوز والتريهالوز هي أكثر السكريات تفضيلاً من قبل الفطر (Wolf, 1953). بينما كان السكروز والغلوكوز والمالتوز أكثر تفضيلاً في تنمية الفطر *U. hordei* (Schaffnit, 1926). وتفضل فطور التفحم السكريات بصورة عامة على النشويات كمصدر للكربون (Fischer and Holton, 1957). وكان Wolf قد اعتبر النشويات مصدراً ضعيفاً للكربون بالنسبة للفطر *U. maydis* وذلك يعود لعدم قدرة هذه الفطور على الإستفادة من النشويات علماً أن كميات كبيرة من

النشاء توجد في النبات المضيف وفي الأوساط الصنعية. تستجيب فطور التفحم بصورة جيدة للدكسترين, والمالتوز والغلوكوز إذا وجدت في الوسط مع العلم أن هذه السكريات ناتجة عن حلمهة النشاء (Fischer and Holton, 1957). وكانت هيفا الفطر *Tilletia caries* و *Tilletia foetidae* قد تطورت بصورة جيدة على وسط أغار الشوفان الغني بالنشاء (Sartoris, 1924). ويعدّ مستخلص المالت الذي يحوي على كمية كبيرة من المالتوز مصدراً جيداً للكربوهيدرات ويستخدم على نطاق واسع في تنمية فطور التفحم إضافةً إلى غناه بالمعادن الضرورية (Fischer and Holton, 1957). وكان Kniep عام 1921 أول من استخدم المالت في أوساط فطور التفحم علماً أنها استخدمت على نطاق واسع في أوساط الفطور الأخرى وخاصةً عندما يراد تبوغها, وقد اتضح أن السكروز مع أي من السكريات المتعددة يؤمن مصدراً مناسباً وجيداً للكربون (Fischer and Holton, 1957).

النتروجين: تعدّ مصادر النتروجين العضوية أفضل من المصادر اللاعضوية بالنسبة لفطور التفحم (Fischer and Holton, 1957). وكان 25 مصدراً للنتروجين قد قورنت في أوساط الفطر *U. maydis* ومثلت الحموض الأمينية 23 مصدراً منها، وكان أفضلها: السيرين وحمض الأسبارتيك والأسبارجين. وكانت معظم مصادر النتروجين التي أعطت استجابة جيدة لنمو فطور التفحم إما على هيئة كبريتات الأمونيوم أو نترات الصوديوم (Wolf, 1953).

لم تكن نتائج الباحثين متوافقة بالنسبة لأفضل مصدر آزوتي في أوساط فطور التفحم، ومع ذلك فقد أمن الأسبارجين و البيبتون مصدراً جيداً للنتروجين في تلك الأوساط (Fischer and Holton, 1957).

الأملاح المعدنية: تكفي كميات ضئيلة من أملاح المعادن المتعددة حاجة فطور التفحم، ويعدّ الكالسيوم والمغنيزيوم والحديد والفوسفات والكبريت والمنغنيز والزنك وربما شوارد معدنية أخرى ضرورية لنمو فطور التفحم (Fischer and Holton, 1957). وأكدت نتائج بحوث أخرى أهمية إستقلاب الفطر *U. maydis* البوتاسيوم والمغنيزيوم والكبريتات والفوسفات, مضافاً إليها مستخلص الخميرة واليوريا والسكروز (Haskins, 1950).

ثم طور Haskins (1950) المحلول الأساسي لوسط الإستنبات وأضاف 0.15% من كربونات الكالسيوم و1.5–2 % أغار. واقترح باحثون آخرون أخذ هذه المعادن من مصادرها الطبيعية، مثل: البطاطا, والجزر, والفاصولياء الخضراء, والبازلاء والخوخ (Fischer and Holton, 1957).

الفيتامينات وعوامل النمو: وجد كل من Schoper (1937)، Schoper وBlumer (1938a, 1938b) أن بعض فطور التفحم تحتاج إضافة إلى الكربون والنتروجين والمعادن إلى وجود عوامل أخرى في الأوساط الغذائية تدعى بعوامل النمو. وقسم Schopfer and Blumer فطور التفحم حسب حاجتها لعوامل النمو إلى ذاتية التغذية auxoautotrophic أو غيرية التغذية auxoheterotrophic.

بينت بعض الدراسات المرجعية أهمية aneurin (thiamine, vitamin B1) في تشجيع الفطر *U. violacea* على استخدام السكريات: كالمالتوز, والسكروز, والغلوكوز(Blumer, 1937). وبيّن Blumer في عام 1938 قدرة تسعة أنواع من الفطور التابعة لجنس *Ustilago* ومنها: *U. maydis* على الاستفادة من الكربوهيدرات كمصدر للطاقة نتيجة وجود aneurin (Schoper and Blumer, 1938a).

وقد تراوحت درجة الحرارة المثلى لانتاش الأبواغ التيلية للفطر الممرض ما بين 25 و30 سْ، وهي ليست بالضرورة متطابقة مع الدرجة المثلى لحدوث الإصابة (Kinal *et al*., 1995)، بينما تراوحت درجات الحرارة الدنيا والعظمى اللازمة لانتاشها ما بين 5 –10 و35 –40 سْ على التوالي (Azbukina *et al*., 1980). وبلغت درجات الحرارة المثلى لانتاش السبوريدات 30 سْ متبوعة بدرجة الحرارة (25–35 سْ)، وهي لا تنتش في الماء النقي، وتحتاج إلى مواد مغذية مثل السكروز (Tseng, 1988). كما لا يؤثر الضوء معنوياً في انتاش السبوريدات (Kim and Park, 1996).

3–2– مواد البحث وطرائقه:

3–2–1– مصادر الأبواغ التيلية (Teliospores):

أخذت الأبواغ التيلية من أورام كاملة التغليف، وجمعت في أوعية جافة ومحتوية على طبقة من الرمل، كل عزلة على حدة, ثم حفظت في حرارة البراد العادي أي عند درجة حرارة (4 سْ) وفقاً لطريقة Park and Kim (Park and Kim, 1996), مرقمة ومدون عليها اسم الصنف والجزء المصاب ومكان العزل وتاريخه.

3–2–2–إزالة ملوثات الأبواغ التيلية وتحضير مادة العدوى:

1- أضيف قليل من الماء المقطر المعقم إلى الأبواغ التيلية لكل عزلة على حدة ضمن أنبوب أو وعاء زجاجي مع التحريك.

2- مرر المعلق البوغي من خلال قطعة شاش نظيفة معقمة لإزالة المخلفات النباتية.

3- تم تثفيل المعلق البوغي عند سرعة 2500 د/د لمدة 5 دقائق، واحتفظ بكتلة الأبواغ (الراسب).

4- أضيف للراسب كمية كافية من هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 0.5%، وترك لمدة دقيقة واحدة.

5- أضيف الماء المقطر المعقم إلى الأنبوب السابق بمعدل 4 أمثال الحجم الموجود فيه من قبل، وثفل المعلق البوغي للمدة نفسها، ثم طرح الرائق.

6- أعيد غسل الراسب بالماء المقطر المعقم مرتين مع التثفيل في كل مرة.

7- عدت الأبواغ التيلية في وزن محدد من الراسب المجفف على ورق نشاف معقم باستخدام شريحة العد Hemacytometer (Tuite, 1960). وبعد إجراء التمديدات اللازمة تم الحصول على المعلق البوغي للفطر الممرض بالتركيز المطلوب لعملية الإعداء (1 **x** 10^5 بوغ/مل) بإضافة حجم محدد من الماء المقطر المعقم لوزن محدد من راسب الأبواغ التيلية, مع إضافة نقط قليلة من مبلل Tween 80 وفقاً لطريقة Pataky وآخرين (Pataky *et al.,* 1995).

وتم التغلب على مشكلة تلوث الأبواغ التيلية بأبواغ الفطور الأخرى والتي تظهر عند محاولة زرعها في وسط أغار الماء (أو غيره من أوساط الزرع) عن طريق تحضين المعلق المائي للأبواغ التيلية الملوثة عند درجة حرارة الغرفة العادية لمدة 24 ساعة قبل إضافة هيبوكلوريت الصوديوم بهدف استنبات أبواغ الفطور الأخرى وإجراء التطهير السطحي للأبواغ (كما ذكر في الفقرات 4، 5، و6 من إزالة ملوثات الأبواغ التيلية).

3-2-3- أوساط الزرع السائلة والصلبة المستخدمة في إنتاش الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*:

3-2-3-1-أوساط الزرع السائلة:

1- سائل كنوبا (**KNOPA**) 1% أغار + محلول KNOPA (Gynara, 1972).

ويتكون من المواد التالية:

المادة	الوزن بالغرام في ليتر ماء مقطر

0.25	KH_2PO_4
0.25	$MgSO_4.7H_2O$
1	$Ca(NO_3)_2$
0.003	$MnSO_4$
0.003	H_3BO_3
0.125	KCL
2 مل	Fe citrate 0.5%

2- وسط أغار الماء Water agar **(WA)** أضيف إليه الأغار بنسبة 1% (لا تنتش الأبواغ التيلية في الماء) (Kiraly *et al*., 1974).

3- وسط أغار البطاطا والدكستروز **(PDA)** حضر هذا الوسط بنسبة 1% من المكون التجاري (Kiraly, *et al*., 1974).

4- وسط بطاطا (200 غ) سكروز (20 غ) بيبتون اللحم (100 غ) Potato sucrose meat pepton (P**SP**) pepton (Goates, 1966) أضيفت إلى لتر واحد ماء مقطر.

5- وسط غلوكوز 1%+ سكر المالتوز 2% **(GM)** (Kiraly *et al*., 1974).

6- وسط T-19 (Goates, 1966; Trione, 1964)

استخدم هذا الوسط الغذائي لدراسة دورة تطور فطور التفحم، يتكون هذا الوسط من المواد التالية:

المادة	**الكمية المطلوبة بالميلغرام**
KH_2PO_4	613
$MgSO_4.7H_2O$	246
$CaCl_2$	55.5
$K_2HPO_4.3H_2O$	114
Chelated Fe	20
$ZnSO_4.7H_2O$	3.52

0.38	$Cu\ SO_4.\ 5H_2O$
0.031	$MnSO_4.\ H_2O$
0.025	$Na_2MoO_4.2H_2O$
5	Thiamin-Hcl
3000	L-Asparagine
20000	Sucrose

أضيفت هذه المواد إلى ليتر واحد من الماء المقطر ثم عدلت قيمة حموضة الوسط الغذائي (pH) إلى 6.

1- . وسط أغار الذرة (**CA**) (30غ طحين ذرة صفراء+ 2غ أغار) أضيفت إلى لتر واحد ماء مقطر.

3-2-3-2 أوساط الزرع الصلبة:

1- وسط أغار البطاطا والدكستروز (PDA) Potato Dextrose Agar (Goates, 1966)

تم سلق كمية 200 غ من قطع البطاطا المقشرة النظيفة في ليتر من الماء المقطر المعقم حتى تصبح مكعبات البطاطا طرية (ساعة واحدة)، ثم صفي الناتج من خلال قطعة قماش، وأكمل الحجم إلى ليتر واحد بعد إضافة الدكستروز والأغار بمعدل 20 غ من كلٍ منهما. عرّض الوسط المغذي لدرجة حرارة 121ْس في الأوتوغلاف لمدة 20 دقيقة.

2- **وسط T-19** (Goates, 1966; Trione, 1964; Mills and Churchill, 1988).

تم معادلة قيمة حموضة (pH) الوسط الغذائي إلى 6 (ذكر تركيبه سابقاً)، ثم أضيف إلى كل ليتر منه 20 غ من الأغار قبل تعريضه لحرارة الأوتوكلاف لجعل الوسط صلباً. وقد جرى تطوير هذا الوسط بإضافة بعض الأحماض الأمينية والفيتامينات وقواعد الحموض النووية (انظر T-19 السائل) وفقاً لتوصيات (Mills and Churchill, 1988).

3- أغار الماء Water agar(WA): أضيف 20غ أغار Difco bacto agar إلى ليتر واحد من الماء المقطر المعقم (Goates, 1966).

4- وسط أغار الذرة (CA) (30غ ذرة + 20غ أغار) أضيف إلى ليتر واحد من الماء المقطر.

5-أغار مستخلص التربة (SEA) Soil extract agar (Goates, 1966).

أضيف 500 مل من الماء إلى 75 غ تربة، وتم غلي المزيج، وبعد التبريد والتصفية من خلال الشاش أضيف الأغار بمعدل 20 غ إلى الراشح، وأكمل الحجم إلى ليتر واحد بإضافة الماء، ثم عرّض الوسط في الأوتوغلاف لدرجة حرارة 121ْس لمدة 30 دقيقة، وصبّ الوسط بعد التبريد في أطباق بتري (9 سم).

6- **أطباق التربة** soil plates **(SP)**.

وضعت التربة المنخلة بعد خلطها جيداً في فرن حراري عند الدرجة 150ْس لمدة 8 ساعات بهدف تخريب المادة العضوية بالحرارة الجافة, ثم مزج التراب المنخل مع الماء لتشكيل راسب سميك، ثم عرض الوسط لدرجة حرارة 121ْس لمدة 30 دقيقة ضمن الأوتوكلاف, وصب هذا المعلق الطيني في أطباق زجاجية تركت مفتوحة حتى جف الماء الحر بالتبخر من سطح التربة. رش المعلق البوغي للفطر (أبواغ تيلية) على سطح التربة على صورة فلم رقيق.

حضر معلق من الأبواغ التيلية للفطر الممرض بالتركيز (1 **x** 10^5 بوغ/مل) وفقاً للطريقة المذكورة سابقاً (3-2-2- إزالة ملوثات الأبواغ التيلية وتحضير مادة اللقاح), أضيفت مادة اللقاح بمعدل 1 مل/ لكل وسط زرع. بلغ عدد أوساط الزرع (المعاملات) 13 وسطاً, وعدد الأطباق/الأنابيب في كل مكرر 10 وعدد المكررات في كل معاملة 3. أخذت القراءات المجهرية لإنتاش الأبواغ التيلية بعد 8 ساعات, وبعد 24 ساعة من تحضينها على الأوساط المختبرة عند درجة حرارة 28-32°س, حيث تنتش الأبواغ التيلية معطية مشيجة أولية (Promycelium) مقسمة إلى أربع خلايا، تحمل كل منها جانبياً بوغة بازيدة واحدة Basidiospore (Sporidium) شفافة، مغزلية, ثم حسبت النسب المئوية للإنتاش في كل وسط زرع على حدة. كما تم حساب عدد الأبواغ السبوريدية بعد 24 ساعة من التحضين حيث تم إضافة قليل من الماء المقطر المعقم إلى أطباق الأوساط الصلبة وكشطت بلطف بمشرط معقم لصب المعلق البوغي في كأس زجاجي معقم, مرر المعلق البوغي الناتج عن أوساط الزرع الصلبة و السائلة على ورقة ترشيح معقمة ثم تم تثفيل المعلق البوغي عند سرعة 2500 د/د لمدة 5 دقائق وأزيل الرائق وغسل بالماء المقطر المعقم ثم عدت الأبواغ السبوريدية في المعلق البوغي باستخدام شريحة العد Hemacytometer (Tuite, 1960). نفذت التجربة في مخابر البحوث العلمية الزراعية في عام 2006.

3-2-4- دراسة تأثير بعض أنواع السكريات المضافة إلى وسط البطاطا الغذائي في إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis*:

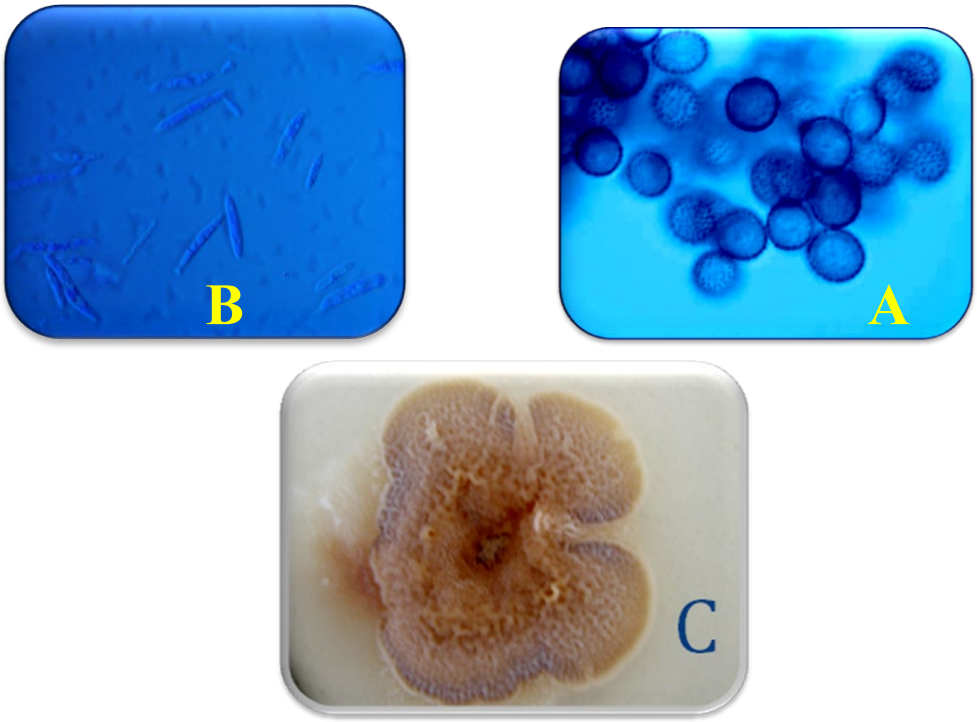
اختبر تأثير السكريات التالية: الدكستروز والغلوكوز والسكروز والمالتوز في إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis*. تم سلق كمية 200 غ من قطع البطاطا المقشرة النظيفة في ليتر من الماء المقطر المعقم لمدة ساعة واحدة، ثم صفي الناتج من خلال قطعة قماش، وأكمل الحجم إلى ليتر واحد بعد إضافة السكر المختبر لكل وسط على حدةٍ بمعدل 20 غ من كلٍ منها. عرّض الوسط المغذي لدرجة حرارة 121س في الأوتوغلاف لمدة 20 دقيقة.

حضر معلق من الأبواغ التيلية للفطر الممرض بتركيز (1 **x** 10^5 بوغ/مل) وفقاً للطريقة المذكورة سابقاً (2-2-إزالة ملوثات الأبواغ التيلية وتحضير مادة اللقاح). نميت الأبواغ التيلية على وسط بطاطا دكستروز أغار PDA لمدة 18 ساعة عند درجة حرارة 30 ± 2 س (Holliday, 1974) (شكل 6), ثم كشط سطح الأطباق بمشرط معقم بلطف بعد إضافة قليل من الماء المقطر المعقم (معلق بوغي) ونقلت الأبواغ بواسطة إبرة حقن معقمة إلى الأوساط السائلة المضاف لها السكريات, كلٍ على حدةٍ, وحضنت لمدة 24 ساعة. مرر المعلق البوغي الناتج عن أوساط الزرع السائلة على ورقة ترشيح معقمة ثم تمّ تثفيل المعلق البوغي عند سرعة 2500 د/د لمدة 5 دقائق وأزيل الرائق وغسل بالماء المقطر المعقم ثم عدت الأبواغ السبوريدية في المعلق البوغي باستخدام شريحة العد Hemacytometer (Tuite, 1960). بلغ عدد الأنابيب في كل مكرر المعاملة 10 يحوي كلٍ منها 10 مل من وسط الزرع بتركيز ($10x1^5$ بوغ /مل) قبل التحضين ، وعدد مكررات المعاملة 3، وعدد المعاملات 4. نفذت التجربة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في عام 2006.

3-2-5- دراسة تأثير درجات الحرارة في حفظ حيوية الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*:

تم دراسة تأثير مستويين من درجات الحرارة (4س و32± 4س) في القدرة على الإحتفاظ بحيوية الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis* أخذت الأبواغ التيلية من أورامات كاملة التغليف، ثم جمعت في أوعية زجاجية جافة وتحتوي على طبقة من الرمل المعقم محكمة الإغلاق، بمعدل عزلة واحدة لكل وعاء, ثم حفظت في حرارة البراد العادي أي عند درجة حرارة (4-6س) وفقاً لطريقة Park and Kim (Park and Kim, 1996), وحفظت العزلات في معاملات أخرى في الأوعية نفسها في درجة حرارة (32± 4س) لمدة ستة أشهر. ثم أخذت قراءات الإنتاش للعزلات المختلفة على وسط بطاطا أغار دكستروز (PDA) بعد 24 ساعة من تحضين الأبواغ التيلية عند درجة حرارة 28- 32 س. حضر

معلق من الأبواغ التيلية للفطر الممرض بالتركيز (5 **x** 10^5 بوغ/مل) وفقاً للطريقة المذكورة سابقاً (3-2-2- إزالة ملوثات الأبواغ التيلية وتحضير مادة اللقاح), أضيفت مادة اللقاح بمعدل 1 مل/ لكل وسط زرع. بلغ عدد المكررات 3 وبمعدل 10 أطباق زرع في كل مكرر المعاملة, بينما كان عدد المعاملات 2. نفذت التجربة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في عام 2006.



شكل 6: أبواغ فطر التفحم *Ustilago maydis*, ومزرعته السبوريدية.

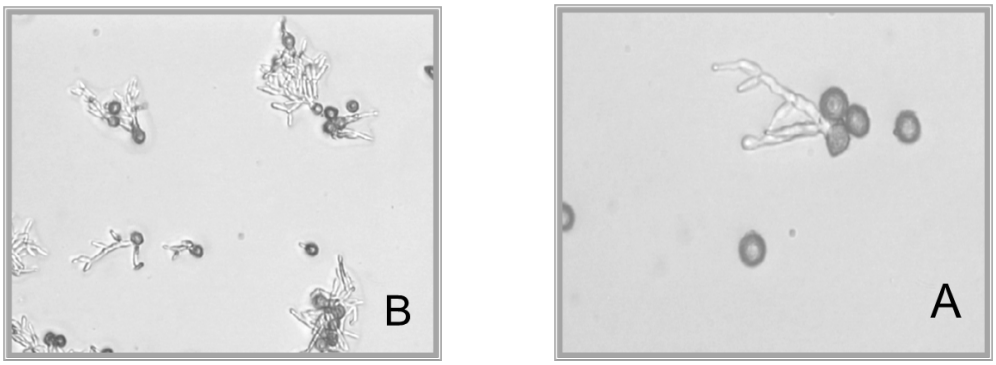
A: أبواغ الفطر التيلية. B: أبواغ الفطر السبوريدية. C: مستعمرات الفطر السبوريدية.

3-3- النتائج والمناقشة:

3-3-1- تأثير أوساط الزرع في إنتاش الأبواغ التيلية:

كان إنتاش الأبواغ التيلية في أوساط الزرع السائلة بعد 8 ساعات من التحضين عند درجة حرارة 30 ± 2 سْ معدوماً على أوساط الزرع السائلة باستثناء أغار الذرة وأغار البطاطا والدكستروز, فقد بلغت 3.3 و18.5%, على التوالي. وحدث إنتاش في كل الأبواغ التيلية المحضنة على أوساط الزرع السائلة بعد 24 ساعة من التحضين عند درجات الحرارة السابقة الذكر, وتراوحت ما بين 3.69 و40.2%, وكانت أعلاها (40.2%) في معاملة/وسط بطاطا سكروز مرق اللحم تلاها (39.2%) في معاملة/وسط أغار البطاطا والدكستروز, وأدناها (3.69%) في وسط الغلوكوز والمالتوز (جدول 16).

كان تأثير أوساط الزرع الصلبة أفضل من السائلة في إنتاش الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*, وتفوق وسط أغار البطاطا والدكستروز في تأثيره التحفيزي لإنتاش الأبواغ التيلية على أوساط الزرع الأخرى المختبرة سواء بعد 8أو 24 ساعة من التحضين (شكل 7), تلاه في الأهمية وسط أغار الذرة الذي احتل المرتبة الثانية, ولم يسجل إنتاش للأبواغ التيلية في وسط أطباق التربة (جدول 16). وتتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسات مرجعية أخرى, حيث تنمى الأبواغ التيلية بعد تعقيمها سطحياً بالنشر على أطباق PDA لمدة 24 ساعة لتنتج سبوريدات الفطر(Pataky *et al*., 1995; Snetselaar and Mims, 1993; Thakur *et al*., 1989; Du Toit and Pataky, 1999b; Pataky and Chandler, 2003; Pope and McCarter, 1992).



شكل 7: انتاش الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis* على وسط أغار البطاطا والدكستروز الصلب.

A: بعد 8 ساعات من التحضين على درجة حرارة 30 ± 2 سْ.

B|: بعد 24 ساعة من التحضين على درجة حرارة 30 ± 2 سْ.

وهكذا, فقد تفوق وسطي أغار البطاطا والدكستروز وأغار الذرة بصورتيهما الصلبة في إنتاش الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis* على كافة الأوساط الأخرى بصورة معنوية, وبذلك يعدّ كلا الوسطين الأكثر ملاءمة من الناحية المخبرية لإنتاش أبواغ الفطر التيلية, بينما كان الوسط الغذائي بطاطا سكروز مرق اللحم (وسط سائل) هو الأنسب لإكثار الأبواغ السبوريدية للفطر مع وجود فروق معنوية واضحة في التأثير عن الأوساط الأخرى, تلاه في الأهمية وسط بطاطا دكستروز أغار بصورتيه الصلبة والسائلة (جدول 16).

تعدّ أوساط الزرع المتبقية غير مناسبة لإنتاش الأبواغ التيلية وإكثار الأبواغ السبوريدية كون بعضها لا يحوي على مواد غذائية تشجع تبرعم (إكثار) سبوريديا الفطر كما في وسط أغار الماء, بينما كان وسط محلول كنوبا غني بأملاح المعادن ولكنه خالٍ من السكريات التي تعدّ مصدر الكربوهيدرات المفضل للفطر (Fischer and Holton, 1957). وتبين أن الوسط السكري الذي يحتوي على

الغلوكوز أو المالتوز رغم أنها من السكريات المفضلة للفطر, لكنها كانت أوساطاً غير مناسبة لإنتاش الأبواغ التيلية للفطر ولإكثار أبواغه السبوريدية كونه فقير بالمواد الأولية والأملاح المعدنية والفيتامينات (Fischer and Holton, 1957). واحتوى الوسط T-19 على الأملاح المعدنية, والأسبارجين Asparagine كمصدر نتروجيني, وعلى التيامين (Thiamin B1) كعامل نمو (فيتامين), وعلى السكروز كمصدر للكربون, ولكنه أقل تفضيلاً لإنتاش الأبواغ التيلية للفطر من السكريات الأخرى مثل: الغلوكوز والدكستروز كما أكدت على ذلك الدراسات السابقة (Wolf, 1953), وكان تأثيره في إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر مناسباً وتعادل في هذا التأثير مع وسطي أغار الذرة وأغار مستخلص التربة. احتوت أطباق التربة على أملاح معدنية فقط (ترمدت المادة العضوية بالتعقيم الجاف), وكان هذا الوسط غير مناسب على الإطلاق لإنتاش الأبواغ التيلية للفطر ولإكثار أبواغه السبوريدية ولاينصح باستخدامه. احتوى وسط أغار مستخلص التربة على المعادن والمواد العضوية الموجودة أصلاً في التربة (تعقيم رطب), أنتشت عليه الأبواغ التيلية للفطر وتكاثرت أبواغه السبوريدية بدرجة متوسطة (جدول 16). وأشارت بعض الدراسات المرجعية إلى إمكانية إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis* على سائل ممدد من السماد العضوي أو ماء المطر (Chupp and Sherf, 1960).

تعدّ أوساط البطاطا سكروز مرق اللحم, وأغار البطاطا والدكستروز, وأغار الذرة أوساطاً غنية بالمواد الغذائية, وتختلف عن بعضها في نسبة الأملاح المعدنية وفي نوعية السكر المضاف كمصدر للكربون وفي نوعية البروتين كمصدر للنتروجين, حيث تعدّ المصادر العضوية للنتروجين أفضل من المصادر اللاعضوية بالنسبة لفطور التفحم (Fischer and Holton, 1957). ولا يحتوي وسط أغار الذرة على سكريات إضافية باستثناء الموجود أصلاً في الحبوب (3.2 غ سكريات لكل 100 غ من حبوب الذرة الصفراء), وتبلغ كمية البروتينات النباتية في حبوب الذرة الصفراء 3.2 غ لكل 100 غ, وهي غنية بالأملاح المعدنية كالكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيزيوم، ويعدّ الكالسيوم والمغنيزيوم والحديد والفوسفات والكبريت والمنغنيز والزنك وربما شوارد معدنية أخرى ضرورية لنمو فطور التفحم, وتكفي كميات ضئيلة من أملاح هذه المعادن حاجة فطور التفحم (Fischer and Holton, 1957), إضافة إلى وجود التيامين (فيتامين B1) في الحبوب الأمر الذي شجع إنتاش الأبواغ التيلية للفطر وتكاثر أبواغه السبوريدية, اعتماداً على الكربوهيدرات المتاحة كمصدر للطاقة (Schoper and Blumer, 1938a).

ولم يتمكّن الفطر من إكمال دورة حياته على وسط أغار الذرة الصفراء على الرغم من كونه النبات المضيف للفطر الممرض. ومعلوم قدرة الخلايا الميرستيمية للذرة الصفراء على إنتاج مركبات ضرورية لإكمال الدورة الجنسية للفطرالممرض ولحدوث العدوى على النبات (Ruiz-Herrera *et al*., 1999). ولم تظهر فروق معنوية ما بين وسط أغار الذرة الصفراء ولا سيما السائل منها ومعظم الأوساط الأخرى, بينما كان الوسط الصلب لأغار الذرة الصفراء في هذه التجربة مفضلاً, وامتاز بصورة معنوية عن معظم الأوساط الأخرى (جدول15). كما امتاز وسط البطاطا دكستروز أغار الصلب بصورة معنوية على الشكل السائل للوسط في تحسين إنتاش الأبواغ التيلية للفطر الممرض وفي إكثاره الأبواغ السبوريدية, وهو غني بمحتواه من الكربوهيدرات (19 غ كربوهيدرات لكل 100 غ بطاطا), والتيامين, والأملاح المعدنية, وتعدّ البطاطا مصدرها الطبيعي المفضل للفطر كما تؤكد على ذلك نتائج بعض الدراسات المرجعية (Fischer and Holton, 1957). كما يعدّ بروتين البطاطا مصدراً للنتروجين, ويحتوي الوسط على الدكستروز كمصدر إضافي للكربون. ويعدّ وسط البطاطا سكروز مرق اللحم الأفضل لإكثار سبوريدات الفطر نظراً لغناه بمصادر غذائية طبيعية (البطاطا) والسكروز كمصدر إضافي للكربون وعلى البيبتون كمصدر مهم للنتروجين. ولم تكن نتائج البحوث السابقة متوافقة بالنسبة لأفضل مصدر للآزوت في أوساط فطور التفحم، ومع ذلك فقد أمن الأسبارجين والبيبتون مصدراً جيداً للنتروجين في تلك الأوساط (Fischer and Holton, 1957).

جدول16: تأثير بعض أوساط الزرع السائلة والصلبة في نسب إنتاش الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis* وفي عدد الأبواغ السبوريدية المتشكلة عند التحضين على درجة حرارة 30 ± 2 سْ.

وسط الزرع	النسبة المئوية لإنتاش الأبواغ التيلية		عدد الأبواغ السبوريدية / مل بعد 24 ساعة من التحضين
	بعد 8 ساعات من التحضين	بعد 24 ساعة من التحضين	
أوساط سائلة			
2% غلوكوز+1% مالتوز	0 f	3.96 cd	0 e
1% أغار + محلول KNOPA	0 f	21.00 bcd	0 e

وسط**T-19**	0 f	14.37 cd	$^{5}10\times12.55$ cde
أغار الماء	0 f	14.70 bcd	$^{5}10\times2.83$ de
وسط أغار الذرة	3.29 e	22.65 bcd	$^{6}10\times2$ bc
وسط بطاطا سكروز مرق اللحم	0 f	40.15 b	$^{7}10\times2.17$ a
PDA بطاطا دكستروز أغار	18.53 c	39.24 b	$^{6}10\times3.57$ bc
أوساط صلبة			
PDA بطاطا دكستروز أغار	27.45 a	82.77 a	$^{6}10\times4.88$ b
وسط أغار الذرة	24.24 b	74.67 a	$^{6}10\times1.96$ cde
أغار مستخلص التربة	0 f	31.04 bc	$^{5}10\times8$ cde
وسط**T-19**	0 f	22.91 bcd	$^{6}10\times2.89$ bcd
WA أغار الماء	7.47 d	19.63bcd	$^{5}10\times5.17$ de
أطباق التربة	0 f	0 d	0 e
معامل التشتت (%)C.V	54.46	12.55	25.5
أقل فرق معنوي موثوق (LSD) عند احتمالية 0.05	2.747	30.86	14.98

3-3-2- تأثير أنواع السكريات المضافة إلى وسط البطاطا الغذائي في إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis*:

كان الدكستروز من أكثر السكريات ملاءمة لإكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis* عند إضافته لوسط البطاطا السائل مقارنة بأنواع السكريات الأخرى, مثل: الغلوكوز والسكروز والمالتوز, وكانت الفروقات ما بينها معنوية. واحتل الغلوكوز المرتبة الثانية في الأهمية, تلاه السكروز ثم المالتوز (جدول 17). وقد أكدت نتائج دراسات مرجعية سابقة أهمية الدكستروز في تشجيع نمو الفطر (Hartmann *et al*., 1999; Ruiz-Herrera *et al*., 1995). وقد وجد (Wolf, 1953) أنّ الغلوكوز والسكروز والمالتوز والمانوز هي سكريات مفضلة للفطر *U. maydis* , بينما أكّد (Fischer and Holton, 1957) أنّ فطور التفحم تستجيب بشكل جيد لكل من الدكستروز والمالتوز والغلوكوز.

جدول17: تأثير بعض أنواع السكريات المضافة لوسط البطاطا الغذائي في إكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis*.

أنواع السكريات المختبرة	متوسط عدد الأبواغ السبوريدية/مل بيئة سائلة
دكستروز	$^{7}10$ x 1.6 a
غلوكوز	$^{7}10$ x1 b
سكروز	$^{6}10$ x 6.3 c
مالتوز	$^{5}10$ x 2.02 d
معامل التشتت C.V(%)	%19.3
أقل فرق معنوي موثوق (LSD)عند احتمالية 0.05	$^{5}10$ x 31.61

3-3-3- تأثير درجات الحرارة في حفظ حيوية الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis*:

كان حفظ الأبواغ التيلية في حرارة البراد (4-6س) الأكفأ, وحافظ حوالي 82% من الأبواغ التيلية على حيويتها بعد التخزين لمدة ستة أشهر, بينما كانت حيوية الأبواغ التيلية ضعيفة جداً (3.4%) عند حفظها في درجة حرارة (32 ± 4س) (جدول 18). وأكدت بحوث سابقة انخفاض حيوية الأبواغ التيلية عند الدرجة 37 س، وفقدان حيويتها عند درجة حرارة 40 س (Ruiz-Herrera and Martinez-Espinoza, 1998; Batiashvili, 1975).

جدول 18: تأثير بعض درجات الحرارة في حفظ حيوية الأبواغ التيلية للفطر *U. maydis* مدة 6 أشهر بعد 24 ساعة من تحضينها على وسط البطاطا دكستروز أغار (PDA) عند درجة حرارة 32± 4س.

درجة حرارة الحفظ	النسبة المئوية لإنتاش الأبواغ التيلية
(4-6س)	81.68 a
(32± 4س)	3.4 b
معامل التشتت C.V(%)	%8.5
أقل فرق معنوي موثوق	12.75

LSD at 0.05	

الفصل الرابع

تقدير الإمراضية لبعض عزلات الفطر *U. maydis* وتحديد مصادر العدوى الأولية

4-1-الدراسة المرجعية:

تتضمن دورة حياة الفطر *Ustilago maydis* ثلاث مراحل متميزة وفقاً للدراسات المرجعية (Banuett and Herskowitz, 1994 b):

1- أبواغ تيلية ثنائية الصيغة الصبغية diploid teliospores: يتكون هذا الشكل من الفطر الممرض في الأورام على النبات المضيف وهي عبارة عن أبواغ ذات شكل كروي إلى إهليليجي. تنبت الأبواغ التيلية فتشكل هيفا أولية وبعد الانقسام المنصف تتشكل أربعة أبواغ دعامية ذات نواة وحيدة الصيغة الصبغية تدعى haploid sporidia.

2- أبواغ سبوريدية أحادية الصيغة الصبغية haploid sporidia: وهو طور رمي للفطر saprophytic يمكن أن ينمو ويتكاثر بالبرعمة على أوساط متباينة وعديدة، وتظهر فيها اختلافات

كبيرة في الصفات الشكلية واللونية وفي النمو. تكون أبواغ السبوريدات كروية إلى بيضاوية الشكل كالخميرة, يحدث اقتران ما بين خلايا السبوريدات المتوافقة وراثياً ضمن الشروط البيئية الملائمة وتشكل هيفا ثنائية النواة dikaryotic hyphae .

3- الهيفا ثنائية الأنوية dikaryotic hyphae: وهي الطورالمعدي للفطر المتطفل biotrophic, ويتخذ نمواً خيطياً ويمكن أن يصيب الذرة الصفراء *Zea mays* والذرة المكسيكية *Zea* (teosinte) *mexicana*.

ويتكون الفطر من عددٍ كبيرٍ غير محددٍ من الأنماط الحيوية عزل الكثير منها ودرس (Christensen, 1963), وهناك دراسات مرجعية أخرى بحثت في مدى تأثير مواقع طرز الإقتران mating- type alleles في نمو الفطر (Snetselaar, 1993). واستخدمت دراسات أخرى تقانة التفاعل المتسلسل المتعدد النسخ PCR لتمييز تنوع الفطر في الموقع ب b locus عبر مناطق جغرافية متباعدة من الولايات المتحدة الأمريكية (Zambino *et al*., 1997). وقد أظهرت هذه الدراسات وجود أنماط حيوية تختلف وراثياً فيما بينها (Valverde *et al*., 2000).

يعدّ الفطر *Ustilago maydis* كائناً حياً نموذجياً مهماً لدراسة تفاعل الطفيل مع النبات المضيف, وهو من الفطور الدعامية Basidiomycetes التي لا تسلك استراتيجية التدمير لقتل مضيفها, ويعود هذا الفطر إلى مجموعة الطفيليات حتمية التطفل obligate parasite التي تعتمد في وجودها على نسيج المضيف لتحقيق نموها (Kämper *et al*., 2006).

تحتوي سلسلة مورثات الفطر على 12.5 مليون قاعدة آزوتية و6902 مورثة تشفر بروتينات الفطر. وقد اكتشفت مؤخراً مورثات جديدة مسؤولة عن القدرة الإمراضية للفطر, ومنها اثنتي عشرة مجموعة من المورثات تشفر بروتيناً خفياً ذي وظيفة مجهولة (Kämper *et al*., 2006), تم تعريفه لاحقاً بأنه منظم إمراضية الفطر (Howlett *et al*., 2007). وأدى إبطال مفعول هذه المورثات إلى تغيير إمراضية الفطر, وتراوحت الأعراض على النبات من ندرتها إلى فرط الحساسية (Kämper *et al*., 2006).

تسهم قدرة الفطر في استقلاب دسم المضيف في تطوره وانتقاله للشكل الخيطي, وقد أدى حذف المورثة *mfe2* التي تشفر أنزيماً متعدد الوظائف ويلعب دوراً مهماً في أكسدة الحموض الدسمة إلى اكتشاف الدور الأيضي (الإستقلابي) المحتمل للدسم في تطور المسبب الممرض, ولم تكن هذه المورثة ضرورية لإنتاج الشكل الخيطي أثناء الإقتران في ظروف المختبر, ومنعت خسارة هذه المورثة انتشار

هيفا الفطر في النبات وانخفضت قدرته الإمراضية بصورة حادة, فبلغت نسبة الأورام في الشتلات المعداة بعزلات محذوفة المورثة 27%, بينما كانت 88% في العزلات البرية, كما تأخر تشكل الأبواغ التيلية في الأعضاء المصابة نتيجة لذلك (Klos and Kronstad, 2006) .

تحمل تيارات الهواء ورذاذ الماء المتناثر نتيجة تساقط الأمطار أبواغ الفطر الممرض من التربة أو مخلفات الحصاد المصابة إلى أجزاء النبات القابلة للإصابة، فتحدث العدوى من الهيفا الناشئة مباشرة من انتاش الأبواغ التيلية أو من هيفا ناشئة من اقتران بوغتين متكاملتين من السبوريدات (Banuett, 1995). ويتم اختراق الممرض لجدر خلايا النبات مباشرة أو من خلال الفتحات السمية أو الجروح (Shurtleff, 1980). وقد أظهر الفحص المجهري لأوراق الذرة الصفراء المعداة بالفطر إصابة الأوراق الفتية فقط, ولم تنمُ الهيفا عبر الثغور التنفسية وإنما دخلت خلايا البشرة عن طريق الإختراق المباشر (Snetselaar and Mims, 1992) .

يشكل الفطر بصورته الخيطية المعدية أعضاء إلتصاق Appressoria على خلايا بشرة المضيف, ولم يلاحظ تشكلها على أوساط الزرع في الأنابيب الزجاجية, وهي تمكن الفطر من اختراق المضيف (Snetselaar and Mims, 1993). تظهر هذه التراكيب كبروز أو نتوء طرفي في هيفا الفطر, ولا يكون اختراق الفطر للنبات المضيف ناتج عن تطبيق قوة ميكانيكية عالية الضغط، وإنما يحدث نتيجةً للنشاط الأنزيمي المحلل لجدر الخلايا (Kahmann and Kämper, 2004). ويبقى الغشاء السيتوبلازمي لخلايا المضيف سليماً حول الهيفا على الرغم من اختراق هيفا الفطر الممرض لجدر خلايا المضيف (Snetselaar & Mims, 1992). ولم يلاحظ تشكل أعضاء امتصاص Haustoria في خلايا المضيف المصابة, لكن تراكم المواد الغذائية بكثافة في وسط المضيف والفطر تشير إلى انتقالها, وتعدّ الكربوهيدرات البسيطة مصادر الطاقة الأولية المستخدمة من قبل الفطر الممرض (Snetselaar and Mims, 1993).

أبدت النباتات المصابة بالفطر ردود أفعال أيضية تتمثل بزيادة في نشاط أنزيم Invertase (Callow *et al.*, 1980). كما زادت نسبة المواد العضوية في أنسجة الأعضاء المصابة على حساب أجزاء النبات الأخرى (Billet and Burnett, 1978b). وزاد الوزن الجاف للنسيج المصاب بصورة تدريجية بعد ثلاثة أيام من إحداث العدوى كما رافقه نقصان في وزن أجزاء النبات الأخرى. وظهرت أعراض الشحوب والإصفرار chlorosis على الأجزاء المصابة بعد 3–5 أيام من العدوى وفقدت 60% من محتواها من اليخضور (كلوروفيل), ثم ما لبث أن اختفى بالكامل (Billet and

(Burnett,1978a). ينتج الفطر الممرض في النبات أو في وسط الزرع منظماً للنمو يدعى إندول حمض الخل IAA (Martinez *et al*., 1997; Wolf, 1952).

كما تلاحظ بعض التحورات الخلوية المجهرية في الخلايا البرانشيمية المصابة, مثل النمو المفرط للخلايا بعد 24 ساعة من حدوث العدوى. يبدأ إنتاج الأورام بعد أسبوع من حدوث العدوى ويكون نتيجة للنمو الشاذ لخلايا المضيف وليس نتيجة لتكاثر الفطر. تبقى خلايا المضيف حية أثناء المراحل المبكرة من تشكل الأورام وتواصل نموها وانقسامها بصورة غير طبيعية, وبينما تتضخم الأورام تبدأ الهيفا بالانتشار في خلايا المضيف بدلاً من النمو بينها. تصبح جدران هيفا الفطر في هذه المرحلة منتفخة وهلامية كما تفقد خلايا الخيط الفطري شكلها الأسطواني وتصير كروية, ثم تظهر نقوش على جدار الأبواغ المتشكلة على صورة أسنان دقيقة. وهكذا يكمل الفطر دورة حياته بتكوين الأبواغ التيلية في خلايا المضيف المصاب (Kahmann and Kämper, 2004).

تعدّ إصابة النموات الحديثة الناتجة من انبات حبوب الذرة التي يصل طولها حتى 3 مم من أكثر إصابات المرض ضرراً (Radulescu *et al*., 1961)، وقد تحدث الإصابة في طور البادرة التي لا يزيد طولها عن 26 سم، كما تصاب الأنسجة الفتية في النباتات البالغة. وتعدّ المدة الفاصلة ما بين تشكل المدقات وحتى بداية الطور الشمعي للحبوب فترة حرجة تكون فيها النورات المؤنثة (العرانيس) قابلة للإصابة بالمرض (Azbukina *et al*., 1980). ويعدّ الطقس الجاف الذي يتناوب مع هطول المطر, ودرجات الحرارة ما بين 26 و34ْس عوامل مناسبة لحدوث الإصابة وتطور المرض (Shurtleff, 1980). كما يساعد انخفاض الرطوبة النسبية للهواء في تكوين ونمو الأورام (Galls)، بينما يحد الإرتفاع الكبير في الرطوبة الجوية أو الجفاف المستديم من نموها وتطورها (Azbukina *et al*., 1980).

تم تقويم رد فعل بادرات الذرة تجاه الفطر *U. maydis*, بزراعة عزلات الممرض في وسط سائل وتحضينها على هزاز دوراني لمدة ثمانية أيام عند درجة حرارة 25±2ْس. تم إجراء العدوى بالكائن الممرض بثقب قاعدة البادرات بواسطة محقن صغير, حيث ظهرت الأعراض الأولى للمرض على البادرات بعد 3–4 أيام من إحداث العدوى على هيئة تلونات, وتطورت الثآليل بعد 7–8 أيام, وتراوحت نسب حدوثها ما بين 1.04 و14.2% (Astiz and Molina, 1999).

درس Momchilova and Mitev (1995) السلوك المرضي لعزلات الفطر الممرض تجاه بعض هجن الذرة الصفراء، وجرى تصنيفها إلى مجموعات مختلفة اعتمادا على مقدرتها على إحداث المرض.

ووفقاً لنتائج بعض الدراسات المرجعية حددت شروط إحداث عدوى بادرات الذرة الصفراء بمرض التفحم تحت ظروف البيت الزجاجي (and Kim and Lee, 1996; Tseng, 1988; Astiz Gasso Molina, 1998),.وحققت العدوى نجاحاً باهراً عندما تمت في مرحلة الورقة الرابعة لبادرات الذرة الصفراء باستخدام معلق بوغي تركيزه 10^{3}-10^{5} بوغ/مل, ثم حضنت النباتات عند درجة حرارة 30- 28°س في غرفة رطبة لمدة 24 ساعة قبل وضعها في البيت الزجاجي. وكان معلق الأبواغ كافياً بمفرده في إحداث الإصابة بكفاءة دون إضافة المزيد من المصادر الغذائية, مثل: سكر الغلوكوز أو نترات الأمونيا أو مستخلص الخميرة أو جميعها (Kim and Lee, 1996).

قارن Tseng (1988) طرائق إعداء مختلفة لإحداث العدوى بالفطر, وكان الحقن بالمعلق السبوريدي هو الأكثر كفاءة في كل مراحل النمو. بينما كانت كل طرائق العدوى الأخرى سواء بالأبواغ التيلية أو السبوريدية غير مناسبة في مرحلة الورقة الثالثة.

وقد بينت بعض الدراسات المرجعية أن استخدام تركيز عالٍ من مادة اللقاح لتنفيذ العدوى الإصطناعية لم يزد من شدة تطور المرض على نباتات الذرة الفتية (Walter, 1935), بينما تسبب استخدام هذا التركيز العالي من مادة اللقاح (10^{9} سبوريديا/ مل) في تجارب أخرى في موتٍ مبكرٍ لبادرات الذرة (Kim and Lee, 1996). ولم يزد رش الأبواغ التيلية أو السبوريدات على الأوراق الفتية الملتفة أو البذور نسبة الإصابة, بينما أدى حقن معلق السبوريدات داخل الأوراق الملتفة للبادرات إلى ظهور ثآليل على الأوراق والتواء منطقة النمو ثم موت البادرات (Christensen, 1963).

تعدّ أوراق أصناف الذرة الصفراء المقاومة, مثل Pioneer Karnak ملاذاً للعديد من الفطور والبكتيريا المنافسة بالمقارنة مع أوراق الأصناف القابلة للإصابة لهذا المرض, مثل Giza 2, ويزداد عدد هذه الكائنات الدقيقة المفيدة طرداً مع تقدم عمر النبات (Ragab, 1994).

وأظهرت عزلات بكتيرية من *Bacillus subtilis* و.*Streptomyces* sp فاعلية عالية في تثبيط نمو الفطر *U. maydis* مخبرياً (في الأنابيب الزجاجية)، وفي مكافحة الممرض على النباتات المصابة حقلياً (in vivo). وتم تثبيط انتاش الأبواغ التيلية وتوقف نمو مشيجة الفطر والحدّ من تطور

الإصابة والمرض باستخدام العزلات البكتيرية السابقة, وكانت كفاءة تثبيط مستخلصات المزارع البكتيرية أكبر مقارنةً بمعلقات الخلايا (Ragab, 1994).

لم تكن البذور ولفترة طويلة مصدراً مهماً للعدوى بأبواغ الفطر, وكانت الأبواغ التيلية في التربة مصدر العدوى الرئيس والتي تنتشر منها بواسطة بالرياح ورذاذ الماء (Agrios, 2005).

تتشكل الأورام على النباتات المكتملة النمو نتيجة الإصابات الموضعية في أنسجة النبات, ونادراً ما تحدث بسبب الإصابات الجهازية, وإذا ما حدثت فتكون في البادرات الحديثة فقط. تتكشف الأورام الكبيرة النموذجية عادة في عدد قليل من الإصابات الموضعية الفعلية وتبقى الإصابات الأخرى صغيرة جداً بحيث لا ترى بالعين المجردة, كما تسبب إصابة البادرات الصغيرة بالمرض موت البادرات أو إعطاء نباتات عقيمة (Agrios, 2005).

وقد منعت معالجة البذار ببعض المبيدات الفطرية مثل الثيرام (Thiram) انتاش الأبواغ التيلية للفطر, وحمت البذار من الإصابة دون تأثير سام في إنبات البادرات (Jones, 1986). وقد حققت معاملة البذار بخليط من كلٍ من Vitavax (carboxin) + thiram وقاية شاملة للبادرات النامية, كما خفض استخدام المبيد نفسه في التربة بمعدل 0.15 غ/لكل نبات عند الزراعة من الإصابة, فانخفضت النسبة من 35 إلى 18.5% (Polyakov and Belaonova, 1979).

وتعدّ معاملة بذار الذرة الصفراء بالمبيدات (كاسيات البذور) بالطريقة الرطبة أو الجافة ضعيفة الفاعلية نظراً لاختلاف طريقة انتقال العامل الممرض الذي ينتشر بصورة رئيسة بواسطة الأبواغ المحمولة بالهواء وليس بواسطة الأبواغ المحمولة على الحبوب (Azbukina *et al*., 1980). وكانت إجراءات المكافحة الوقائية العامل الحاسم في الحد من انتشار المرض، كجمع النباتات والأجزاء المصابة خلال موسم النمو قبل انتشار الأبواغ منها وحرقها وجمع مخلفات المحصول الموبوءة وحرقها، ثم إدخال الذرة الصفراء في دورة زراعية مناسبة، واستخدام التسميد المتوازن، وإضافة العناصر الصغرى كالزنك والمنغنيز، وتجنب الأضرار الميكانيكية للنباتات خلال موسم النمو، وزراعة الأصناف والهجن المقاومة للمرض (Azbukina *et al*., 1980; Shurtleff, 1980).

ذكرت الكثير من المراجع أن أبواغ الفطر لا تنتقل بواسطة الحبوب ولذلك كانت معاملة البذار غير فعالة في مكافحة المرض (Chupp and Sheref, 1960) (العظمة و فضول, 1986).

ونتج عن رش النباتات بالمبيدات الفطرية أثناء موسم النمو مكافحة محدودة للمرض (Tseng, 1988). وكانت نتائج رش النباتات بالمبيدات الفطرية في طور العشرة أوراق, وبعد ذلك بحوالي 2-4

أسابيع أي في مرحلة نضج العرانيس إيجابية, وأظهرت الأصناف المقاومة ورش المبيدات الفطرية إمكانية حقيقية في السيطرة على المرض (Hamm *et al*., 1991).

ووفقاً لبعض الدراسات المرجعية التي استخدمت طريقة إعداء التربة بالفطر الممرض والعرانيس عند انتخاب هجن الذرة الصفراء المقاومة لمرض التفحم الشائع وبلغت نسب إصابة النباتات 20 و30% على التوالي, كما تراوحت الخسارة الحقلية في إنتاج حبوب الأصناف القابلة للإصابة ما بين 43 و70% على (Gulomova and Massino, 1991).

4-2- مواد البحث و طرائقه:

4-2-1-تحضير مادة اللقاح:

تنمو السبوريدات على الدعام (المشيجة الأولية) Promycilium الناشئ من انتاش الأبواغ التيلية.

تم الحصول على مزرعة نقية من سبوريدات الفطر الممرض ناشئة من إكثار بوغة تيلية واحدة بعملية التخطيط على وسط غذائي صلب PDA. وأخذت خزعة من مزرعة ناشئة من إكثار بوغة تيلية مفردة لكل عزلة على حدة (شكل 6)، وزرعت في وسط غذائي سائل PD (Pataky, *et al*., 1995). وحضن الوسط الملقح على هزاز دوراني بسرعة 120 دورة/ دقيقة لمدة 2-3 أسابيع عند درجة حرارة 30±2ْس ، ثم رشّح معلق الفطر الممرض في الوسط الغذائي السائل من خلال شاش (قماش) لإزالة الأجزاء الفطرية الكبيرة. حضر معلق من كل عزلة من عزلات الفطر الممرض بالتركيز المحدد (10^5 -10^6 بوغ/مل) وفقاً للطريقة المذكورة سابقاً (3-2-1- إزالة ملوثات الأبواغ التيلية وتحضير مادة اللقاح).

4-2-2- اختبار كفاءة طرائق الإعداء الإصطناعية:

تمّ اختبار كفاءة ثلاث طرائق للعدوى الإصطناعية, هي:

1- إضافة مادة اللقاح عن طريق التنقيط Dropper method في فتحة الأوراق العلوية بمعدل (1 مل/ نبات) وفقاً للطريقة المتبعة من قبل باحثين عديدين (Aujla *et al*., 1983; Chona *et al*., 1961; Kiraly *et a*l., 1974; Middendrof, 1953; Singh and Krishna, 1982).

2- استخدمت طريقة حقن الساق (1 مل معلق بوغي /لكل حقنة) وفقاً لطريقة Astiz Gasso and Molina (1998), وذلك باستخدام إبرة حقن جلدية صغيرة تحقن في العقدة الثانية من الساق.

3- رش البادرات بمعلق أبواغ الفطر الممرض (سبوريدات أو أبواغ تيلية, ورش الماء في معاملة الشاهد).

حضرت خلطة الزراعة في الأصص من الرمل والسماد العضوي والتراب بنسبة 1:1:1, عرضت الخلطة لدرجة حرارة 121 س° لمدة 30 دقيقة ضمن الأوتوكلاف. ملئت أصص بلاستيكية قطرها 15 سم وعمقها 15 سم بالخلطة بعد التبريد, ثم زرعت حبوب الذرة من صنف غوطة 82 بمعدل بذرة/ أصيص. استخدم في تنفيذ طرائق العدوى بادرات ذرة فتية في طور الورقة الرابعة والخامسة (بعمر 10-18يوماً). حضنت البادرات في حجرة رطبة (وفرت الرطوبة باستخدام أحواض معدنية تحتوي الماء) عند درجة حرارة 28 °-C30 لمدة 24 ساعة بعد إحداث العدوى الإصطناعية مع ملاحظة رج مادة اللقاح أثناء عملية الإعداء.

استخدم في تحضير مادة العدوى معلق بوغي من العزلة نفسها بتركيز $10^{5}-10^{6}$ بوغ/مل، نقلت البادرات إلى البيت الزجاجي وحضنت في غرفة مضاءة عند درجة الحرارة نفسها (Kim and Lee, 1996).

دونت النتائج يومياً مع استمرار عملية المراقبة والتحضين لمدة 6 أسابيع. بلغ عدد بادرات المكرر الواحد 9, بمعدل 3 مكررات لكل معاملة (طريقة عدوى). نفذت التجربة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية عام 2007. أخذت قراءات دورية يومية اعتماداً على سلم التقييس المعمول به من قبل Astiz Gasso and Molina (1999)

0 = منيع لا أعراض.

1 = مقاوم اصفرار جزئي على الأوراق.

2 = متوسط المقاومة اصفرار على هيئة بقع و/أو وجود تخطط أو تبقع ملون بصبغات أنتوسيانينية.

3 = متوسط القابلية تماوت مناطق الإصابة وتشوه النبات.

4= قابل للإصابة تشكل الأورام.

كما استخدمت معادلة مؤشر المرض التالية (Tchymakova, 1974):

$$\text{(Disease Index) } DI = \sum ab.100 / N.k$$

حيث:

DI: المؤشر المرضي (%).

a: درجة سلم التقويم.

b: عدد النباتات المصابة في هذه الدرجة.

N:عدد النباتات الكلي.

K:القيمة العظمى في سلم التقويم وتساوي 4.

4-2-3- اختبار القدرة الإمراضية لبعض عزلات الفطر الممرض:

أستخدم في تقويم القدرة الإمراضية عشرون عزلة من الفطر الممرض تمثل مجتمعاته العشوائية جمعت من المحافظات المختارة للدراسة. حضرت خلطة الزراعة في الأصص من الرمل والسماد العضوي والتراب بنسبة 1:1:1, عرضت الخلطة لدرجة حرارة 121 س° لمدة 30 دقيقة ضمن الأوتوكلاف. ملئت أصص بلاستيكية قطرها 15 سم وعمقها 15 سم بالخلطة بعد التبريد, ثم زرعت حبوب الذرة من صنف غوطة 82 بمعدل بذرة/ أصيص. استخدمت بادرات ذرة فتية من الصنف غوطة 82 في طور الورقة الرابعة أو الخامسة بعمر (10-18) يوماً تحت ظروف البيت الزجاجي, حضنت البادرات في حجرة رطبة (وفرت الرطوبة باستخدام أحواض معدنية تحتوي على الماء) عند درجة حرارة 28 °-C30 لمدة 24 ساعة بعد إحداث العدوى الإصطناعية باستخدام طريقة حقن الساق (1مل معلق بوغي لكل حقنة) وفقاً لطريقة Astiz Gasso and Molina (1998), بواسطة إبرة حقن جلدية صغيرة, مع ملاحظة رج مادة اللقاح أثناء عملية العدوى مباشرة. نقلت البادرات المعداة إلى البيت الزجاجي وحضنت في غرفة مضاءة عند درجة الحرارة نفسها (Kim and Lee, 1996). دونت النتائج يومياً مع استمرار عملية المراقبة والتحضين لمدة 6 أسابيع. بلغ عدد مكررات المعاملة الواحدة 3, وعدد البادرات في المكرر 9, وبلغ عدد المعاملات 21 (20 عزلة من الفطر الممرض, مضاف إليها معاملة الشاهد السليم) أخذت قراءات دورية يومية اعتماداً على سلم التقييس المعمول به من قبل Astiz Gasso and Molina (1999) لتقويم درجة إصابة البادرات, وتم حساب معادلة مؤشر المرض (Tchymakova, 1974) المذكورة سابقاً (الفقرة 4-2-2). واعتمد تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في تحليل النتائج. نفذت التجربة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية في عام 2007.

4-2-4- تحديد مصادر العدوى الأولية وحساب نسبة الفقد في البادرات:

مصادر العدوى:

1- بذار ملوث بأبواغ الفطر بمعدل 1غ أبواغ تيلية / 100غ بذار (Goates, 1966).

2- تربة ملوثة بأبواغ الفطر بمعدل 4 غ أبواغ تيلية / 100 سم3 تربة، ثم ينشر 4 سم3 من الخلطة السابقة / لكل متر واحد طولي (Gaudet *et al*.,1989).

3- بذار وتربة ملوثتان بالطريقة المذكورة في الفقرتين 1 و2.

4- رش البادرات في طور الورقة الرابعة أو الخامسة بمعلق بوغي للفطر الممرض تركيزه (10^5 – 10^6 بوغ/مل).

المعاملات:

بلغ عدد المعاملات خمسة, موزعة على النحو التالي:

1- معاملة البذار المعدى.

2- معاملة التربة المعداة.

3- معاملة البذار والتربة المعداة.

4- رشة واحدة للبادرات في طور(4-5) أوراق بمعلق بوغي للفطر الممرض تركيزه (10^5 –10^6 بوغ/مل).

5- معاملة الشاهد السليم (دون عدوى).

بلغ عدد مكررات المعاملة الواحدة 3, وعدد البادرات في كل مكرر 9.

حضرت تربة الزراعة من خلطة مكونة من الرمل والسماد البلدي المخمر والتراب بنسبة 1:1:1. ملئت أصص بلاستيكية قطرها 15 سم وعمقها 15 سم بالخلطة السابقة المعاملة بالحرارة الرطبة ضمن الأوتوكلاف عند درجة حرارة 121ْس لمدة 30 دقيقة. استخدم الصنفان غوطة 82 وفيحاء سكرية في التقييم. دونت النتائج يومياً مع استمرار عملية المراقبة والتحضين لمدة 8 أسابيع ضمن ظروف المختبر. أخذت قراءات دورية وحسبت نسب البادرات المصابة بالمرض وشدته على النباتات اعتماداً على سلم التقييس المعمول به من قبل Sandoval and Corcuera (1998).

0 = لا أعراض.

1 = اصفرار جزئي على الأوراق والسوق و/أو وجود تخطط أو تبقع ملون بصبغات أنتوسيانين على الأوراق.

2 = اصفرار شديد (واضح) وتماوت مناطق الإصابة وتشوه النبات.

3 = تشكل الأورام/ الأورامات على الأوراق أو الساق.

4 =موت النبات خلال/بعد 6 أيام من العدوى.

كما حسب مؤشر للمرض وفقاً للمعادلة السابقة الذكر (Tchymakova, 1974):

نفذت التجربة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية عام 2009.

4-3- النتائج والمناقشة:

4-3-1- كفاءة طرائق العدوى الإصطناعية:

أكدت النتائج المعروضة في الجدول (19) تفوق معاملة حقن الساق معنوياً في إحداث المرض على بادرات الذرة الصفراء مقارنة بالمعاملات الأخرى عند مستوى احتمالية 0.05, وبلغ متوسط مؤشر المرض 87.03%, تلتها في الأهمية طريقة التنقيط في فتحة الأوراق العلوية (50%), بينما بلغت قيمة مؤشر المرض في طريقة الرش الكامل للنبات 42.59%. وقد اعتمدت طريقة حقن الساق لاحقاً في إجراء العدوى الاصطناعية لتقويم القدرة الإمراضية لعزلات الفطر الممرض وفي تقدير قابلية الأصناف للإصابة بالفطر الممرض.

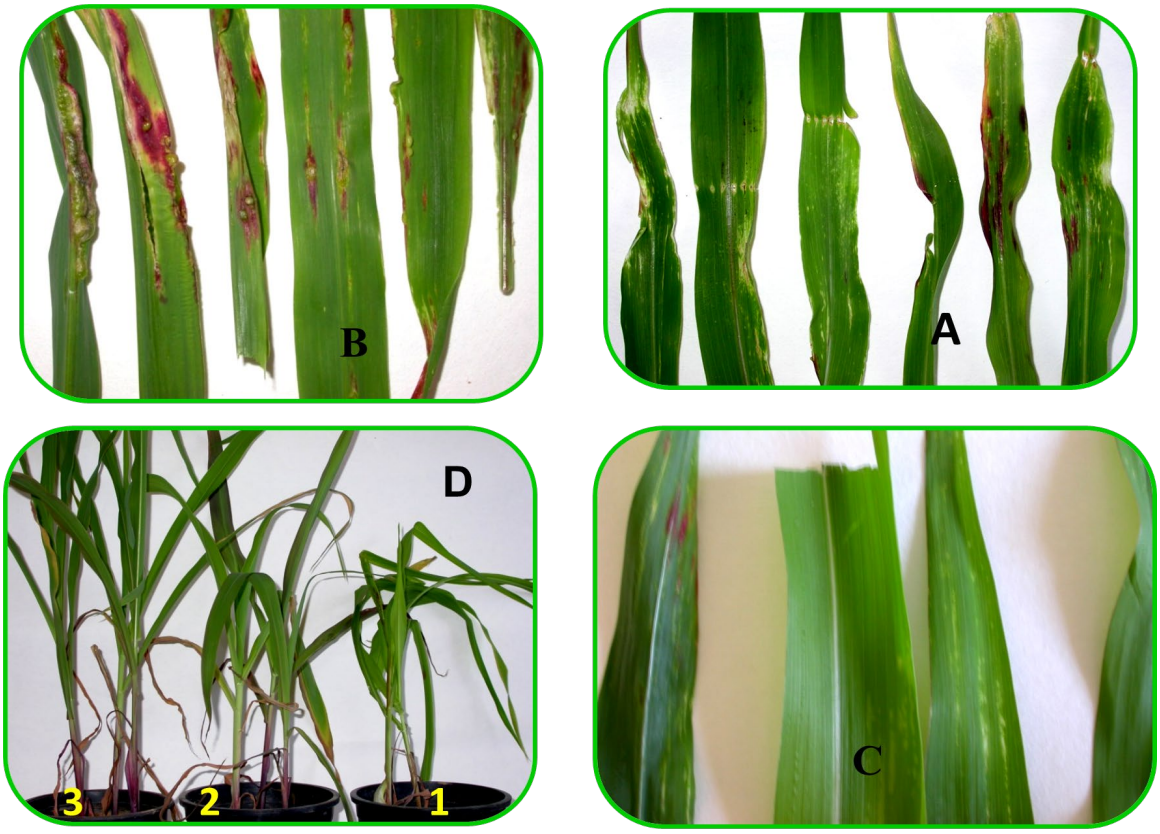
بدأت أعراض المرض بالظهور على البادرات عند إجراء العدوى الاصطناعية بطريقة حقن الساق بعد 3-4 أيام من إحداث العدوى, وبدأت التدرنات بالظهور بعد 7-8 أيام, وظهرت أعراض الإصابة على البادرات متأخرة في المعاملات الأخرى مقارنة بطريقة حقن الساق أي بعد 6-7 أيام من إحداث العدوى الإصطناعية, وكذلك تأخر تشكل الأورام/ العفصات بصورة موازية (شكل8).

ووفقاً لنتائج الدراسات المرجعية تتكون التدرنات على نباتات الذرة الصفراء المكتملة النمو كنتيجة لإصابات موضعية في أنسجة النبات, ونادراً ما تحدث بسبب إصابة جهازية, وإذا ما حدثت فتكون فقط في البادرات الحديثة النمو (Agrios, 2005). وهذا يفسر ظهور الأعراض والتدرنات على الأوراق الأحدث نمواً (الورقة 6-7-8) في هذه التجربة رغم إجراء العدوى الإصطناعية بطور الورقة الرابعة والخامسة.

جدول 19: كفاءة طرائق مختلفة لإحداث العدوى الإصطناعية بالفطر *U. maydis* تجاه بادرات الذرة الصفراء صنف غوطة 82 تحت ظروف البيت الزجاجي 2007.

طرائق العدوى	متوسط المؤشر المرضي %)
حقن الساق	87.03 a
تنقيط في فتحة الأوراق العلوية	50 b

رش كامل النبات	42.59 c
معامل التشتت C.V(%)	% 5.24
أقل فرق معنوي موثوق LSD at 0.05	7.117



شكل 8: أعراض الإصابة على بادرات الذرة الصفراء وفقاً لطرائق العدوى.

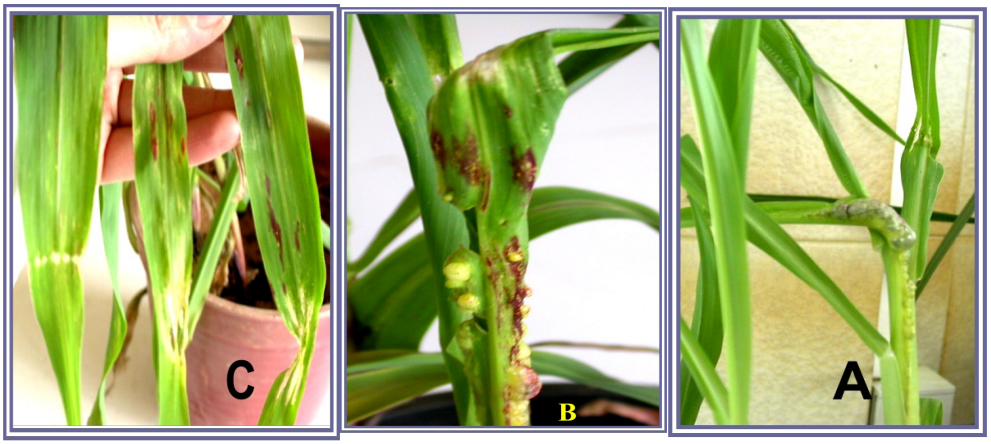
A, 2D: تنقيط المعلق البوغي في فتحة الأوراق العلوية لبادرات الذرة الصفراء.

B, 1D: حقن المعلق البوغي في العقدة الثانية من سوق بادرات الذرة الصفراء.

C, 3D: رش بادرات الذرة بالمعلق البوغي. D: مقارنة ما بين النباتات المعداة بطرائق مختلفة.

تكون الأعراض في البداية على البادرات على هيئة شحوب واصفرار جزئي على الأوراق لاتتجاوز أبعاده عدة ميلليمترات, ثم تتطور الإصابة فتبدو على هيئة بقع أو تخطط أصفر اللون تشوبه أحياناً صبغات أنتوسيانية حمراء وبنفسجية, ثم تظهر بقع متماوتة على الأوراق, فيتشوه نمو البادرات, وتتشكل الأورام لاحقاً على الساق والأوراق وتكون أكثر وضوحاً على الوجه السفلي للأوراق, وهي قاسية ذات لون أخضر فاتح مغطاة ببشرة لامعة ملساء (شكل9). وقد اكتسبت أنسجة الأورام لوناً مسوداً بعد 14–15 يوماً من إحداث العدوى وغطاها غشاء رمادي اللون أو فضي. علماً أن بعض بادرات الذرة الصفراء قد أصابها الشحوب والإصفرار أو التخطط الأصفر دون أن تتطور الأعراض لتشكل أورام على الأوراق أو الساق. وقد بينّ (Pataky and Chandler, 2003) وجود علاقة قوية ما بين إمكانية إصابة بادرات الذرة الصفراء بالتفحم الشائع وتشكل الأورام وفتح أو إغلاق الأوراق القمية.

وقد أشارت دراسات مرجعية أخرى إلى أنّ أوراق أصناف الذرة الصفراء المقاومة للمرض, مثل Pioneer Karnak ملاذاً للعديد من الفطور والبكتيريا المنافسة بالمقارنة مع أوراق الأصناف القابلة للإصابة, مثل Giza 2, ويزداد عدد هذه الكائنات الدقيقة المفيدة طرداً مع تقدم عمر النبات (Ragab, 1994).



شكل 9: بعض المظاهر المرضية على بادرات الذرة الصفراء ناتجة عن الإصابة بالفطر *U. maydis* تحت ظروف العدوى الإصطناعية في البيت الزجاجي

B-A. تشكل الأورام على الساق أو الأوراق مع تماوت وتشوه النبات.

C. اصفرار جزئي أو تخطط أصفر مع أو بدون وجود صبغات أنتوسيانية.

4-3-2-القدرة الإمراضية لبعض عزلات الفطر الممرض:

تباينت عزلات الفطر المختبرة *U. maydis* في قدرتها الإمراضية ما بين المحافظات وضمن المحافظة الواحدة, فقد تفوقت معظم العزلات المجموعة من ريف دمشق (7, 8, 9, 10, 11) بصورة معنوية عند مستوى احتمالية 0.05 (باستثناء العزلة رقم 6) على العزلات المجموعة من محافظات الرقة وإدلب وطرطوس وحمص واللاذقية في قدراتها الإمراضية تجاه بادرات الذرة من الصنف غوطة 82, وتراوحت قيم مؤشر المرض فيها ما بين 57.4 و61.1%. وتماثلت معها في الأهمية العزلة رقم 3 المجموعة من دير الزور والتي تساوت في قدرتها الإمراضية مع معظم العزلات المجموعة من محافظة ريف دمشق واختلفت معنوياً عن العزلات المجموعة من المحافظات الأخرى المذكورة سابقاً. واحتلت عزلة إدلب (رقم 18) وعزلة الرقة (رقم 20) المرتبة الأخيرة في القدرة الإمراضية بينما كانت العزلة رقم 11 (ريف دمشق) في المرتبة الأولى. كذلك تباينت القدرة الإمراضية لعزلات الفطر المجموعة من المحافظة نفسها في كل من ريف دمشق ودير الزور بصورة معنوية (جدول 20)

ويعزى وجود التباين في القدرة الإمراضية ما بين العزلات إلى الميزة الكمية للمورثات المسؤولة عن الإمراضية الموجودة فيها, فقد عثر على اثنتي عشرة مجموعة من المورثات تشفر بروتين خفي صغير ذو وظيفة مجهولة (Kämper *et al*., 2006), تم توصيفه لاحقاً بكونه إفرازي مستحث يتكون أثناء العدوى وينتظم إمراضية الفطر (Howlett *et al*., 2007). وقد أحدث حذف هذه المورثات بصورة فردية في عزلة الفطر الممرض تغيراً في قدرتها الإمراضية تجاه النبات المضيف, تراوحت ما بين قلة الأعراض البادية على النبات إلى فرط الحساسية (Kämper *et al*., 2006).

وكانت دراسات مرجعية سابقة قد أشارت إلى وجود فروقات في القدرة الإمراضية لعزلات الفطر *U. maydis* تجاه نباتات الذرة الصفراء ويعدّ تشكّل الطور المعدي للفطر على هيئة هيفا ثنائية الأنوية dikaryotic phase من أبواغ سبوريدية متوافقة لكنها مختلفة وراثياً أمراً مهماً في حدوث هذا التنوع

الوراثي الذي ينعكس بصورة مباشرة على القدرة الإمراضية للفطر الممرض (Astiz Gasso and Molina, 1999).

جدول 20: كفاءة عزلات الفطر *U. maydis* في إصابة بادرات الذرة من صنف غوطة 82 تحت ظروف العدوى الإصطناعية عام 2007.

رقم العزلة	مصدر العزلة	مؤشر المرض %
1	دير الزور	22.21 d
2	دير الزور	50 ab
3	دير الزور	59.26 a
4	دير الزور	25.92 cd
5	دير الزور	51.85 ab
6	ريف دمشق	25 cd
7	ريف دمشق	57.40 a
8	ريف دمشق	54.62 ab
9	ريف دمشق	59.26 a
10	ريف دمشق	60.18 a
11	ريف دمشق	61.11 a

12	حمص	39. 81 bc
13	حماه	49.07 ab
14	القنيطرة	52.77 ab
15	درعا	49.07 ab
16	طرطوس	39.81 bc
17	اللاذقية	41.66 b
18	إدلب	16.66 d
19	حلب	50.92 ab
20	الرقة	17.59 d
معامل التشتت C.V(%)	21.10%	
أقل فرق معنوي موثوق LSD at 0.05	15.42	

4-3-3- تحديد مصدر العدوى الأولية وحساب نسبة الفقد في البادرات:

لم يتسبب رش بادرات الذرة الصفراء بعمر 4-5 أوراق حقيقية من الصنفين غوطة 82 وفيحاء سكرية بالمعلق البوغي للفطر في موتها في المراحل المبكرة لنموها, بينما كانت نسبة إصابة البادرات بعد ثمانية أسابيع من التحضين 100%, ولوحظت الأورام الفتية على الأوراق (على هيئة تورمات صغيرة بيضاء اللون قاسية ومغطاة ببشرة لامعة).

تسببت إضافة مادة لقاح الفطر الممرض إلى التربة قبل الزراعة في فقد بعض البادرات من كلا الصنفين وعدم ظهورها فوق سطح التربة مقارنة بنباتات الشاهد غير المعداة, وتراوحت نسب هذا الفقد ما بين 3.7 (على الصنف فيحاء سكرية) و11.1% (على الصنف غوطة 82), بينما بلغت نسب البادرات المصابة بالمرض لكلا الصنفين 11.1 و18.5%, على التوالي.

لم تسبب إضافة مادة لقاح الفطر الممرض إلى بذار الصنف فيحاء سكرية قبل الزراعة فقداً في البادرات النامية, بينما بلغت نسبة هذا الفقد 3.7% عند الصنف غوطة 82, وبلغت نسب إصابة البادرات بعد ثمانية أسابيع من التحضين ما بين 3.7 و7.4%, على التوالي.

لم تكن الفروقات معنوية في نسب الفقد في البادرات ما بين معاملتي التربة المعداة والبذار المعدى عند الصنفين غوطة 82 وفيحاء سكرية, بينما كانت الفروقات معنوية ما بين نسب البادرات المصابة عند

الصنف غوطة 82 وغير معنوية عند الصنف فيحاء سكرية, أي أن كمية الفقد معنوية ومرتبطة بدرجة قابلية الصنف للإصابة بالمرض.

أبدت معاملة البذار والتربة معاً بلقاح الفطر الممرض زيادة في متوسط عدد البادرات الميتة, وكانت الفروقات ما بين نسب الفقد في البادرات معنوية ما بين معاملتي البذار المعدى والبذار والتربة المعداة عند الصنف غوطة 82, ولم تكن هذه الفروقات معنوية مقارنة بالتربة المعداة عند الصنف نفسه. ولم تكن الفروقات معنوية في نسب البادرات الميتة في المعاملات المذكورة سابقاً عند الصنف فيحاء سكرية, في حين كانت الفروقات معنوية في متوسط نسب البادرات المصابة بالمرض ما بين المعاملات الثلاثة في حالة الصنف غوطة 82, ومعنوية فقط ما بين معاملة البذار والتربة معاً ومعاملتي التربة المعداة والبذار المعدى, كلٍ على حده. ولم يسجل فقد في بادرات الشاهد غير المعدى, كما لم تسجل إصابات على البادرات لاحقاً بعد ثمانية أسابيع من التحضين (جدول 21).

جدول 21: تأثير مصادر العدوى في إصابة بادرات الذرة الصفراء بمرض التفحم الشائع, 2009.

الصنف	المعاملات	النسبة المئوية (%) للفقد في البادرات	النسبة المئوية (%) للبادرات المصابة	مؤشر المرض(%)
غوطة 82	رش البادرات بالمعلق البوغي	0 a	100 f	47.22 f
	التربة معداة	11.11 bc	18.5 cd	13.89 cd
	البذار معدى	3.7 ab	7.4 ab	4.63 ab
	البذار والتربة معداة	14.81 c	33.3 e	19.45 d
	الشاهد سليم دون إعداء	0 a	0 a	0 a
فيحاء سكرية	رش البادرات بالمعلق البوغي	0 a	100 f	39.81 e
	التربة معداة	3.7 ab	11.1 bc	5.56 ab
	البذار معدى	0 a	3.7 ab	0.93 a
	البذار والتربة معداة	7.41 abc	22.2 d	11.11 bc
	الشاهد سليم دون إعداء	0 a	0 a	0 a

	معامل التشتت C.V(%)	%107.6	%21.5	%28.9
	أقل فرق معنوي موثوق LSD at 0.05	7.517	10.94	7.061

الفصل الخامس

تقدير قابلية أصناف الذرة المعتمدة للإصابة بمرض التفحم الشائع

5-1-الدراسة المرجعية:

تصاب أصناف الذرة بالتفحم الشائع بدرجات مختلفة (Abou Zeid, 1995; Shurtleff, 1980)، وقد استخدمت طرائق مكافحة متنوعة بما فيها الدورة الزراعية, ومعاملة البذار بالمبيدات الفطرية, واستخدام المبيدات الفطرية الورقية, والتسميد المتوازن, والمكافحة الحيوية لخفض انتشار المرض وتأثيراته الضارة (Azbukina *et al*., 1980; Shurtleff, 1980). وتبقى مقاومة النباتات للمرض من أكثر إجراءات المكافحة فاعلية (Pataky *et al*., 1995; Agrios, 2005)، ولم تسجل حتى تاريخه أصناف ذرة منيعة تجاه الفطر الممرض (Pataky and Chandler, 2003).

ولا يعول كثيراً على العدوى الطبيعية في تقويم قابلية أصناف الذرة للإصابة بالمرض لأنّ الظروف البيئية ومرحلة نمو النباتات وطبيعة العضو المصاب تؤثر جوهرياً في نسب حدوث الإصابة وتطورها.

وتبين أن العديد من المدخلات المقاومة للعدوى الطبيعية كانت قابلة للإصابة بشدة بالمرض عندما أعديت إصطناعياً (Pataky, 1991). كما يمكن أن تكون مقاومة ثآليل العرانيس في هجن

الذرة الحلوة شكلية أو فيزيولوجية (Pataky, 1991; Pataky and Chandler, 2003; Snetselaar *et al*., 2001). وتبين أن المبايض تكون محمية من العدوى بالفطر *U. maydis* بعد إخصابها حيث تشكل طبقة فصل في قاعدة الحرائر(المياسم), وتعدّ سرعة تشكل الطبقة الفاصلة بعد الإخصاب, وسرعة نمو أنبوب حبة غبار الطلع, وفترة ظهور الحرائر (المياسم), وإنتاج غبار الطلع ومستوى توضع العرنوس عوامل شكلية قد تمكن نباتات الذرة من الهروب من العدوى بالفطر الممرض (Snetselaar *et al*., 2001).

أظهرت هجن الذرة الصفراء قابلية للإصابة بمرض التفحم الشائع عندما أعديت بعد 2 إلى 3 أيام من ظهور المياسم (الحرائر), بينما أبدت هذه الهجن مقاومة للمرض عندما أعديت بعد 10 أيام من ظهورها, فإطالة مدة ظهور الحرائر يطيل فترة حدوث العدوى, ويتباين طول هذه المدة تبعاً لهجن الذرة المختلفة (Du toit and Pataky, 1999.a).

تم انتخاب أصناف تركيبية وهجن مقاومة للمرض في دول مختلفة ومنها الصين (Zhou, 1994)، والأرجنتين (Sandoval, 1997; Astiz Gasso and Molina, 1997)، وسويسرا (Menzi *et al*., 1995)، والولايات المتحدة (Pataky *et al*., 1995)...الخ. وكان الصنف Pahari أقلها إصابة بالتفحم الشائع وأكثرها إنتاجا مقارنة بالأصناف الأخرى المختبرة في الباكستان (Shabeer *et al*., 1995). وقد أظهرت بعض هجن الذرة في بلغاريا, مثل: Ruse 588, Ruse 464 و Ruse 577 مقاومة عالية تجاه أمراض مختلفة ومنها التفحم الشائع (Momchilova and Mitev, 1995). وكان الصنف Balady أكثر الأصناف المختبرة في مصر مقاومةً للمرض (Abou Zeid, 1995).

وقد أمكن تحديد بعض مورثات المقاومة, مثل: *BX1*, *BX2*, *BX3*, *BX4* و*BX5*, وهي المسؤولة عن تصنيع بعض المركبات الكيميائية التي تستخدم كمواد دفاعية في نباتات الذرة ضد الحشرات والفطور الممرضة, ومن هذه المركبات DIBOA (cyclic hydroxamic acids 2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin-3-one) و DIMBOA (2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one) (Frey *et al*., 1997).

كما استطاعت نباتات التبغ المحورة وراثياً أن تنتج سموماً، على هيئة عديدات الببتيد صغيرة (7–14KDa) , مثل: Kp_4 قاتلة لبعض الفطور الممرضة بما فيها الفطر *U. maydis* (Park *et al*., 1996).

بينت بعض الدراسات المرجعية مقدرة بعض عزلات الفطر *U. maydis* على إفراز سموم من نوع عديدات الببتيد قادرة على قتل عزلات أخرى من الفطر نفسه (Kinal *et al*., 1995), ويعدّ اصطناع السم الفيروسي Kp_6 القاتل لبعض الفطور الممرضة في نباتات التبغ المحورة وراثياً طريقة جديدة لمكافحة الكائنات الممرضة الفطرية التي تصيب المحاصيل الزراعية (Kinal *et al*., 1995). وقد أمكن لاحقاً تحديد المورثات المسؤولة عن تكوين مادة adaptin−∂ وأنزيم Acetyl-Co Acrboxylase (ACCI) الضرورية لنمو الفطر الممرض *U. maydis* في النبات (Bailey *et al*., 1995; Keon *et al*., 1995).

وتعدّ معاملة بذار الذرة بالمبيدات (كاسيات البذور) بالطريقة الرطبة أو الجافة ضعيفة الفاعلية نظراً لاختلاف طرائق إنتقال الكائن الممرض الذي ينتشر بصورة رئيسة بواسطة الأبواغ المحمولة بالهواء وليس بواسطة الأبواغ المحمولة على الحبوب (Azbukina *et al*., 1980). وتعدّ إجراءات المكافحة الوقائية العامل الحاسم في الحد من انتشار المرض، كجمع النباتات والأجزاء المصابة ومخلفات المحصول الموبوءة وحرقها خلال موسم النمو قبل انتشار الأبواغ منها، ثم إدخال الذرة في دورة زراعية مناسبة، واستخدام التسميد المتوازن، وإضافة العناصر الصغرى كالزنك والمنغنيز، وتجنب الأضرار الميكانيكية للنباتات خلال موسم النمو، وزراعة الأصناف والهجن المقاومة للمرض (Azbukina *et al*., 1980; Shurtleff, 1980).

أظهرت نتائج اختبارات طرائق مختلفة للعدوى الإصطناعية بالتفحم الشائع على عرانيس الذرة في جورجيا, تكونت فيها مادة العدوى من أبواغ سبوريدية لستة عزلات بتركيز 10^6 بوغاً/مل, وطبقت بمعدل 3 مل لكل عرنوس, إصابة ضعيفة على العرانيس التي كانت مياسمها غير مكشوفة أو مزالة جزئياً, وكانت الإصابة متوسطة على قمم العرانيس التي أزيلت مياسمها بصورة كاملة أو تم إزالة - 2 1.5 سم من الجزء الخشبي للعرنوس, بينما أحدثت طريقة الحقن عبر الأوراق المغلفة للعرنوس إلى داخل الجزء الخشبي إصابة مرتفعة بلغت نسبتها 97 % (Pope and McCarter, 1992).

كما كانت نسبة الإصابة عالية في العرانيس التي حقنت بالمعلق السبوريدي بين غمد الورقة والساق في العقدة السادسة والسابعة والثامنة قبل 5-8 أيام من بزوغ النورة المذكرة (Thakur *et al*., 1989).

وأحدث حقن المعلق السبوريدي بين غمد الورقة والساق أوراماً على النورة المذكرة تراوحت نسبتها ما بين 10−50% على العرانيس في تجارب البيت الزجاجي, بينما كان تطور أورام التفحم ضعيفاً على

العرانيس عندما استخدمت هذه الطريقة في التجارب الحقلية في شمال كارولينا (Thakur *et al*., 1989).

وكانت نسبة حدوث الأورام على الساق والنورة المذكرة وأغماد الأوراق أعلى من نسبة حدوثها على العرانيس عندما جربت الطرائق نفسها في ولاية إيلينوي Illinois (Pataky, 1991), وتكونت أورام العرانيس نتيجة حقن معلق السبوريدات أسفل منطقة ظهور الحرائر بعد ظهورها مباشرة (Pope and McCarter, 1992; Snetselaar and Mims, 1993; Valverde *et al*., 1993; Zimmerman and Pataky, 1992). وكانت نسبة حدوث الأورام على العرانيس قد بلغت 97% في التجارب الحقلية المنفذة في جورجيا عندما حقن 3 مل من المعلق السبوريدي بتركيز 10^6 بوغاً/مل لكل عرناس عندما تراوح طول الحرائر ما بين 5 و10 سم (Pope and McCarter, 1992), وبلغت الإصابة 50% عندما كان طول الحرائر 3-6 سم (Zimmerman and Pataky, 1992).

كما زادت نسبة الإصابة بثآليل العرانيس 40% بزيادة تركيز المعلق السبوريدي للفطر من 10^3 إلى 10^6/ مل عندما أعدي كل عرنوس بـ 3 مل من المعلق البوغي في أسفل منطقة ظهور الحرائر, وهي بطول 1-2 سم (Du toit and Pataky, 1999b).

قامت مديرية البحوث العلمية الزراعية بإنتاج نويات لأصناف عديدة من الذرة المتأقلمة والمحسنة محلياً لسد حاجات الخطة الإنتاجية المقررة للعروة الرئيسة والتكثيفية المبكرة, وكان من أبرزها

- الصنف التركيبي غوطة 82 الذي اشتق من أصول وراثية مختلفة, وهو متوسط التبكير, ويحتاج لنضجه 110–120 يوماً, وقد بلغ متوسط إنتاجه 6.35 طن/هكتار (منصور وعرفة, 1998).
- ويعدّ غوطة 1 من الأصناف المبكرة, ويحتاج من 95 إلى 100 يوماً للنضج, وهو يصلح للعروة التكثيفية والتكثيفية المتأخرة, وهو مشتق من أصول وراثية فرنسية ورومانية, مبكر الإزهار, وذو إنتاجية عالية 6.34 طن/هكتار, تم تكوين قاعدته الوراثية عام 1980 (منصور وعرفة, 1998).
- الهجين الفردي باسل1 مستنبط محلياً من سلالتين نقيتين, ويحتاج لنضج عرانيسه 100–105 يوماً, بلغ متوسط إنتاجه 10.3 طن/هكتار, وبلغ ارتفاع النبات 160 سم, وارتفاع العرنوس 75 سم, وعدد العرانيس 1–2 عرنوس على النبات الواحد.

- الهجين باسل2 مكون من هجينين فرديين (أربع سلالات نقية), يحتاج لنضج عرانيسه 102-107 يوماً, وبلغ متوسط إنتاجه 12.1 طن/هكتار. بلغ ارتفاع النبات 185 سم, وارتفاع العرنوس 80 سم, عدد العرانيس على النبات الواحد 2.
- يستخدم الصنف فيحاء سكرية للإستهلاك الطازج, بلغ متوسط ارتفاعه 175 سم, وارتفاع العرنوس 80 سم, وعدد العرانيس 1-2 عرنوس/نبات, وبلغ متوسط إنتاجه بحدود 17.3طن/هكتار.

5-2- مواد البحث وطرائقه:

استخدمت الأصناف المعتمدة: غوطة 1، غوطة 82، باسل1 (هجين فردي)، باسل 2 (هجين زوجي) وصنف الذرة السكرية فيحاء.

5-2-1- تقدير قابلية إصابة أصناف الذرة الصفراء المحلية تجاه المرض في طور البادرة:

5-2-1-1- في ظروف العدوى الطبيعية:

الموقع وتحضير التربة للزراعة:

نفذت التجربة في حقول الذرة في دوما خلال الموسم الزراعي 2008 , حضرت الأرض بفلاحتها عميقاً وأضيفت الأسمدة العضوية المقررة والدفعة الأولى من الأسمدة الكيميائية قبل الزراعة. قسمت الأرض إلى قطع تجريبية مساحة الواحدة فيها 4.2 م^2, ثم خططت كل قطعة إلى خطين طول الخط الواحد 3 م والمسافة بين الخط والآخر 70 سم, وبين النبات والآخر 25 سم على الخط نفسه. ثم زرعت البذور بتاريخ 2008/6/15 في جور بعمق 3-5 سم بمعدل بذرتين في الجورة الواحدة, ورويت الأرض بالماء مباشرة بعد الزراعة. نفّذت عمليات الخدمة الزراعية المطلوبة حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح. وزّعت المعاملات على المكررات بصورة عشوائية, وبلغ عدد المكررات أربعة لكل صنف من الأصناف المختبرة, بمعدل 24 نبات لكل مكرر معاملة. وقد حققت العدوى الطبيعية بتوفر حقول ذرة صفراء محيطة بحقل التجربة.

أخذت قراءات دورية أسبوعية ولمدة ستة أسابيع بعد الزراعة, تم تقويم قابلية إصابة بادرات أصناف الذرة الصفراء المختبرة بالمرض اعتماداً على سلم التقييس المعمول به من قبل Astiz Gasso and Molina (1999), وكذلك معادلة مؤشر المرض (Tchymakova, 1974) المذكورة سابقاً (الفقرة 4-2-2).

5-2-1-2- في ظروف العدوى الاصطناعية:

نفذت التجربة في هيئة البحوث العلمية الزراعية في دوما في 2008/6/20. حضرت خلطة الزراعة في الأصص من الرمل والسماد العضوي والتراب بنسبة 1:1:1. عرضت الخلطة لدرجة حرارة 121°س لمدة 30 دقيقة في الأوتوكلاف. ثم ملئت أصص قطرها 15 سم وعمقها 15 سم بالتربة المعاملة, وزرعت بحبوب الذرة بمعدل بذرة واحدة من كل صنف/ أصيص (كل أصيص يحوي صنف واحد فقط).

استخدمت طريقة حقن الساق في العقدة الثانية (1مل معلق بوغي/لكل حقنة) وفقاً لطريقة Astiz Gasso and Molina (1998) بواسطة إبرة حقن جلدية صغيرة باستخدام العزلة الأكثر شراسة وفقاً لتجاربنا السابقة (عزلة رقم 11, الجدول20) بتركيز (10^5 –10^6 بوغ/مل). حضنت البادرات في حجرة رطبة (وفرت الرطوبة باستخدام أحواض معدنية تحتوي الماء) عند درجة حرارة 28 °C30- لمدة 24 ساعة بعد إحداث العدوى الإصطناعية مع ملاحظة رج مادة اللقاح أثناء عملية الإعداء. نقلت البادرات إلى البيت الزجاجي وحضنت في غرفة مضاءة عند درجة الحرارة نفسها (Kim and Lee, 1996).

تم تقدير مقاومة بادرات الذرة تجاه المرض باستخدام 9 بادرات فتية عمرها 10-18 يوماً بطور 4-5 أوراق بثلاثة مكررات لكل صنف من الأصناف المذكورة أعلاه. أخذت قراءات دورية يومية ولمدة ستة أسابيع بعد الزراعة, تم تقويم قابلية إصابة بادرات أصناف الذرة الصفراء المختبرة بالمرض اعتماداً على سلم التقييس المعمول به من قبل Astiz Gasso and Molina (1999), وكذلك معادلة مؤشر المرض (Tchymakova, 1974) المذكورة سابقاً (الفقرة 4-2-2).

5-2-2- تقدير قابلية إصابة أصناف الذرة الصفراء المحلية بالمرض في طور النباتات البالغة:

5-2-2-1-في ظروف العدوى الطبيعية:

الموقع وتحضير التربة الحقلية الزراعية:

نفذت التجربة في حقول الذرة في دوما خلال الموسم الزراعي 2008, حضرت الأرض بفلاحتها عميقاً, ثم أضيفت الأسمدة العضوية المقررة والدفعة الأولى من الأسمدة الكيميائية قبل الزراعة. قسمت الأرض إلى قطع تجريبية مساحة كلٍ منها 4.2 $م^2$, ثم خططت كل قطعة إلى خطين طول الواحد منها 3 م, والمسافة بين الخط والآخر 70 سم, وبين النبات والآخر 25 سم على الخط نفسه ثم زرعت البذور

بتاريخ 2008/6/15 في جور بعمق 3-5 سم بمعدل بذرتين في الجورة ورويت الأرض مباشرة بعد الزراعة. ونفّذت عمليات الخدمة الزراعية حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح وحصدت التجربة بتاريخ 2008/10/17.

وزّعت المعاملات على المكررات بصورة عشوائية بمعدل أربع مكررات لكل صنف من الأصناف المذكورة سابقاً, وبمعدل 24 نبات لكل مكرر معاملة. وقد حققت العدوى الطبيعية بتوفر حقول ذرة صفراء محيطة بحقل التجربة.

أخذت القراءات المرضية في بداية فترة النضج التام لحبوب الذرة, تم تقويم قابلية إصابة بادرات أصناف الذرة الصفراء المختبرة بالمرض اعتماداً على سلم التقييس المعمول به من قبل Astiz Gasso and Molina (1999), وكذلك معادلة مؤشر المرض (Tchymakova, 1974) المذكورة سابقاً (الفقرة 4-2-2)

تم تحديد درجة تفاعل صنف الذرة مع عدوى التفحم الشائع اعتماداً على نسبة الحبوب المصابة على العرنوس وفقاً لتدريج Pataky وآخرون (Pataky *et al.*,1995).

مقاوم Resistant (R): تتراوح نسب إصابة حبوب العرناس ما بين 0 و10%.

متوسط المقاومة Moderately Resistant (MR): تتراوح نسب إصابة حبوب العرناس ما بين 11 و20%.

متوسط Moderate (M): تتراوح نسب إصابة حبوب العرناس ما بين 21 و45%.

متوسط القابلية للإصابة Moderately Susceptible (MS): تتراوح نسب إصابة حبوب العرناس ما بين 46 و55%.

قابل للإصابة Susceptible (S): تزيد نسبة إصابة حبوب العرناس عن 55%.

5-2-2-2- في ظروف العدوى الاصطناعية:

نفذت التجربة في هيئة البحوث العلمية الزراعية في دوما في 2008/6/20.

حضرت خلطة الزراعة في الأصص من الرمل والسماد العضوي والتراب بنسبة 1:1:1, عرضت الخلطة لدرجة حرارة 121 س لمدة 30 دقيقة في الأوتوكلاف. تمت زراعة أصص قطرها 35 سم وعمقها 35 سم بوضع حبتين من كل صنف/ أصيص (كل أصيص يحوي صنف واحد فقط) ورويت بعدها التربة بالماء.

استخدمت طريقة الحقن في الأوراق المغلفة للعرناس لإحداث العدوى الإصطناعية وفقاً لطريقة Pope and Mc Carter (1992) الموصوفة لتقويم قابلية الأصناف المختبرة تجاه المرض في مرحلة تكون العرانيس وظهور المياسم في النباتات البالغة, واستخدمت سبوريدات العزلة الأكثر شراسة (عزلة11, الجدول20) المختبرة سابقاً, بمعدل 3 مل من المعلق البوغي بتركيز (10^5 –10^6 بوغ/مل) لكل عرنوس. بلغ عدد نباتات الذرة المعداة في مكرر كل صنف 9 نباتات, وعدد المكررات 3, وعدد الأصناف المختبرة 5. تم تغطية العرانيس بأكياس خاصة من ورق الزبدة قياس 7.5× 16 سم بعد إجراء العدوى الاصطناعية لحفظ الحرائر الجديدة من العدوى الطبيعية بسبب طول فترة ظهور الحرائر (المياسم).

تم تحديد درجة تفاعل صنف الذرة مع عدوى التفحم الشائع اعتماداً على نسبة الحبوب المصابة على العرنوس وفقاً لتدريج Pataky وآخرون (Pataky *et al.*,1995) المذكور سابقاً (الفقرة 5–2–2–1). نفذ اختبار البادرات في البيت الزجاجي والنباتات البالغة ضمن الأصص في مقر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في دوما عام 2008.

5–3– النتائج والمناقشة:

5–3–1– قابلية إصابة بادرات أصناف الذرة الصفراء والنباتات البالغة المحلية بالمرض تحت ظروف العدوى الطبيعية:

لم تظهر أعراض واضحة مميزة للإصابة بالفطر الممرض على بادرات الذرة الصفراء من الأصناف المختبرة على الرغم من توفر الظروف البيئية المناسبة لحدوث الإصابة (متوسط درجة الحرارة خلال فترة التجربة 28.8ْس والرطوبة النسبية للهواء 56.6%) وقد يعزى ذلك لانخفاض رطوبة التربة أو لعدم توفر كمية كافية من لقاح الفطر الممرض, حيث يعد الفطر *U.maydis* حساس لكل من تغيرات الحرارة والرطوبة وعند توفر الشروط المناسبة لحدوث الإصابة ترتبط نسبة حدوث الإصابة بدرجة الرطوبة في التربة (Chupp and Sherf, 1960). و تتوافق نتائج هذا البحث مع ما توصّل إليه Batiashvili (1976) حيث وجد أن بادرات الذرة بطور (2–3 و5–7 أوراق) لم تصب بالفطر *U.maydis* تحت ظروف العدوى الطبيعية, وكانت قابلة للإصابة بالمرض في طور 10–12 ورقة.

أصيبت جميع أصناف الذرة المختبرة تحت ظروف العدوى الطبيعية في طور النباتات الكاملة بالمرض بدرجات متباينة, وتراوح مؤشر المرض ما بين 2.7 و15.24%, وكان الصنف باسل1 أقلها إصابة, بينما كان باسل 2 وفيحاء سكرية أشدها إصابة (جدول 22).

سجلت أعلى نسب إصابة لحبوب الذرة (أكثر من 55% من الحبوب مصاب) في 14.29% من العرانيس المنتجة من الصنف باسل2, وأدناها 2.38% في العرانيس المنتجة من الصنفين باسل1 وفيحاء سكرية, بينما لم تسجل إصابات بالمرض في 96.82% من عرانيس كلا الصنفين الأخيرين (جدول 22).

جدول 22: قابلية بعض أصناف الذرة الصفراء في طور النباتات البالغة بمرض التفحم الشائع تحت ظروف العدوى الطبيعية في الحقل, 2008.

الصنف	مؤشر المرض	نسبة الحبوب المصابة (%) في عرانيس الذرة الصفراء المنتجة					
		0	10-0.1	20-11	45-21	55-46	>55
غوطة 82	7.46 b	90.48	1.59	0	1.5	0.79	5.56
غوطة 1	6.19 b	91.27	0	2.38	2.38	0.79	3.17
باسل 1	2.7 c	96.82	0	0.79	0	0	2.38
باسل 2	15.24 a	83.33	0.79	0.79	0.79	0	14.29
فيحاء سكرية	3.02 c	96.82	0	0	0	0.79	2.38
C.V(%)	%10.42						
LSD at 0.05	1.358						

وتؤثر عادة الظروف البيئية ومرحلة نمو النبات وطبيعة العضو المصاب في نسب حدوث الإصابة على النباتات البالغة تحت ظروف العدوى الطبيعية (Pataky, 1991). وتعزى مقاومة النباتات البالغة لأصناف الذرة وهجنها للعامل الممرض إلى عوامل شكلية أو فيزيولوجية تمكن النباتات من الهروب من عدوى العرانيس (Pataky, 1991; Pataky and Chandler, 2003; Snetselaar *et al*., 2001). فقد تبين أن المبايض تكون محمية من العدوى بالفطر *Ustilago maydis* بعد إخصابها حيث تتشكل طبقة فصل في قاعدة الحرائر (المياسم) (Snetselaar *et al.,* 2001), وتساعد سرعة تشكل طبقة الفصل بعد الإخصاب, وسرعة نمو أنبوب حبة غبار الطلع, وقصر فترة ظهور الحرائر (المياسم), وإنتاج غبار الطلع ومستوى توضع العرنوس وهي عوامل تشريحية – شكلية

قد تمكن نباتات الذرة من الهروب من العدوى الطبيعية بالفطر الممرض كما أسهم الجفاف والحرارة في زيادة شدة الإصابة بالتفحم عند توفر مادة اللقاح في الطبيعة (Snetselaar *et al.,* 2001). كما لوحظ وجود علاقة قوية بين إمكانية الإصابة وبين فتح أو إغلاق الأوراق القمية (الأوراق الملتفة) وفقاً لنتائج بعض الدراسات المرجعية (Pataky and Chandler, 2003). وكان متوسط نسب الإصابة بالتفحم الشائع أعلى في الهجن المبكرة النضج (Momchilova and Mitev, 1995; Pataky *et al.*, 1995). ولم تثبت نتائج الدراسات المرجعية وجود أصناف منيعة تحت ظروف العدوى الاصطناعية (Pataky, 1991), إضافة إلى الميزة الكمية للمورثات الرئيسة المسؤولة عن مقاومة التفحم الشائع (Kamper et al., 2006).

5-3-2- قابلية إصابة بادرات أصناف الذرة الصفراء والنباتات البالغة بالمرض تحت ظروف العدوى الاصطناعية:

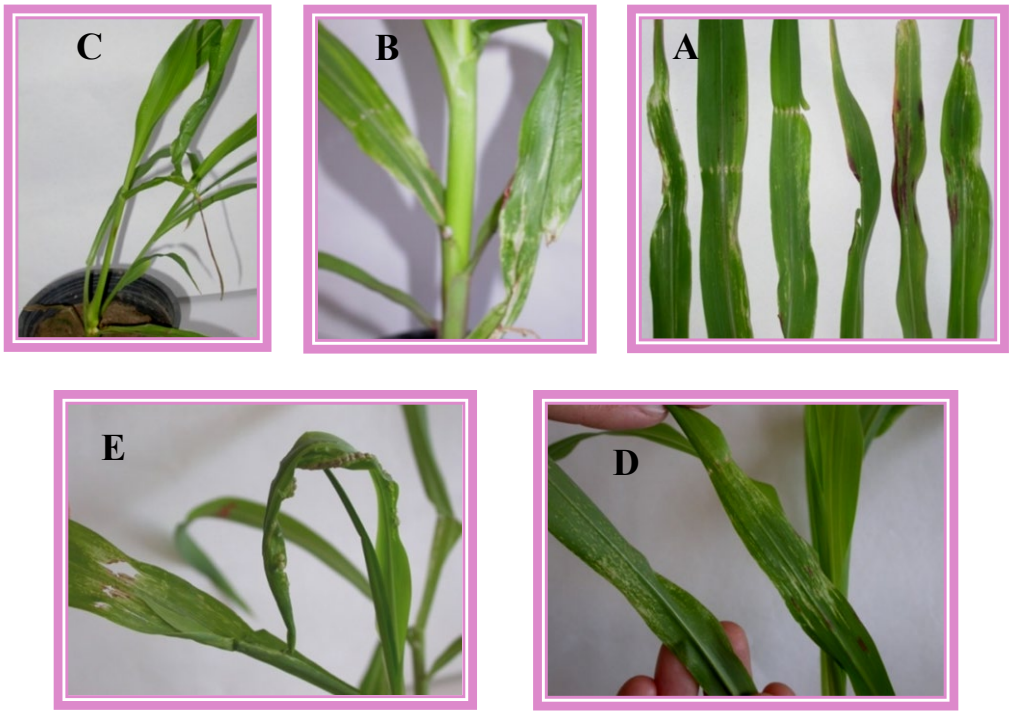
كان الصنف غوطة1 الأكثر قابلية للإصابة بالتفحم الشائع مقارنة ببقية أصناف الذرة المختبرة, فبلغ متوسط مؤشر المرض 94.77%, وسجلت أعلى نسب إصابة في حبوب نباتاته (أكثر من 55% من الحبوب كانت مصابة) في 74% من العرانيس المنتجة, بينما كان الصنف باسل1 أقلها قابلية للإصابة بالتفحم فلم تتجاوز قيمة مؤشر المرض 31%, ولم تسجل أي إصابة شديدة (أكثر من 55% من الحبوب مصاب) على العرانيس المنتجة من الصنفين باسل1 وفيحاء سكرية (شكل10). وكانت الفروق ظاهرية بين معظم أصناف الذرة المختبرة في طور البادرة (جدول 23) (شكل11). وتعد الأصناف المبكرة من الذرة أكثر قابلية للإصابة بالتفحم الشائع في طور النباتات الكاملة وفقاً لدراسات مرجعية عديدة. (Momchilova and Mitev, 1995; Pataky et al., 1995). وتعزى الإصابة المرتفعة عموماً لأصناف من الذرة المنتجة في البرنامج الوطني إلى ضعف عملية الانتخاب تجاه المرض قبل اعتمادها حيث تمت تحت ظروف العدوى الطبيعية الأمر الذي حال دون إظهار الطاقة الكامنة لمقاومة هذه الأصناف, كما أنّ تكرار زراعة أصناف الذرة من بذار محفوظ من محصول سابق, واعتماد هذه الأصناف في الزراعة لفترة طويلة ربما أدى إلى إضعاف صفة المقاومة تجاه المرض. ويعزى تباين قابلية إصابة أصناف الذرة الصفراء بالمرض تحت ظروف العدوى الاصطناعية والطبيعية إلى وجود عوامل شكلية ووظيفية-أيضية مكنت بعض الأصناف من الهروب من الإصابة بالتفحم وفقاً

لبعض الدراسات المرجعية (Pataky, 1991; Snetselaar *et al.,* 2001)**,** وتتحكم بها مورثات محددة (Lubberstedt *et al*., 1998).

لم تسجل فروقات في مؤشر المرض ما بين إصابة بادرات الأصناف المختبرة والنباتات البالغة باستثناء الصنف باسل1, حيث بلغ مؤشر المرض على البادرات 77.4%, بينما كانت قيمته 31% على النباتات البالغة.

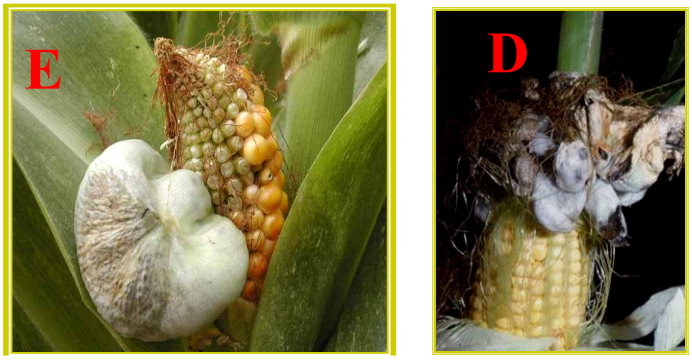
جدول 23: قابلية إصابة بادرات بعض أصناف الذرة الصفراء والنباتات البالغة بمرض التفحم الشائع تحت ظروف العدوى الإصطناعية, 2008.

الصنف	قيم مؤشر المرض على البادرات	قيم مؤشر المرض على النباتات البالغة	النسبة المئوية لإصابة عرانيس الذرة الصفراء بالمرض وفقاً لنسب الحبوب المصابة فيها				
			10-0.1	20-11	45-21	55-46	>55
غوطة 82	88.28 a	76.97 b	0	0	37.04	40.74	22.22
غوطة 1	79.76 ab	94.77 a	0	0	0	26	74
باسل 1	77.38 ab	31.03 d	48.15	48.15	3.7	0	0
باسل 2	73.81 b	76.23 b	0	0	37.04	44.44	18.52
فيحاء سكرية	78.57 ab	63.67 c	0	11.11	59.26	29.63	0
C.V(%)	8.28	3.25					
LSD at 0.05	12.4	4.197					



شكل 10:أعراض الإصابة بمرض التفحم الشائع على بادرات أصناف مختلفة من الذرة الصفراء تحت ظروف العدوى الإصطناعية.

A: الصنف باسل1. B: الصنف باسل2. C: الصنف فيحاء. D: الصنف غوطة1. E: الصنف غوطة82.



شكل 11:أعراض الإصابة على العرانيس لأصناف مختلفة من الذرة الصفراء .تحت ظروف العدوى الإصطناعية
A: الصنف غوطة1. B: الصنف غوطة82. C: الصنف باسل2. D: الصنف باسل1. E: الصنف فيحاء.

الفصل السادس

الاستنتاجات

1- أظهرت نتائج تقصي انتشار مرض التفحم الشائع على الذرة الصفراء خلال موسم 2004 تبايناً كبيراً في متوسط انتشاره بين المحافظات السورية، وسجلت أعلاها في محافظة الرقة (13.95%)، وأدناها (1.66%) في محافظة اللاذقية. وتراوح متوسط حدوث الإصابة ما بين 1.66% في اللاذقية و11.67% في ريف دمشق. وبلغت النسبة المئوية للعرانيس المصابة 1.26% في حماة و6.67% في محافظة حلب.

2- أظهر البحث وجود تباين كبير في نسب إصابة عرانيس الذرة بالمرض بين المحافظات السورية وحتى ضمن المحافظة الواحدة، وسجلت أعلى نسب إصابة لحبوب الذرة (أكثر من 55% من الحبوب مصاب) في عرانيس الذرة في محافظات حلب وإدلب ودير الزور وريف دمشق واللاذقية (60-70%)، وأدناها في طرطوس (10.53%)، بينما قلت نسبة الحبوب المصابة عن 10% في 47.4% من عرانيس الذرة المنتجة في محافظة طرطوس.

3- تباينت نسب الفقد في إنتاج نباتات الذرة الصفراء من الحبوب ما بين محافظة سورية وأخرى، وتراوحت ما بين 1.26 و6.67% في موسم 2004. وبلغ المتوسط العام للفقد المباشر في إنتاج الذرة الصفراء في سورية نتيجة للإصابة بهذا المرض حوالي 4.4%، وهذا يعادل 9672.92 طناً، علماً أن إنتاج المحافظات السابقة من حبوب الذرة الصفراء للعام نفسه قدر بحوالي 210166 طناً (إحصائيات وزارة الزراعة لعام 2004). يضاف إلى ذلك نسبة الفقد في نباتات الذرة الصفراء الناتج من

إصابة البادرات بالمرض في وقتٍ مبكرٍ والذي تراوح ما بين 7.41% (على الصنف فيحاء سكرية) و14.81% (على الصنف غوطة 82).

4- تعدُ التربة مصدراً مهماً للقاح الفطر الممرض لا سيما عندما تنقل أبواغه بواسطة الرياح والأمطار المتساقطة إلى المجموع الهوائي لنباتات الذرة الصفراء، فقد كانت إصابة البادرات كاملة عندما رش مجموعها الخضري بالمعلق البوغي للفطر الممرض. وتراوحت نسب البادرات المصابة بالمرض بما في ذلك البادرات الميتة قبل بزوغها من التربة ما بين 29.6 – 48.0% عند زارعة بذور الذرة الملوثة بأبواغ الفطر في التربة الملوثة بلقاح الفطر الممرض ، تلاها في الأهمية زراعة البذار السليم في التربة الملوثة. وقد أسهم استخدام البذار الملوث بلقاح الفطر الممرض في نقل المرض من موسم لآخر بنسب أقل من الطرائق الأخرى، وتراوحت نسب البادرات المصابة بالمرض بما فيها البادرات الميتة قبل البزوغ من سطح التربة ما بين 3.7 – 11.1%.

5- كانت طريقة حقن الساق بمعلق الفطر الممرض الأكفأ لتحقيق العدوى الاصطناعية بمرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء مقارنة بطريقتي التنقيط في فتحة الأوراق العلوية ورش كامل البادرات. وقد اعتمدت طريقة حقن الساق لاحقاً لإجراء العدوى الاصطناعية عند تقويم القدرة الإمراضية لبعض عزلات الفطر الممرض وفي تقدير قابلية إصابة بعض أصناف الذرة الصفراء.

6- أظهرت نتائج البحث وجود تباين في القدرة الإمراضية ما بين عزلات الفطر *U. maydis* سواء المعزولة من المحافظة الواحدة أو من المحافظات. وتفوقت معظم العزلات المعزولة من محافظة ريف دمشق في قدرتها الإمراضية على غيرها من عزلات المناطق الأخرى.

7- بيّنت نتائج هذا البحث تفوق الوسط الصلب أغار بطاطا دكستروز (PDA) في تأثيره التحفيزي لإنتاش الأبواغ التيلية على أوساط الزرع الأخرى المختبرة سواء بعد 8 أو 24 ساعة من التحضين، تلاه في الأهمية وسط أغار الذرة الصفراء الصلب، بينما كان الوسط الغذائي بطاطا سكروز مرق اللحم (وسط سائل) هو الأنسب لإكثار الأبواغ السبوريدية للفطر

8- كانت طريقة حفظ الأبواغ التيلية في البراد عند درجات حرارة (4–6 س) الأكفأ في المحافظة على حيويتها (82%) مدة ستة أشهر، بينما كانت حيوية الأبواغ التيلية ضعيفة جداً (3.4%) بعد حفظها في الحاضنة للمدة نفسها عند درجة حرارة (32 ± 4 س).

9- أكدت نتائج هذا البحث أهمية الدكستروز لإكثار الأبواغ السبوريدية للفطر *U. maydis* عند إضافته لوسط البطاطا السائل مقارنة بأنواع السكريات الأخرى، مثل: الغلوكوز والسكروز والمالتوز.

10- كانت كل أصناف الذرة الصفراء المحلية المختبرة (بادرات ونباتات بالغة) قابلة للإصابة بالتفحم الشائع تحت ظروف العدوى الاصطناعية باستثناء الصنف باسل 1 الذي أبدت نباتاته البالغة مقاومة أكبر تجاه المرض إذ كانت نسبة الإصابة31%، وهذا ما أكدته نتائج تقويم الصنف نفسه تحت ظروف العدوى الطبيعية في الحقل(الجدول23).

التوصيات والمقترحات

1- الاهتمام بعمليات خدمة محصول الذرة الصفراء وبخاصة إزالة الأجزاء المصابة وحرقها قبل تفجرها, ولا سيما في الحيازات الصغيرة التي كانت في معظم الأحيان بؤر للعدوى, ومنع إزالة الأوراق والنورات الذكرية أثناء موسم النمو، ، وهي مهمة أساسية للإرشاد الزراعي.

2- تطبيق الدورة الزراعية المناسبة يسهم لحد بعيد في القضاء على لقاح الفطر الممرض في التربة الذي يعدُ من أهم مصادر العدوى.

3- نوصي باستخدام البذار الموثق السليم صحياً والمعامل بالمبيدات الفطرية المناسبة على الرغم من الدور الضعيف للبذار الملوث في انتقال المرض.

4- يعدّ إنتاج واستخدام أصناف الذرة الصفراء أو هجنها المقاومة أو المتحملة للمرض أمراً جوهرياً في مكافحة المرض والحد من أضراره لا سيما في المناطق الموبوءة.

5- تعدُ طريقة حقن ساق الذرة الصفراء الأكفأ في إجراء العدوى الاصطناعية لتقويم القدرة الإمراضية لعزلات الفطر الممرض وفي تقدير قابلية الأصناف للإصابة بالمرض.

6- نوصي باستخدام وسط أغار بطاطا دكستروز (PDA) الصلب لتحفيز إنتاش الأبواغ التيلية للفطر الممرض، كما ننصح باستخدام الوسط الغذائي بطاطا دكستروز مرق اللحم (وسط سائل) لإكثار الأبواغ السبوريدية للفطر، مع ضرورة حفظ عزلات الفطر على هيئة أبواغ تيلية في البراد عند درجات حرارة (4-6°س).

7- تعدُ الاختلافات في القدرة الإمراضية ما بين عزلات الفطر الممرض عاملاً مشجعاً لمتابعة دراسة الاختلافات الوراثية فيما بينها بواسطة التقانات الحيوية، والبحث في شجرة القرابة ما بينها. ويعدّ تشكل الطور المعدي للفطر على هيئة هيفا ثنائية الأنوية (dikaryotic phase) والذي ينشأ من الأبواغ

السبوريدية المتوافقة والمختلفة وراثياً أمراً مهماً في حدوث هذا التنوع الوراثي الذي ينعكس بصورة مباشرة على القدرة الإمراضية للفطر.

8- ضرورة تزويد برنامج تربية الذرة الصفراء بالمادة الوراثية المقاومة للأمراض وبخاصة لمرض التفحم الشائع. وأن يتم تقويم أصناف الذرة المزروعة في سورية (المنتجة محلياً وعالمياً) بصورة دورية تجاه عزلات المسبب الممرض تحت ظروف العدوى الاصطناعية لانتخاب الأصناف أو الهجن الأكثر مقاومة للمرض، والمتوافقة مع الظروف البيئية السائدة في القطر، وتمتلك مواصفات إنتاجية عالية.

المراجع الأجنبية

1. Abou-Zeid, A. M. 1995. Effect of *Ustilago maydis* (DC) Corda and its toxin on some maize cultivars. Journal of Phytopathology. Vol. 143, No. 10: 577-580.
2. Agrios, G. N. 2005. The Smuts. In: Plant pathology. Elsevier Academic Press: 582-593.
3. Ahmad, S., A. Ttauddin and H. Khan. 1995a. Effect of various levels of fertility on incidence of common smut of maize in Hazaraand Malakand divisions of Pakistan. Pakistan Journal of Phytopathology. Vol. 7, No. 2: 169-173.
4. Ahmad, S., A. Ttauddin and H. Khan. 1995b. Influence of plant density on intensity of maize common smut at high elevations in the NWFP, Pakistan. Sarhad Journal of Agriculture. Vol. 11, No. 2: 195-200.
5. Astiz Gasso, M. M. and M. C. Molina. 1999. Zea seedling reaction to inoculation with *Uustilag maydis* (DC) corda. Maize Genetics Cooperation Newsletter. Vol. 73: 58-60.
6. Astiz Gasso, M. M. and M. C. Molina. 1998. Studies to determine the degree of resistance to *Ustilago maydis* (DC).Corda in wild and cultivated species of the genus Zea. Maize Genetics Cooperation Newsletter. Vol. 72: 50-52.
7. Astiz Gasso, M. M. and M. C. Molina. 1997. Preliminary studies to determine the degree of resistance to *Ustilago maydis* (DC). Corda in wild

and cultivated species of the genus *Zea*. Maize Genetics Cooperation Newsletter. No. 71: 54 p.

8. Aujla, S. S., A. S. Grewal and I. Sharma. 1983. Relative efficiency of Karnal Bunt inoculation techniques. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology.Vol. 13: 99-100.
9. Azbukina, Z. M., T. A. Barbaanova, V. P. Lukiantchikov and A. V. Zaitseva. 1980. Puzertchataa golovnia kukuruze“ *Ustilago zeae* (Bechm.) üng”. Vozbuditeli gribnekh boleznei zernovekh. 84-224. In.: Vozbuditele bolezniei selsko Khozaistvennekh rastenii Dalnevo-Vostoka, Azbukuna, Z. M., Nayka, Moscow: 370 pp.
10. Babaleye T. and A. Menkir. 2006. A global platform for agrobiodiversity research, Genflow, A publication about Agricultural Biodiversity, Biodiversity International. Rome, Italy. p: 54.
11. Bailey, A., J. Keon, J. Owen and J. Hargreaves. 1995. The ACCI gene, ncoding acetyl-CoA carboxylase, is essential for growth in *Ustilago maydis*. Molecular and General Genetics. Vol. 249, No. 2: 191-201.
12. Banuett, F. and I. Herskowitz. 1994a. Identification of *Fuz7*, a *Ustilago maydis* MEK/MAPKK homolog required for *a*-locus-dependent and independent steps in the fungal life cycle. Genes & Development. Vol. 8, No. 12: 1367-1378.
13. Banuett, F. and I. Herskowitz. 1994b. Morphological transitions in the life cycle of *Ustilago maydis* and their genetic control by the *a* and *b* loci. Experemental Mycology. Vol. 18, No. 3: 247-266.
14. Banuett, F. 1995. Genetics of *Ustilago maydis*, a fungal pathogen that induces tumors in maize. Annual Review of Genetics. Vol. 29: 179-208.
15. Batiashvili, E. V. 1975. On the viability of the pathogen of blister smut of maize, *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger. Trudy Nauchno-Issledovatel`skogo Instituta Zashchity Rastenii Gruz. SSR. Vol. 27: 93-95.

16. Billett, E. E. and J. H. Burnett. 1978. The host-parasite physiology of the maize smut fungus, *Ustilago maydis* 1. The effect of smut infection on maize growth. Physiological Plant pathology. Vol. 12, No. 1: 93-102.
17. Billett, E. E. and J. H. Burnett. 1978. The host-parasite physiology of the maize smut fungus, *Ustilago maydis* II. Traslcation of 14C-labelled assimilates in smutted maize plants. Physiological Plant pathology. Vol. 12, No. 1: 103-112.
18. Blumer, S. 1937. Untersuchungen über die Biologie von *Ustilago violacea* (Pers.) Fuck. 1. Mitteilung: Ernährungs- und Kulturbedingungen. Wirkungen des Saponins. Arch. Mikrobiol. 8: 458-478.
19. Brachmann, A., G. Weinzierl, J. Kämper and R. Kahmann. 2001. Identification of genes in the bW/bE regulatory cascade in *Ustilago maydis*. Molecular Microbiology. Vol. 42: 1047-1063.
20. Brefeld, O. 1883. Botanische Untersuchungen über Hefepilze. Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie V. Die Brandpilze 220 pp.
21. Bubniewicz. P. 1994. Maize smut and its effect on quality of fodder and animal feeding. Ochrona Roślin. Vol. 38, No. 11: 3-4.
22. Callow, J. A. , D. E. Long and E. D. Lithgow. 1980. Muliple molecular froms of invertase in maize smut infections. Physiological Plant Pathology. Vol. 16, No. 1: 93-107.
23. Camacho, R. G. and D. F., Caraballo. 1994. Evaluation of morphological characteristics in Venezuelan maize (*Zea mays* L.) genotypes under drought stress. Sci. Agric. Piracicaba. Brazil, v.51, no.3.
24. Caretta, G., G. Frate, G. Del, P. D. France, M. Guglielminetti, A. M. Mangiarotti and E. Savino. 1985. Maize mycoflora: soil and phylloplane fungi and air spora. Archivvio Botanico e Biogeografico Italiano. Vol. 61, No. (3/4): 143-168.

25. Cassollton, L. A. 2002. Mate recognition in fungi. Heredity. Vol. 88: 142-147.
26. Chona, B. L., R. L. Munjal and K. L. Adlakha. 1961. A method for Screening wheat plants for resistance to *Nevossia indica*. Indian Phytopathology. Vol. 14: 99–101.
27. Christensen, J. J. 1963. Corn smut caused by *Ustilago maydis*. American Phytopathological Society Monograph. Vol. 2: 41 pp.
28. Chupp, C. and A. F. Sherf. 1960. Vegetable Diseases and their control: 693 pp. The Rolnald Press Company. 226-230.
29. CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center). 2002. CIMMYT- Zimbabwe: 2000 Research
30. Cook, R. J. 1977. The importance of stalk rot and smut in British maize. Annals of Applied Biology. Vol. 87, No. 2: 266-270.
31. Corcuera, V. R., C. Marla and M. C. Sandoval. 1998. Early waxy and high quality protein maize inbrededs: study of fungal diseases. Maize Genetics Cooperation Newsletter. Vol. 72: 48-49.
32. Corcuera, V. R. and M. C. Sandoval. 1999. Phytosanitary behaviour of different maize inbreds to *Ustilago maydis* (DC) Corda and *Puccinia sorghi* (Schw.). Maize Genetics Cooperation Newsletter. 73: 62-63.
33. Diederichsen, A., L. R., Boguslavskij, M., Halan, W. K. Richards. 2007. Collecting plant genetic resources in the eastern Carpathian mountains within the territory of Ukraine in 2005, Plant Genetic Newsletter, Bioversity International and FAO. n 151, p:14-21.
34. Du Toit, L. J. and J. K. Pataky. 1999a. Effects of silk maturity and pollination on infection of maize ears by *Ustilago maydis*. Plant Disease Vol. 83, No. 7: 621-626.
35. Du Toit, L. J. and J. K. Pataky. 1999b. Variation associated with silk channel inoculation for common smut of sweet corn. Plant Disease. Vol. 83, No. 8: 727-732.

36. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2007. FAOSTAT.
37. Fischer, G. W. and C. S. Holton. 1957. Biology and control of the smut fungi. The Roland Press Company. 622 pp.
38. Foster S. and J. A. Duke 1990. A Field Guide to Medicinal Plants: Eastern and Central North America.Boston: Houghton Mifflin Co. 411 pp.
39. Frey, M., P. Chomet, E. Glawischnig, C. Stettner, S. Grun, A. Winklmair, W. Eisenreich, A. Bacher, R. B. Meeley, S. P. Briggs, K. Simcox and A. Gierl. 1997. Analysis of a chemical plant defences mechanism in grasses. Science (Washington) Vol. 277, No. 5326: 698-699.
40. Gaudet, D. A. , B. J. Puchalski and T. Entz .1989. Effect of environment on efficacy of seed-treatment fungicides for control of common bunt in spring and winter wheat. Pesticide Science. Vol. 26: 241-252
41. Giasson, L. and J. W. Kronstad. 1995. Mutations in the *mypl* gene of *Ustilago maydis* attenuate mycelial growth aand virulence.Genetics. Vol. 141, No. 2: 491- 501.
42. Goates, B. J. 1966. Common bunt and dwarf bunt, P. 12-25. [In:] Bunt and smut diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico, D.F: CIMMYT: 66.
43. Gold, S. E. and J. W. Kronstad. 1994. Disruption of two genes for chitin synthase in the phytopathogenic fungus *Ustilago maydis.* Molecular Microbiology. Vol. 11, No. 5: 897-902.
44. Gulomova, Kh and A. I. Massino. 1991. Effect of artificial infection regimes on yield in maize hybrids. In *1*S“ *ezd fiziologov rastenii Uzbekistana*, *Tashkent*, 16-18
45. Gynara, I. I. 1972. practicum po physiologii Rastenii lzd-vo, kolos Moscow: 118.

46. Hamm, P. B., G. H. Clough, M. Baune and L. du Toit. 1991. Cultivar selection and fungicide treatments for control of commun smut of sweet corn. Phytopathology, S35.
47. Hartmann, H. A., J. Kruger, F. Lottspeich and R. Kahmann. 1999. Environmental Signals Controlling Sexual Development of the Corn Smut Fungus *Ustilago maydis* through the transcriptional Regulator Prf1. The Plant Cell, Vol. 11, 1293–1305.
48. Hartmann, H. A., R. Kahmann and M. Bölker. 1996. The pheromone response factor coordinates filamentous growth and pathogenicity in *Ustilago* maydis.The European Molecular Biology Organization Journal. Vol. 15 (7): 1632-1641.
49. Haskins, R. H. 1950. Biochemistry of the Ustilaginales. I. Preliminary cultural studies of *Ustilago zeae*. Can. Jour. Res. C. 28: 213-223.
50. Holliday R. 1974. The genetics of *Ustilago maydis*. Genetics Research 2: 204-230.
51. Howlett, B. J., A. Idnurm and J. Heitman. 2007. Fungal pathogenesis: gene clusters unveiled as secrets within the *Ustilago maydis* code. Current Biology. Feb 6, Vol. 17, No. 3: R87-90.
52. Iqbal, M. R. and I. Q. H.Chauhan 2003. Relationship between different growth and yield parameters in maize under varying levels of phosphorus. Journal of Biological Science 3(10):921-925.
53. Jacobs, C. W., S. J. Mattichak and J. F. Knowles. 1994. Budding patterns during the cell cycle of the maize pathogen *Ustilago maydis*. Canadian journal of Botany. Vol. 72, No. 11: 1675-1680.
54. Jones, D. R. 1986. A chemical treatment for maize seed control the germination of teliospores of *Ustilago maydis*. Australian Journal of Agriculture 26 (2) 187-191.

55. Kahmann, R. and J. Kämper. 2004. Tansley review: *Ustilago maydis* : how its biology relates to pathologenic development. New Phytologist. Vol. 164: 31-42.
56. Kämper, J., R. Kahmann, M. Bölker, L. J. Ma, T. Brefort, B. J. Saville, F. Banuett, J. W. Kronstad, S. E. Gold, O. Müller, M. H. Perlin, H. A. Wösten, R. deVries, J. Ruiz-Herrera, C. G. Reynaga-Peña, K. Snetselaar, M. McCann, J. Pérez-Martín, M. Feldbrügge, C. W. Basse, G. Steinberg, J. I. Ibeas, W. Holloman, P. Guzman, M. Farman, J. E. Stajich, R. Sentandreu, J. M. González-Prieto, J. C. Kennell, L. Molina, J. Schirawski, A. Mendoza-Mendoza, D. Greilinger, K. Münch, N. Rössel, M. Scherer, M. Vranes, O. Ladendorf, V. Vincon, U. Fuchs, B. Sandrock, S. Meng, E. C. Ho, M. J. Cahill, K. J. Boyce, J. Klose, S. J. Klosterman, H. J. Deelstra, L. Ortiz-Castellanos, W. Li, P. Sanchez-Alonso, P. H. Schreier, I. Häuser-Hahn, M. Vaupel, E. Koopmann, G. Friedrich, H. Voss, T. Schlüter, J. Margolis, D. Platt, C. Swimmer, A. Gnirke, F. Chen, V. Vysotskaia, G. Mannhaupt, U. Güldener, M. Münsterkötter, D. Haase, M. Oesterheld, H. W. Mewes, E. W. Mauceli, D. De Caprio, C. M. Wade, J. Butler, S. Young, D. B. Jaffe, S. Calvo, C. Nusbaum, J. Galagan and B. W. Birren. 2006. Insights from the genome of the biotrophic fungal pathogen *Ustilago maydis*. Nature Nov. 2, 444 (7115): 97-101.
57. Kämper, J., M. Reichmann, T. Romris, M. Bölker and R. Kahmann. 1995. Multiallelic recognition: nonself-dependent dimerization of the bE and bW homeodomain proteins in *Ustilago maydis*. Cell (Cambridgeeee). Vol. 81, No. 1: 73-83.
58. Keon, J. P. R., S. Jewitt and J. A. Hargreaves. 1995. A gene encoding Y-adaptin is required for apical extension growth in *Ustilago maydis*. Gene. Vol. 162, No. 1: 141-145.

59. KernKamp, M. F. 1939. Genetic and environmental factors affecting growth types of *Ustilago zeae*. Phytopathology. Vol. 29: 473-484.
60. Kim ChoongHoe and Lee HyunJoo. 1996. Smut induction on corn seedlings by inoculation of spodidia and teliospores of *Ustilago maydis* in greenhouse conditions. Korean Journal of Plant Pathology. Vol. 12, No. 3: 291-296.
61. Kim ChoongHoe and Park KyungSeok. 1996. Some environmental factors affecting sporidia germination of *Ustilago maydis*. Korean Journal of Plant Pathology. Vol. 12, No. 2: 147-149.
62. Kinal, H., C. M. Park, J. O. Berry, Y. Koltin and J. A. Bruenn. 1995. Processing and secretion of a virally encoded antifungal toxin in transgenic tobacco plants: evidence for a Kex2p pathway in plants. Plant Cell. Vol. 7, No. 6: 677-688.
63. Kiraly, Z., Z. Klement, F. Solymosy and J. Voros. 1974. Methods in plant pathology, Kolos, Moscow: 269-282.
64. Klose, J., M. M. de Sá and J. W. Kronstad. 2004. Lipid-induced filamentous growth in *Ustilago maydis*. Molecular microbiology. May. Vol. 52, No. 3: 823-35.
65. Klose, J. and J. W. Kronstad. 2006. The multifunctional beta-oxidation enzyme is required for full symptom development by the biotrophic maize pathogen *Ustilago maydis*. Eukaryotic Cell. 2006 Dec. Vol. 5, No. 12: 2047-2061. Epub 2006 Sep 22.
66. Kniep, H. 1921. über morphologische und physiologische Geschlechtsdifferenzierung. Verhandl. Physik. Med.Gesellschaft zu Würzburg, N.F.46: 1-18.
67. Kommedahl, T. and C. E. Windels. 1977. Fusarium stalk rot and common smut in corn fields of southern Minnesota in 1976. Plant Disease Reporter. Vol. 61, No. 4: 259-261.

68. Kostandi, S. F. and M. F. Soliman. 1991. Effect of nitrogen rates at different growth stages on corn yield and common smut disease (*Ustilago maydis* (D.C.) corda). Journal of Agronomy and Crop Science. Vol. 167, No. 1: 53-60.
69. Lacaz Cda, S., E. M. Heins-Vaccari, N. T. DeMelo and G. L. Hernandez-Arriagada. 1996. Basidiomycosis: a review of the literature. Revista do Instuto de Medicina Tropical de Sao Paulo. Sep-Oct. Vol. 38, No. 5: 379-90.
70. Laity, C., L. Giasson, R. Campbell and J. Kronstad. 1995. Heterozygosity at the *b* mating- type locus attenuates fusion in *Ustilago maydis*. Current Genetics. Vol. 27, No. 5: 451-459.
71. Lawick, V. and H. Van. 1995. Maize cob galls and their variability. Cecidology. Vol. 10, No. 2: 82-83.
72. Lisowicz, F. 1995a. Occurrence of and damage by maize diseases in southern Poland in 1976-1992. Zeitschrift für pflanzenkr ankheiten und pflanzenschutz. Vol. 102, No. 3: 307-311.
73. Lisowicz, F. 1995b. The most important maize disease in Malopolwska. Ochrona Roslin. Vol. 39, No. 2: 10-11.
74. Lubberstedt, T., D. Klein, A. E. Melchinger. 1998. Comparative QTL mapping of resistance to *Ustilago maydis* across four populations of European flint-maize. Theoretical and Applied Genetics.Vol. 97, No. 8: 1321-1330.
75. Madariaga, A. 1919. Plagas y enfermedades del Maiz. La Revista Agrícola 4: 449-455.
76. Maksimova, N. I. and L. V. Kuznetsov. 1981. Penetration and localization of haploid strains of *Ustilago zeae* (Beckm.) Ung. In plant tissues and their effects on the growth and development of maize. Mikologiya I Fitopatologiya. Vol. 15, No. 4: 305-309.

77. Martinez-Espinoza, A. D., C. Leon, G. Elizarraraz and J. Ruiz- Herrera. 1997. Monomorphic non pathoginic mutants of *Ustilago maydis*. Phytopathology. Vol. 87, No. 3: 259-265.
78. Martínez, V. M., J. Osuna, O. Paredes-lópez and F. Guevara. 1997. Production of indole-3-acetic acid by several wild-type strains of *Ustilago maydis*. World Journal of Microbiology & Biotecnology. Vol. 13, No. 3: 295-298.
79. McGee D. C., 1988. Maize diseases. A reference source for seed technologists. St. Paul, Minnesota, USA: APS Press. 150 p.
80. Menzi, M., U. Herter, J. F. Collaud , P. Bassetti and R. Jaquiery. 1995. National catalogue of maize cultivars 1995. Agrarforschung. Vol. 2, No. 3: 1-6.
81. Mehrian, F. 1984. Occurrence of maize common smut in Iran. Iranian Journal of Plant Pathology. Vol. 20, No. 1/4: 11-12.
82. Middendrof, M. 1953. Untersuchungen über methoden zur infektion mit maisbrand (*Ustilago zeae*(Beckm.) Unger) and Abhängigkeit von Alter, temperature und sorte, Züchter. Vol. 28: 80-94.
83. Mills, D. and A. C. L. Churchill. 1988. *Tilletia* spp., bunt fungi of the Gramineae. In pages 401-414, G. S. Sidhue, Ed., Advances in Plant Pathology. Vol. 6, Academic Press, London.
84. Mills, L. J. and J. M. Kotze. 1981. Scanning electron microscopy of the germination, growth and infection of *Ustilago maydis* on maize. Phytopathologische Zeitschrift. Vol. 102, No. 1: 21-27.
85. Momchilova, P. and S. Mitev. 1995. Phytopathological characteristics of maize hybrids bred at the Obraztsov Chiflik Institute of Agriculture and Seed Science, Ruse. Rasteniev “dni Nauki. Vol. 32, No. (9/10): 156-158.
86. Munsterkötter, M. and G. Steinberg. 2007. The fungus *ustilago maydis* and human share diseae-related proteins that are not found in

Saccharomyses cerevisiae. Bio Med Central Genomics. Dec 20. Vol. 8:473.

87. Park ChungMO, J. O. Berry and J. A. Bruenn. 1996. High-level secretion of a virally encoded anti-fungal toxin in transgenic tobacco plants. Plant Molecular Biology. Vol. 30, No. 2: 359-366.
88. Park KyungSeok and Kim ChoongHoe. 1996. Effects of nutrient source, temperature, pH, and light on sporidial production of *Ustilago maydis* and its viability for long-term storage. Korean journal of pathology. Vol. 12, No. 2: 142-146.
89. Pataky, J. K., C. Nankam and M. R. Kerns. 1995. Evaluation of a silk inoculation technique to differentiate reactions of sweet corn hybrids to common smut. Phytopathology. Vol. 85, No. 10: 1323-1328.
90. Pataky, J. K. and M. A. Chandler. 2003. Production of huitlacoche, Ustilago maydis: timing inoculation and controlling pollination. Mycologia, 95(6): 1261-1270.
91. Pataky, J. K. 1991. Production of cuitlacoche [*Ustilago maydis* (DC) Corda] on sweet corn . HortScience. Vol. 26: 1374-1377.
92. Pfister, J. A. and F. Grossmann. 1979. Side effects of herbicides on common smut of maize (*Ustilago maydis* (DC) corda). Phytopathologia Mediterranea. Vol. 18: 102-104.
93. Polyakov, I. M. and L. I. Belaonova. 1979. The effectiveness of different methods of application of systemic fungicides in the control of blister smut of maize (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger).problemy obshchei I chastnoi fitotoksikolgii., 92-95.
94. Pope, D. D. and S. M. McCarter. 1992. Evaluation of inoculation methods for inducing common smut on corn ears. Phytopathology. Vol. 82, No. 9: 950-955.

95. Prabhu, L. P. and P. Shivaji. 2000. World Maize Facts and Trends, Meeting World Maize Needs, Technological Opportunities and Priorities for the Public Sector, CIMMYT, Part1: 1-4.
96. Preece, T. F. 1993. Maiz cob galls caused by the smet fungus *Ustilago zeae*. Cecidology. Vol. 8, No. 2: 88-90.
97. Radulescu, E., E. Persica and J. Popescu. 1961. Contributions to the biology of the fungus *Sorosporium holci- sorghi* (Riv.) Moesz. F. *zeae* (Pass.)- Savul.- Rev. Biol. Vol. 6: 43-54.
98. Ragab, M. M. M. 1994. Antagonism between epiphytic microorganisms and *Ustilago maydis* causing common smut of maize. Egyptian Journal of Phytopathology. Vol. 22, No. 1: 17-37.
99. Ruiz-Herrera, J., C. León-Ramírez, J. L. Cabrera-Ponce, A. D. Martínez-Espinoza and L.Herrera-Estrella. 1999. Completion of the sexual cycle and demonstration of genetic recombination in *Ustilago maydis* in-vitro. Molecular and general genetics. Oct. Vol. 262, No. 3: 468-472.
100. Ruiz-Herrera, J., C. G. Leon , A. Carabez-Trejo and E. Reyes-Salinas. 1996. Structure and chemical composition of the cell walls from the haploid yeast and mycelial forms of *Ustilago maydis*. Fungal Genetics and Biology. Vol. 20, No. 2: 133-142.
101. Ruiz-Herrera, J., C. G. Leon, L. Guevara-Olvera and A. Carabez-Trejo. 1995. Yeast-mycelial dimorphism of haploid and diploid strains of *Ustilago maydis*. Microbiology. Vol. 141,No. 3: 695-703.
102. Ruiz-Herrera, J.,and Martinez-Espinoza, A.D. 1998. The fungs *Ustilago maydis* from the Aztec cuisine to the research laboratory. Int. Microbiol. 1: 149-158.
103. Sandoval, M and Corcuera, VR. 1998. *Zea mays* inbreds resistant to different populations of *Ustilago maydis* (DC) Corda. Maize Genetics Cooperation Newsletter. Vol. 72: 49-50.

104. Sartoris, G. B. 1924. Studies in the life-history and physiology of certain smuts.Amer. Jour. Bot. 11: 617-647.
105. Schaffnit, E. 1926. Zur Physiologie von *Ustilago hordei*, Kell. Und Sw. Ber. Deutschen Bot. Ges. 44:151-156.
106. 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 and General Genetics. Vol. 254, No. 5: 514-519.
107. Schopfer, W. H. 1937. über die Einwirkung von Aneurin auf das Wachstum vom *Ustilago violacea*. Ber. Deutschen Bot. Ges. 55: 572-576.
108. Schopfer, W. H., and S. Blumer. 1938a. Les facteurs de croissance des espèces du genre Ustilago. Compt.Rend.Acad.Sei.Paris 206: 1141-1143.
109. Schopfer, W. H., and S. Blumer, 1938b. Untersuechungen über die Biologie von *Ustilago violacea* (pers.) Fuckel II.Mittelilung :Wirkung des Aneurins und anderer Wuchsstoffe vitaminischer Natur.Arch.Mikrobiol .9: 305-367.
110. Shabeer, A., A. Ttauddin and Hakim khan. 1995. Evaluation of maize germplasm under artificial epiphtotics for resistance to maize common smut in the NWEP, Pakistan. Sarhad journal of Agriculture. Vol. 11, No. 2: 201-203.
111. Shurtleff, M. C. 1980. Compendium of corn diseases, 2nd edition. APS PRESS, pp.105.
112. Singh, R. A. and A. Krishna. 1982. Susceptible stage for inoculation and effect of Karnal bunt on viability of wheat seed. Indian Pythopathology. Vol. 35: 54-56.
113. 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. Canadian Journal of Botany. Vol. 79, No. 12: 1390-1399.

114. Snetselaar, K. M. and C. W. Mims.1992. Sporidial fusion and infection of maize seedlings by the smut fungus *Ustilago maydis*. Mycologist. Vol. 84, No. 2: 193-203.
115. Snetselaar, K. M. 1993. Microscopic observation of *Ustilago maydis* mating interactions. Experimental Mycology. Vol. 17, No. 4: 345-355.
116. Snetselaar, K. M. and C. W. Mims. 1993. Infection of maize stigmas by *Ustilago maydis*: Light and electron microscopy. Phytopathology. Vol. 83, No. 8: 843-850.
117. Spellig, T., E. Regenfelder, M. Reichmann, F. Schauwecker, R. Bohlmann, M. Urban, M. Bölker, J. Kamper and R. Kahmann. 1994. Control of mating and development in *Ustilago maydis*. Antonie van Leuwenhoek. Vol. 65, No. 3: 191-197.
118. Srivastava, L. S., D. k. Gupta and J. jainath. 1991. Occurrence of maize smuts in Sikkim. Plant Disease Research. Vol. 6, No. 2: 110-113.
119. Steinberg, G. and J. Perez-Martin. 2008. *Ustilago maydis*, a new fungal model system for cell biology.Trends Cell Biology. Feb. Vol. 18, No. 2: 61-67.
120. Szabó, Z., M. Tönnis, H. Kessler and M. Feldbrügge. 2002. Structure-function analysis of lipopeptide pheromones from the plant pathogen *Ustilago maydis*. Molecular Genetics and Genomics Nov. Vol. 268, No. 3: 362-370.
121. Tchymakov, A. E. 1974. Osnovnee methods of phytopathological researchs, Kolos, Moscow: 6-8.
122. Tchymakov, A. E., I. I. Minkeviteh, U. I. Vlasov and E. A. Gavrilova. 1974. Osnovnee methods phytopathologitcheskikh issledovanii, ytchut Boleznei zernovekh, krupianekh Kyltyr, 1zd-vo “Kolos”: 6-12.

123. Thakur, R. P., K. J. Leonard and J. K. Pataky. 1989. Smut gall development in adult corn plants inoculated with *Ustilago maydis*. Plant Disease Vol. 73, No. 11: 921-925.

124. Trione, E. J. 1964. Isolation and in vitro culture of the wheat bunt fungi *Tilletia caries* and *T. controversa*. Pythopathology. Vol. 54: 592-596.

125. Tseng, C. M. 1988. Studies on corn smut control in Taiwan. Research Bulletin-Taiwan District Agricultural Improvement Station. No. 22: 13-23.

126. Tuite, J. 1960. Plant pathological methods Fungi and Bacteria. Burgess. 239 pp.

127. Ullstrup, A. J.and M. P. Britton. 1968. An unusual Epiphytotic of common corn smut in Indiana and Illinois. Plant Disease reporter. Vol. 52, No. 12: 922-923.

128. Urban, M., R. Kahmann and M. Bölker. 1996. Identification of the pheromone response element in *Ustilago maydis*. Molecular and General Genetics. Vol. 251, No. 1: 31-37.

129. Urban, M., R. Kahmann and M. Bölker. 1996. The biallelic *a* mating type locus of *Ustilago maydis*: remnants of an additional pheremone gene indicate evolution from a multiallelic ancestor. Molecular and General Genitic. Vol. 250, No. 4: 414-420.

130. Valverde, M. E., P. F. Moghaddam, M. S. Zavala-Gallarado, J. K. Pataky, O. Paredes-Lopez and W. L. Pedersen. 1993. Yield and quality of huitlacoche on sweet corn inoculated with *Ustilago maydis*. HortScience. Vol. 28: 782-785.

131. Valverde, M. E., O. Paredes-Lopez, J. K. Pataky and F. Guevara-Lara. 1995. Huitlacoche (*Ustilago maydis*) as a food source- biology, composition, and production. CRC Critical Reviews in Food Science & Nutrition. Vol. 35, No. 3: 191-229.

132. Valverde, M. E., G. J. Vandemark, O. Martinez, O. Paredes-Lopez. 2000. Genetic diversity of *Ustilago maydis* strains. World Journal of Microbiology & Biotechnology. Vol. 16, No. 1: 49-55.
133. Villanueva, C. 1997. "Huitalacoche" (*Ustilago maydis*) as a food in Mexico. Mycologia Neotropical Aplicda. 10: 73-81.
134. Walter, J. M. 1935. Factors affecting the development of corn smut, *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger. Minnesota Agriculture Experiment Station Technical Bulletin. 111: 1-67.
135. Wanger K. 2006. A global platform for agrobiodiversity research, Genflow, A publication about Agricultural Biodiversity, Biodiversity International. Rome, Italy. P:13.
136. Wolf, F. T. 1952. The production of indole acetic acid by *Ustilago zeae*, and its possible significance in tumor formation. Proceeding of the National Academy of Sciences. Vol. 38: 106-111.
137. Wolf , F. T. 1953. The utilization of carbon and nitrogen compounds by *Ustilago zeae*. Mycologia. Vol. 45: 516-522.
138. Wösten, H. A. B., R. Bohlmann, C. Eckerskorn, F. Lottspeich, M. Bölker and R. Kahmann. 1996. A novel class of small amphipathic peptides affect aerial hyphal growth and surface hydrophobicity in *Ustilago maydis*. The European Molecular Biology Organization Journal. Vol. 15, No. 16: 4274-4281.
139. Yang, H., Q. Li, J. Fan, W. Holloman and N. Pavletich. 2005. The BRCA2 homologue Brh2 nucleates RAD51 filament formation at a dsDNA-ssDNA junction. Nature. Vol. 433: 653-657.
140. Zambino, P., J. V. Groth, L. Lukens, J. R. Garton and G. May. 1997. Variation at the *b* mating type locus of *Ustilago maydis*. Phytopathology. Vol. 87, No. 12: 1233-1239.

141. Zhou, Z. H. 1994. New highly resistant maize variety Luyu 12. Crop Gentic Resources. No. 4: 51-52.

142. Zhu, X., L. M. Reid, D. Presello and T. Woldemariam. 2000. Survey of corn pests in Ontario and Québec. Canadian Plant Disease Survey. Vol. 80: 48-50.

143. Zhu, X., L. M. Reid, D. Presello and T. Woldemariam. 2001. Survey of corn pests in Ontario and Québec in 2000. Canadian Plant Disease Survey. Vol. 81: 75-78.

144. Zhu, X., L. M. Reid, T. Woldemariam, A. Tenuta and P. Lachance. 2002. Survey of corn pests in Ontario and Québec in 2001. Canadian Plant Disease Survey. Vol. 82: 71-74.

145. Zhu, X., L. M. Reid, T. Woldemariam, A. Tenuta, S. Jay and P. Lachance. 2003. Survey of corn Diseases and pests in Ontario and Québec in 2002. Canadian Plant Disease Survey. Vol. 83: 81-84.

146. Zhu, X., L. M. Reid, T. Woldemariam, A. Tenuta and P. Lachance. 2004. Survey of corn diseases and pests in Ontario and Québec in 2003. Canadian Plant Disease Survey. Vol. 84: 61-64.

147. Zhu, X., L. M. Reid, T. Woldemariam, A. Tenuta, P. Lachance and S. Pouleur. 2005. Survey of corn Diseases and pests in Ontario and Québec in 2004. Canadian Plant Disease Survey. Vol. 85: 31-34.

148. Zhu, X., L. M. Reid, T. Woldemariam, A. Tenuta, P. Lachance and S. Pouleur. 2006. Survey of corn pests in Ontario and Québec in 2005. Canadian Plant Disease Survey. Vol. 86: 43-53.

149. Zimmerman, S. A. and J. K. Pataky. 1992. Inoculation techniques to produce galls of common smut on ears of sweet corn. (Abstr.) Phytopathology.Vol. 82: 995

150. Zimmerman, J., W. Rötschke and B. Märtin. 1990. Observation on the occurrence of maize smut (*Ustilago maydis*). Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR.Vol. 44, No. 1: 20.

المراجع العربية

العظمة فواز, جودة فضول. 1986. علم أمراض النبات, المطبعة الجديدة دمشق. (320-323).

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام 2007. صفحة 14 جدول 38 منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام 2004. صفحة 14 جدول 38 منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.

خوري فريد, مصطفى بللار, ليلى الروح, ناهد رياض. 1974. حصر الأمراض النباتية.

منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي, الإرشاد الزراعي. 29 صفحة.

منصور, تيسير. 1989. استنباط أصناف تجريبية من الذرة السكرية. رسالة دكتوراه. دائرة أبحاث الذرة الصفراء, الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. 250 صفحة.

منصور تيسير، عرفة محمد زاهر. 1998. دليل زراعة محصول الذرة الصفراء، رقم النشرة 428.

المحافظة	عدد	المساحة	انتشار	النسب المئوية لإصابة (%)

الملحق

جدول 1: انتشار مرض التفحم الشائع على نباتات الذرة الصفراء في المحافظات السورية الممسوحة, 2004.

			النباتات	السوق	الأوراق	النورة المذكرة	العرنوس
الرقة	23	45.46	13.95	3.03	0	0	0.21	2.84
درعا	10	5.47	13.78	11.3	0.75	0	4.6	5.95
ريف دمشق	24	21.32	12.26	11.67	2.88	0.75	2.29	6.38
حمص	10	48.56	12.18	10.2	1.4	0.4	3	5.4
حماه	43	10.38	10.97	2.8	0.45	0.09	0.7	1.26
القنيطرة	10	24.75	9.31	10	1.8	0.8	2.4	6.2
طرطوس	15	3078	8	8.41	2.47	1.1	1.52	3.32
دير الزور	12	50.1	5.2	5.47	0.6	0.13	0	5.94
حلب	6	20.72	3.3	8.67	2.33	0	1	6.67
إدلب	6	12.19	1.97	2.71	0	0	0	3.38
اللاذقية	28	0.315	1.66	1.66	0.15	0	0.05	1.46

جدول 2: تأثير مصادر العدوى في إصابة بادرات الذرة الصفراء بمرض التفحم الشائع, 2009.

الصنف	المعاملات	متوسط عدد النباتات النامية	متوسط عدد البادرات الميتة	النسبة المئوية للفقد في البادرات (%)	متوسط عدد البادرات المصابة	النسبة المئوية للبادرات المصابة(%)	مؤشر المرض (%)

47.22 f	100 f	9 f	0 a	0 a	9 c	رش البادرات بالمعلق البوغي	غوطة 82
13.89 cd	18.5 cd	1.67 cd	11.11 bc	1 bc	8 ab	التربة معداة	
4.63 ab	7.4 ab	0.67 ab	3.7 ab	0.3ab	8.67 bc	البذار معدى	
19.45 d	33.3 e	3e	14.81 c	1.3 bc	7.67 a	البذار والتربة معداة	
0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	9 c	الشاهد سليم دون عدوى	
39.81 e	100 f	9 f	0 a	0 a	9 c	رش البادرات بالمعلق البوغي	فيحاء سكرية
5.56 ab	11.1 bc	1 bc	3.7 ab	0.33 ab	8.67 bc	التربة معداة	
0.93 a	3.7 ab	0.3 ab	0 a	0 a	9 c	البذار معدى	
11.11 bc	22.2 d	2 d	7.41 abc	0.67 abc	8.33 abc	البذار والتربة معداة	
0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	9 c	الشاهد سليم دون عدوى	
28.9	21.5	21.5	107.6	107.6	4.6	C.V(%)	
7.061	10.94	0.985	7.517	0.676	0.677	LSD at 0.05	

Abstract

Results of field survey to assess the prevalence of common smut on maize conducted during 2004 growing season showed that disease spread average incidence (DSA) was variable according to Syrian governorates (11 governorates). The highest DSA was found in AL-Reqqa gov. (13.95%), and the lowest DSA was recorded in Latakia gov. (1.7%). The mean percentages of infected plants ranged between 1.7 (Latakia gov.) and 11.6% (Damascus

countryside gov.), whereas the percentages of infected ears were 1.3 in Hama gov. and 6.7% in Aleppo gov. Infection levels of ears were variable according to governorates and within the same governorate, the highest infection percentages (more than 55% of grain in ear were infected) were found in ears collected from Aleppo, Edlib, Die razor, Damascus countryside and Latakia govs. (60-70%), and the lowest infection percentage was recorded in Tartous gov. (10.5%). The percentages of direct yield loss of maize plants in Syria ranged between 1.3% and 6.7%, while the main percentage of yield loss was 4.4%. A signifiacant correlation was found between DSA in surveyed governorates of percentages of infected plants and ears. Germination of teliospores of *U. maydis* was better in solid media than in liquid media. In comparison with other media, the PDA medium was superior in its promotional effect on teliospore germination after 8 or 24 hours of incubation. No teliospores germination was observed on soil media, whereas potato sucrose peptone (PSP) liquid medium was the best for propagation of fungus sporidia. In comparison with glucose, sucrose and maltose, the dextrose was the most suitable sugar for propagation of *U. maydis* sporidia, when added to liquid potato medium and the differences were significant. 4- 6 ºC were more effective to save teliospore viability where 82% of teliospores were viable after 6 months of storage, meanwhile the viability was very low (3.4%) when teliospores were stored at 32 ±4ºC. Treatment of stem Injection with fungal sporidia suspension was significantly superior in comparison with other treatments in disease occurrence on corn seedling and disease index (DI) was 87% followed by dropping in upper whorl leaves treatment (50%), where (DI) in spraying treatment of whole plant was 43%. The pathogenicity levels of *U. maydis* isolates (20 isolates) collected from different cultivars and geographic areas against maize seedlings (Guta 82 cv.) were variable in some cases, the highest pathogenicity level was recorded in fungal isolates collected from Damascus countryside gov., meanwhile the lowest pathogenicity was found in isolates collected from Al-Reqqa and Edlib govs. Five corn cultivars were evaluated against *U. maydis* under natural and artificial infection conditions. All adult plants of tested cultivars were infected under natural inoculation conditions with different levels, The DI ranged from 2.7 to 15.2%. The Guta 1 cv. was the most susceptible to disease under artificial infection conditions, where Basel 1cv. was less susceptible when plants were in adult plant stage. DI differences were not significant in most of tested cultivars in seedling stage. No signifiacant correlation was found between DSA of corn plants in surveyed governorates and daily air temperature average and relative humidity of air during 2004 growing season. Contribution of different factors is essential for the epidemic status of the disease to take place, such as: presence of pathogenic fungus inoculum in soil, cultivation of susceptible corn cultivars, beside the presence of suitable environmental conditions: temperature, humidity, rainfall, in addition to the application of some

agricultural practices like removing of lower leaves, sprinkler irrigation, increase of planting density and leaving of crop residues.