الفصل الثالث

أمراض التفحم Smut diseases

أطلق اسم التفحم على هذه المجموعة من الأمراض نظراً لأن الفطريات المسببة لها تكوّن في الأجزاء النباتية المصابة كتلاً من الأبواغ التيلية Teliospores بنيّة داكنة أو سوداء اللون تشبه هباب الفحم.

خصائص فطريات التفحم

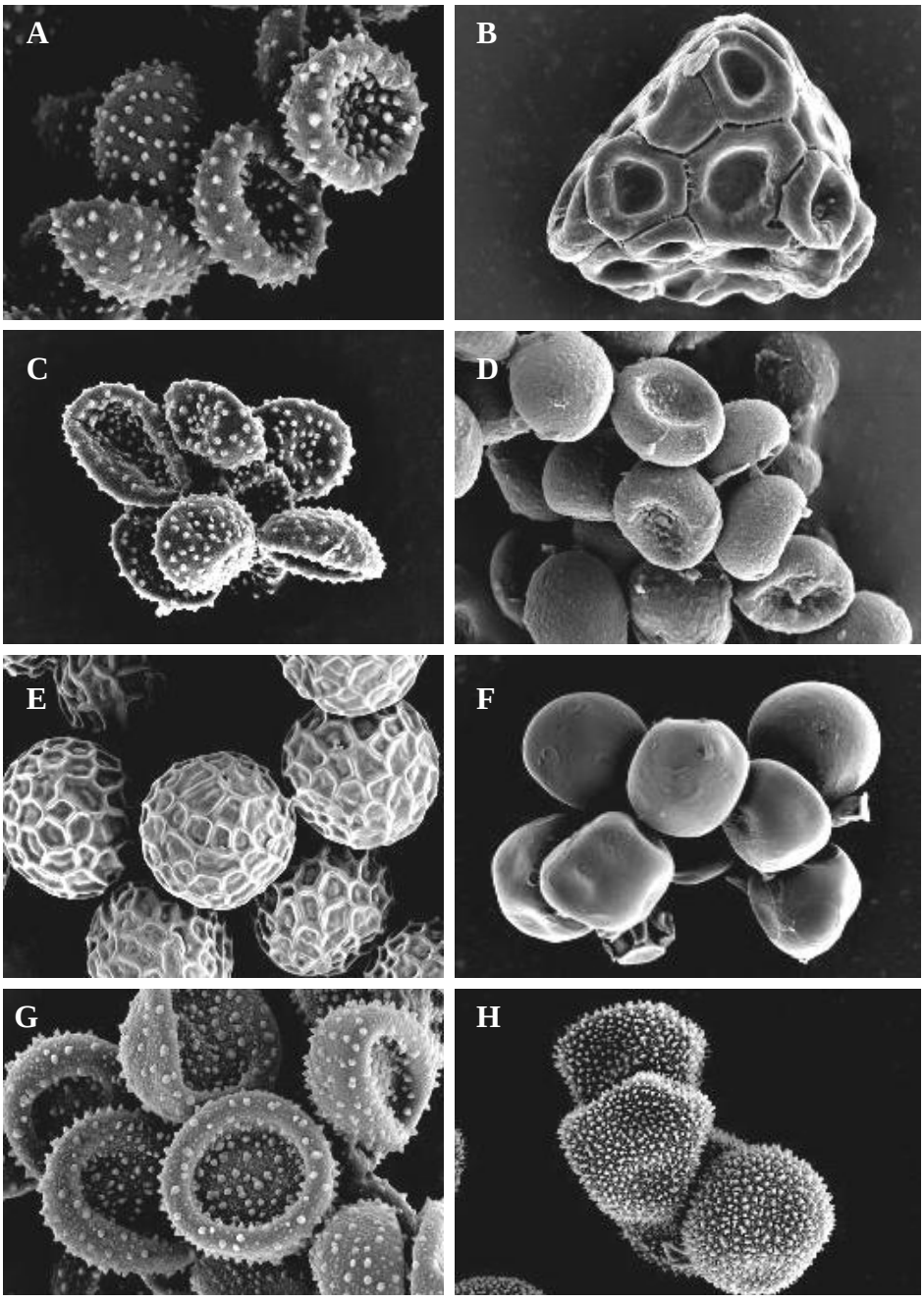
1- معظم الفطريات المسببة للتفحم إجبارية التطفل، فقد تمكّن بعض الباحثين من استنبات بعضها على أوساط غذائية صنعية، كما ينمو بعضها ويتبوغ على مخلفات المحاصيل الميتة والمادة العضوية في الأرض.

2- داخلية التطفل، إذ إن مشيجة الفطر تنتشر داخل الأنسجة النباتية في كرسي الزهرة، أو في المبيض، أو فوق الأزهار، أو السوق والأوراق. تصيب بعض فطريات التفحم البادرات قبل خروجها فوق سطح التربة، وتنتشر مشيجة الفطر انتشاراً جهازياً Systemic في سائر أنسجة النبات المضيف ملازمةً للقمة النامية من بدء العدوى، وتنمو معها كلما نما المضيف. بينما يسبب بعضها الآخر إصابات موضعية Local في أجزاء مختلفة من المضيف. وإما أن يقضي الفطر على خلايا الأنسجة المصابة لتحل مكانها الأبواغ التيلية للفطر، أو أن يحرض الفطر الخلايا على الانقسام والازدياد في الحجم مشكلة تدرنات مختلفة الأحجام، ثم يقضي على محتوياتها، وتتشكل بدلاً عنها أبواغ الفطر السوداء.

3- تمتاز هذه الفطريات بتكوين الأبواغ التيلية في النبات المضيف بدءاً من مشيجة مقسمة إلى الكثير من الخلايا القصيرة، وثنائية النوى (n + n)، حيث تتكثف

السيتوبلاسما فيها، وتتكور الخلية، ويتغلظ جدارها ويصبح لونه داكناً لاحتوائه على صبغات تكسبه لوناً يتدرج من البني الداكن إلى البنفسجي أو الأسود، وبالتالي تتحول خلايا الخيوط الفطرية إلى أبواغ مقاومة للظروف غير المناسبة، يطلق عليها اسم الأبواغ التيلية Teliospores، وتسمى أيضاً بالأبواغ الكلاميدية Chlamydospores. وتختلف هذه الأبواغ شكلاً وحجماً ولوناً حسب الأنواع، فمنها ما يكون أملسَ، أو شوكياً، أو يبدي أشكالاً تضاريسية فيبدو تحت المجهر شبكياً بفعل الإنارة (الشكل 3 – 17).

4- الأبواغ التيلية هي أبواغ ساكنة تمضي فصل الشتاء وتحتفظ بحيويتها لفترة طويلة، ويعتبر إنبات هذه الأبواغ نمطاً من التكاثر الجنسي، فإذا توفرت شروط الإنبات، فإنها تعطي أنبوبة إنبات تقوم بوظيفة الدعامة، إذ يجري فيها الاتحاد النووي، ثم انقسام النواة المضاعفة انقسامين أو أكثر إحداهما اختزالي لتكوين أربع نوى نصفية الصيغة الصبغية تذهب إلى أربع خلايا تتكوّن جانبياً فوق كل خلية من خلايا الدعامة المقسمة، أو على شكل مجموعة في قمة الدعامة غير المقسمة. وينتج بذلك أربعة أبواغ دعامية أو سبوريدات أولية Primary sporidia، وأحياناً يكون العدد أكثر من ذلك بكثير، فقد يصل إلى 32 – 128 عند الفطر *Tilletia indica*. وتواجه هذه الأبواغ عدة احتمالات، فإما أن تنبت فتعطي مشيجة أولية Primary mycelium نصفية الصيغة الصبغية غير قادرة على مهاجمة النباتات حتى تتهيء الفرصة لمشيجتين متوافقتين إحداديتي الصيغة الصبغية أن تتحدا لتتشكل بذلك مشيجة ثانوية Secondary mycelium ثنائية النوى قادرة على إحداث الإصابة. أو يتحد بوغان دعاميان متوافقان جنسياً أو من إشارتين مختلفتين على شكل حرف H وهما مازالا على الدعامة، وتتكوّن بذلك خلية جديدة ثنائية النوى (n + n) تنمو إلى مشيجة ثانوية، إذ تمضي فطريات التفحم القسم الأكبر من دورة حياتها على صورة مشيجة ثانوية ثنائية النوى (n + n)، وهذه المشيجة هي القادرة على التطفل على النبات وإحداث المرض.



الشكل 3 – 17: أشكال الأبواغ التيلية لبعض أنواع التفحم. (A) *Ustilago nuda*. (B) *Urocystis tritici*. (C) *Ustilago avenae*. (D) *Ustilago hordei*. (E) *Tilletia caries*. (F) *T. laevis*. (G) *Sporisorium sorghi*. (H) *S. reilianum*

التفحم المغطى على القمح

Covered smut, or Bunt, of wheat

كان هذا المرض يعد من أهم أمراض القمح في سوريا، إلا أن الإصابة به انحسرت بشكل كبير نتيجة تطهير البذار بالمبيدات الفطرية، وخاصة بعد إقامة محطات مخصصة لهذا الغرض.

الفطـر المسبب: يعـرف لهــذا المرض مسببـــان *Tilletia caries* (DC.) Tul. و (= *T. Tritici*) و *Tilletia laevis* (Whaler) Liro. (= *T. foetida*) ويوجد كلاهما في سوريا. ويختلفان عن بعضهما بعضاً بشكل الأبواغ التيلية، فهي مكورة وذات جدار أملس عند الفطر *T. laevis*، بينما تكون مزينة بنقوش شبكية مضلعة بارزة على السطح عند الفطر *T. caries*. وتحتوي الأبواغ على مادة تراي ميثيل أمين Trimethylamin ذات الرائحة الكريهة، ومن هنا أتت تسمية المرض أيضاً بالتفحم النتن Stinking smut

الأعراض: يصعب تمييز النباتات المصابة قبل ظهور السنابل. وتكون عادة أقصر بعدة سنتيمترات من النباتات السليمة، وذات لون أخضر مزرق إلى رمادي. كما يلاحظ نقص في نمو المجموع الجذرى. وتحمل النباتات المصابة عدداً أقل من السنابل، التي تكون أصغر حجماً، وتأخذ لوناً أخضرَ مزرقاً بينما تكون السنابل السليمة بلون أخضر مصفر. وتمتاز عصافات وسفا السنابل المصابة بأنها أكثر انفراجاً نحو الخارج من السليمة، وتكون الحبوب المصابة أقصر من السليمة ومكورة إلى حد ما، وتكتسب أغلفة الحبة اللون البني إلى الرمادي، وتبدو عليها تجعدات غير منتظمة، ويصعب تمييز أخدود حبات القمح المصابة (الشكل 3 – 19). وتمتاز الحبوب المصابة بخفة وزنها إذ تطفو بسهولة على سطح الماء، وهي هشة القوام، فعند الضغط عليها بالأصابع تظهر الأبواغ التيلية بلونها البنى المسود، كما تكون ذات رائحة كريهة. وقد لوحظ أن النباتات المصابة تصبح أكثر قابلية للإصابة بالصدأ المخطط.

دورة المرض والظروف المناسبة: تنكسر الحبوب المصابة أثناء الحصاد والدراس بسهولة، وتتحرر الأبواغ التيلية لتسقط على التربة، أو تختلط مع البذار السليم أثناء الدراس والتذرية لتلوثه سطحياً. ومن هنا فإن البذار الملوث هو المصدر الأساسي للعدوى في الموسم التالي، إضافة إلى التربة التي تسهم بدور في حدوث العدوى الأولية ولكنه أقل أهمية. فعند زراعة بذار ملوث، أو الزراعة في تربة ملوثة، تنبت الأبواغ التيلية، ويعطي كل بوغ تيلي دعامة Basidium تحمل في قمتها من 8 – 16 بوغاً دعامياً (سبوريدات أولية Primary sporidia). ويمكن لهذه السبوريدات الأولية أن تنبت لتعطي مشيجة نصفية الصيغة الصبغية ضعيفة وغير قادرة على إحداث الإصابة.

يحدث اتصال بين أزواج متوافقة من السبوريدات الأولية (من إشارتين مختلفتين + و -) وهي مازالت محمولة على الدعامات لتتشكل تراكيب على شكل حرف H دون أن يحدث اندماج نووي لتبدأ المرحلة ثنائية النوى. تنشأ من هذه البنيات سبوريدات ثانوية Secondary sporidia تنبت لتعطي مشيجة مضاعفة النوى، وهي فقط القادرة على إحداث الإصابة على البادرات قبل ظهورها فوق سطح التربة. وتصبح البادرة مقاومة للمرض عندما يبلغ عمرها 10 أيام. تنمو مشيجة الفطر جهازياً في أنسجة النبات ملازمة للقمة النامية، ويهاجم الفطر السنبلة عند تكوينها، و يتغذى على حساب محتويات الحبة الغذائية، ولا يبقى منها إلا أغلفتها، إذ إن الفطر لا يهاجم أغلفة الحبة والعصافات والسفا. يزداد نمو المشيجة وتتفرع خيوطها لتملأ الحبة، ثم تتحول جميع خلاياها في نهاية الموسم إلى أبواغ تيلية بلون أسود غامق أو مائل للبني (الشكل 3 – 18). وليس من السهل لغير المختصين تمييز السنابل السليمة من المصابة إلا بعد درسها باليد.

تعد الرطوبة من أهم العوامل في حدوث المرض وتطوره. كما تشجّع درجة الحرارة المنخفضة نسبياً (5 – 15 °م) على إنبات السبوريدات الثانوية وحدوث الإصابة، بينما تشجّع درجة الحرارة المرتفعة (20 - 25°م) على الإنبات السريع للبذور، وهروب النباتات من الإصابة.

الشكل 3 - 18: دورة مرض التفحم المغطى أو النتن على القمح المتسبب عن *Tilletia* sp. (عن Agrios, 2004)

الوقاية من المرض ومكافحته:

- زراعة أصناف مقاومة للمرض.
- اتباع طريقة الزراعة العفير، والتبكير في الزراعة في الخريف (النصف الأول من تشرين الثاني)، إذ إن التربة تكون دافئة ورطوبتها منخفضة وغير ملائمة لإنبات الأبواغ التيلية، بينما تساعد على الإنبات السريع للقمح والهروب من الإصابة. كما ينصح بتجنب زراعة البذار على عمق كبير في التربة.

- استخدام بذار نظيف مأخوذ من حقل خال من المرض.
- تطهير البذار سطحياً بأحد المطهرات الفطرية مثل دايفينوكونازول، ثيرام، كاربوكسين، مانكوزيب، تيبوكونازول، كابتان، وأوكسي كينوليات النحاس.

التفحم المغطى على الشعير
Covered smut of barley

الفطر المسبب: *Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh

الأعراض: تبقى السنابل المصابة متماسكة، وتحافظ على شكلها العام، إلا أنها تبدو مسودة تماماً. إذ إن الفطر لا يهاجم الحبوب وحدها، وإنما أغلفتها أيضاً، وكذلك السفا أحياناً (الشكل 3 – 19).

دورة الحياة والمكافحة: إن الخطوط العامة لدورة الحياة، وطرق المكافحة تشبه ما ذكر عن مرض التفحم المغطى على القمح.

التفحم المغطى (الحبي) على الذرة البيضاء
Covered kernel smut of sorghum

يصيب هذا المرض كل أنواع الجنس *Sorghum*. ويعد من أهم أمراض الذرة البيضاء في سوريا.

الفطر المسبب:

Sporisorium sorghi Ehrenb. =) *Sphacelotheca sorghi* (Link) Clint. (ex. Link

الأعراض: تتحول الحبوب المصابة بالكامل إلى كتل من الأبواغ التيلية ذات اللون البني الداكن، ومحاطة بأغلفة ملساء رقيقة، بيضاء رمادية أو بنية لمّاعة، ويوجد في مركز الحبة محور قائم صلب وحاد في قمته وعريض في قاعدته، ومكون من بقايا أنسجة وعائية متحوّرة تحت تأثير الطفيل. وتكون الحبوب المصابة (الأكياس البوغية) بيضاوية، أسطوانية أو مخروطية الشكل تشبه حبة الصنوبر، وتقيس 4 – 12 مم. ويتمزق غلاف الحبة بسهولة بدءاً من قمته بعد النضج (الشكل 3 – 19).

دورة المرض: تشبه دورة حياة هذا المرض دورات حياة التفحمات المغطاة الأخرى بشكل عام. إذ إن أغلفة الحبوب المتفحمة تتمزق بسهولة أثناء الحصاد، وتنتشر الأبواغ التيلية لتلوث سطح الحبوب السليمة. ولذلك تعتبر الأبواغ المحمولة على سطح البذار هي المسؤولة عن حدوث العدوى الأولية بالمرض، وليس للأبواغ التي تسقط على التربة أهمية تذكر في حدوث الإصابة. فعند زراعة الحبوب الملوثة، تنبت الأبواغ التيلية معطية مشيجة أولية Promycelium أو دعامة مقسمة، وتحمل عليها جانبياً أربع سبوريدات أولية (أبواغ دعامية). تنبت الأبواغ الدعامية معطية مشيجة أحادية الصيغة الصبغية، ثم تتحد في أزواج لتكوين الطور ثنائي النوى القادر على إحداث الإصابة على البادرة قبل ظهورها فوق سطح التربة (ويمكن أن تنبت الأبواغ التيلية أحياناً مباشرة بتكوين أنبوبة إنبات). ينمو الفطر جهازياً ملازماً للقمة النامية، ثم يهاجم الحبوب أثناء تشكلها، ويحولها إلى كتلة من الأبواغ التيلية. يتم إنبات الأبواغ التيلية، وحدوث الإصابة في تربة رطبة ومجال حراري 16 – 32 °م.

المكافحة: تعتمد المكافحة على زراعة أصناف مقاومة أو متحملة، واستخدام بذار غير ملوث مأخوذ من حقول غير مصابة، ومعاملة البذار بأحد المبيدات الفطرية المناسبة.

التفحم اللوائي على القمح

Flag smut of wheat

الفطر المسبب : *Urocystis agropyri* (Preuss.) Liro (*U. tritici* Körn.)

= *Tuburcinia tritici* (Körn.) Liro.

الأعراض:

تظهر أعراض المرض قبل ظهور السنابل على هيئة خطوط شريطية طولية سوداء إلى رمادية اللون بين العروق على أنصال الأوراق وأغمادها، وهي عبارة عن البثرات التفحمية التي تكون مغطاة في البداية ببشرة النبات المضيف، ثم تصبح سوداء نتيجة تمزق البشرة فوقها وتحرر كتل الأبواغ التيلية سوداء اللون. وغالباً ما تلتف الأوراق المصابة، وتتمزق طولياً، وتتدلى أطرافها لتأخذ شكل العلم (الراية)، ومن هنا أتت تسمية المرض (الشكل 3 – 19).

تظهر النباتات المصابة متقزمة، وكثيرة الإشطاءات، وغير قادرة على تكوين السنابل، وحتى إذا تكونت، فإنها تكون خالية من الحبوب، ويمكن أن تتكون الحبوب، ولكنها تكون ضامرة.

دورة المرض:

تحدث الإصابة عن طريق الأبواغ التيلية التي يمكن أن تحتفظ بحيويتها في التربة أو على سطح الحبوب المخزونة لأكثر من 4 سنوات. ويترافق إنبات الحبة مع إنبات الأبواغ التيلية الملوثة لسطحها أو الموجودة في التربة، وتحدث إصابة البادرات قبل ظهورها فوق سطح التربة، ثم تنمو مشيجة الفطر جهازياً داخل أنسجة النبات ملازمة للقمة النامية، وتتشكل الأبواغ التيلية على الأوراق في الربيع قبل ظهور السنابل. تستطيع الأبواغ التيلية الإنبات بدرجة حرارة بين 5 – 30 °م، وبدرجة مثلى بين 18 – 24 °م.

المكافحـــــة:

- زراعة أصناف مقاومة أو متحملة.
- استخدام بذار سليم غير ملوث بأبواغ الفطر من مصدر موثوق.
- إتبـاع دورة زراعيـة ثلاثيـة، بحيـث تتنـاوب زراعـة القمـح مـع الشـعير أو أي محصول أخر.
- تطهير البذار بمبيدات جهازية، ومن المبيدات التي أعطت نتائج جيدة في مكافحة هذا المرض الكاربوكسين Carboxin، إذ يؤمن للبادرات حماية من الإصابة عند إنبات الأبواغ الموجودة في التربة أو المحمولة على البذار.

التفحم السائب على القمح والشعير

Loose smut of wheat and barley

الفطر المسبب: *Ustilago tritici* (Pers.) Rostr. (= *U. nuda*)

الأعراض: تظهر السنابل المصابة مبكراً قبل بقية السنابل، وتكون عادة أعلى من السنابل السليمة، وتحدث الإصابة على جميع أجزاء السنبلة حيث تتكون بثرات تفحمية مكان الحبوب و الأغلفة الزهرية. وتحاط البثرة التفحمية بغشاء رقيق من أنسجة العائل يتمزق جزئياً عند خروج السنبلة من غمدها فيظهر محور السنبلة مغطى تماما بمسحوق أسود من أبواغ الفطر. وعند تتطاير الأبواغ بفعل الرياح تبقى محاور السنابل المصابة عارية، و عليها ما تبقى من الأبواغ (الشكل 3 – 20). ولا تشاهد أعراض على النباتات المصابة قبل ظهور السنابل.

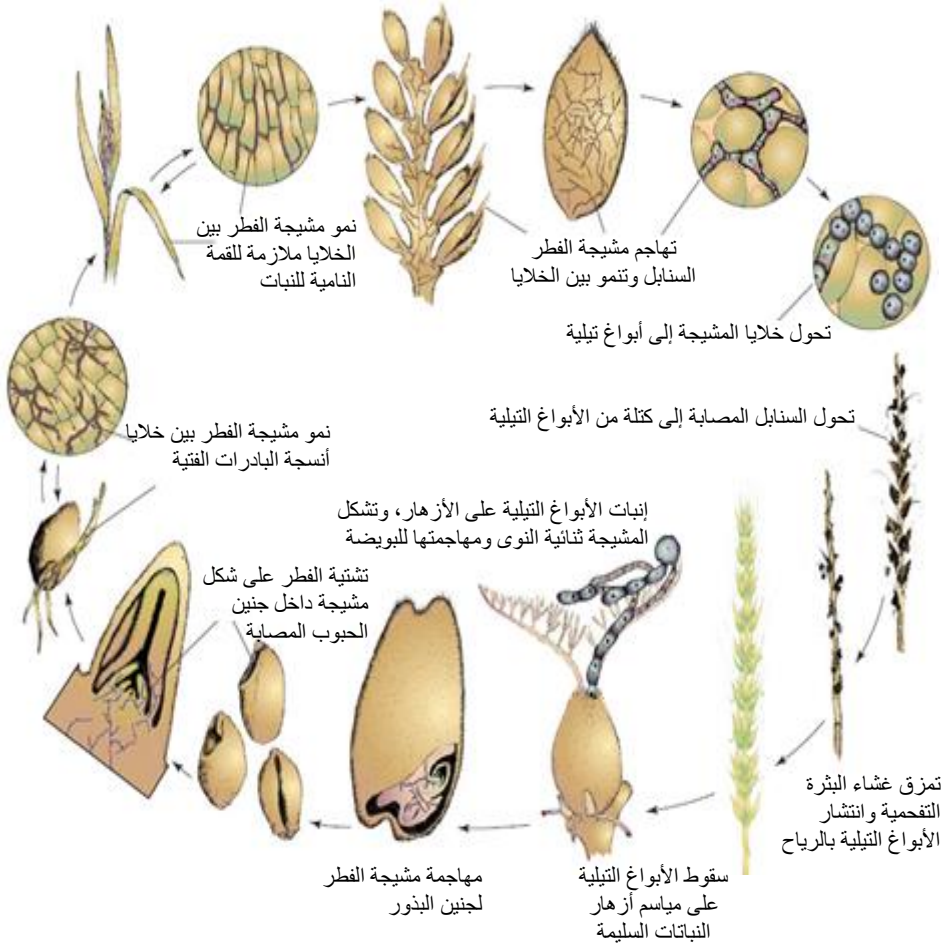
الشكل 3 - 19: A: أعراض التفحم المغطى على القمح إذ أن السنابل تبدو سليمة ظاهرياً. B: حبوب قمح متفحمة تبدو بنية اللون ومليئة بالأبواغ التيلية. C: أعراض التفحم المغطى على الشعير إذ أن السنابل تبدو سوداء اللون مع المحافظة على شكلها العام. (D) أعراض الإصابة بالتفحم المغطى على الذرة البيضاء إذ تبدو الحبوب المصابة أسطوانية أو مخروطية الشكل تشبه حبة الصنوبر، وقد تمزق بعضها في قمته لتحرير الأبواغ التيلية. . (E) أعراض الإصابة بالتفحم اللوائي على القمح.

الشكل 3 - 20: أعراض الإصابة بالتفحم السائب إذ تبدو السنابل متفحمة ولا يبقى إلا محورها بعد تتطاير الأبواغ التيلية بفعل الرياح.

دورة المرض:

يتوافق انتشار الأبواغ التيلية مع فترة إزهار النباتات السليمة حيث تنتشر هذه الأبواغ في الحقل بواسطة الرياح، وقد يسقط بعضها على مياسم الأزهار عند تفتحها. وتكون الأزهار قابلة للإصابة من وقت تفتحها إلى مرحلة التلقيح (15 يوماً تقريباً) بعدها تقل فرصة حدوث الإصابة بدرجة كبيرة. تنبت هذه الأبواغ مكوّنة دعامة مؤلفة من عدة خلايا، ولا تتكوّن أبواغ دعامية، وإنما تتحد كل خليتين بانتقال محتوى إحداهما إلى الأخرى. وتحتوي الخلايا الناتجة على نواتين (ديكاريون) لتعطي مشيجة خلاياها ثنائية النوى تخترق المبيض وتتابع نموها داخل البذرة دون أن تخرب الجنين، وتبقى المشيجة ساكنة بعد نضج الحبوب، لذا عند الحصاد لا تبدي الحبوب المصابة أي أعراض تدل على إصابتها وتكون كالحبوب السليمة تماماً (الشكل 3 – 21).

عند زراعة هذه الحبوب في الموسم التالي، تنبت البذور، وتنشط في نفس الوقت مشيجة الفطر الساكنة لتنمو وتنتشر ملازمة للقمة النامية حتى مرحلة ظهور السنابل حيث يكون الفطر قد أتى على كافة أجزاء السنبلة فحللها وهدمها وحصل على احتياجاته الغذائية منها، ولا يبقى من السنبلة المصابة إلا محورها فقط، إذ يستطيع الفطر هدم جميع العصافات والعصيفات والسفا. وتتحول المشيجة إلى كتلة من الأبواغ التيلية، ويخرج محور السنبلة وما عليه من بقايا السنبلة والأبواغ التيلية السوداء من إبط الأوراق قبل السنابل السليمة، فتتحرر هذه الأبواغ وتنتشر بالهواء لتحدث الإصابة من جديد.



الشكل 3 - 21: دورة مرض التفحم السائب على القمح والشعير (Agrios, 2004)

من الملاحظ أن دورة حياة فطر التفحم السائب تبدأ بإنبات الأبواغ التيلية على مياسم الأزهار، وتنتهي بتشكّل الأبواغ على السنابل المصابة في موسم الإزهار التالي، أي أنها تستغرق عاماً واحداً تماماً، ولا توافق زمنياً دورة حياة نباتات القمح والشعير كما هي الحال في التفحم المغطى إذ يتزامن إنبات الحبة مع إنبات الأبواغ على سطحها، وتنضج الأبواغ في الحبوب المتفحمة في الوقت نفسه الذي تنضج فيه الحبوب السليمة.

المكافحـــة:

يكافح مرض التفحم السائب حالياً عن طريق معاملة البذار قبل الزراعة بأحد المبيدات الفطرية الجهازية مثل (دايفينوكونازول، تيبوكونازول ..الخ). إذ يُمتص المبيد ويدخل إلى البادرة أثناء الإنبات، ويقضي على الفطر بداخلها. ومن غير المفيد تطهير البذار بالمبيدات الفطرية السطحية نظراً لأن الفطر موجود داخل جنين الحبة. وتستخدم محطات تعقيم البذار في سورية مزيجاً من مبيد فطري سطحي مثل أوكسي كينوليات النحاس لمكافحة التفحم المغطى ومبيد جهازي مثل الكاربوكسين لمكافحة التفحم السائب.

وأفضل طريقة لمكافحة هذا المرض زراعة بذار سليم مأخوذ من حقل سليم تمت مراقبته خلال الموسم للتأكد من عدم وجود إصابة بالتفحم السائب. ويمكن أيضاً التأكد من سلامة البذور بفحصها مجهرياً للتأكد من عدم وجود مشيجة فطرية داخلها، ويجب أن تكون نسبة الحبوب الحاملة للفطر أقل من 1 % لكي تكون العينة قابلة للزراعة.

وقبل اكتشاف المبيدات الجهازية، كانت الطريقة الأفضل لمكافحة التفحم السائب، عندما تكون الحبوب مصابة، هي المعاملة بالماء الساخن بنقعها بماء درجة حرارته 20 °م لمدة 5 ساعات، والهدف من ذلك تنشيط مشيجة الفطر داخل البذور لتصبح أكثر حساسية للحرارة المرتفعة، ثم تجفيفها لمدة دقيقة، ونقعها في ماء درجة حرارته 49 °م لمدة دقيقة تقريباً، ثم بماء ساخن درجة حرارته 52 °م لمدة 11 دقيقة تماماً، وتبرّد فوراً بالغمر بالماء العادي ثم تجفف.

ومن المعاملات الحرارية الأسهل من الناحية العملية بالنسبة للمزارع نقع البذار في ماء فاتر لمدة خمس ساعات، ثم نشره ليجف تحت أشعة الشمس الصيفية القوية لمدة 5 – 7 ساعات. ومن طرائق مقاومة هذا المرض أيضاً زراعة أصناف مقاومة إن وجدت.

التفحم الرأسي على الذرة Head smut

الفطر المسبب: *Sphacelotheca reiliana* (Kuehn) Clint.

يصيب هذا المرض الذرة الصفراء والبيضاء، وأنواعاً أخرى من الجنس *Sorghum*، إضافة إلى عوائل أخرى.

يصيب النورة الزهرية (العثكول) جزئياً أو كلياً. ويصيب كذلك أعضاء الأزهار المذكرة والمؤنثة للذرة الصفراء. تتحول النورة إلى كيس تفحمي عند ظهور المرض، ويكون هذا الكيس مغطى أولاً بغشاء رقيق رمادي اللون لا يلبث أن يتمزق، فتظهر أبواغ الفطر التيلية المختلطة بألياف عديدة سوداء هي ألياف الحزم الوعائية للنورة المصابة (الشكل 3 – 22).

تعد الأبواغ الموجودة في التربة هي المصدر الأهم للإصابة، إذ تحدث الإصابة جهازياً عن طريق البادرات، أما إصابة الأزهار فهي قليلة الأهمية.

المكافحة: زراعة أصناف وهجن مقاومة. ومعاملة البذار قبل الزراعة بأحد المبيدات الفطرية المناسبة كالكاربوكسين مثلاً الذي أعطى نتائج جيدة في مكافحة هذا المرض. استئصال النورات الزهرية والكيزان المصابة قبل انتشار الأبواغ التيلية منها. إضافة إلى أن التبكير في الزراعة يمكن أن يساعد في تجنب المرض قبل أن تصبح درجة الحرارة مثالية لإنبات الأبواغ التيلية.

الشكل 3 - 22: أعراض الإصابة بالتفحم الرأسي على الذرة، والمتسبب عن الفطر *Sphacelotheca reiliana*. ويلاحظ في الصورة اليمينية وجود غشاء رقيق يحيط بالكيس التفحمي، وقد بدأ بالتمزق في قمته.

تفحم الذرة الصفراء

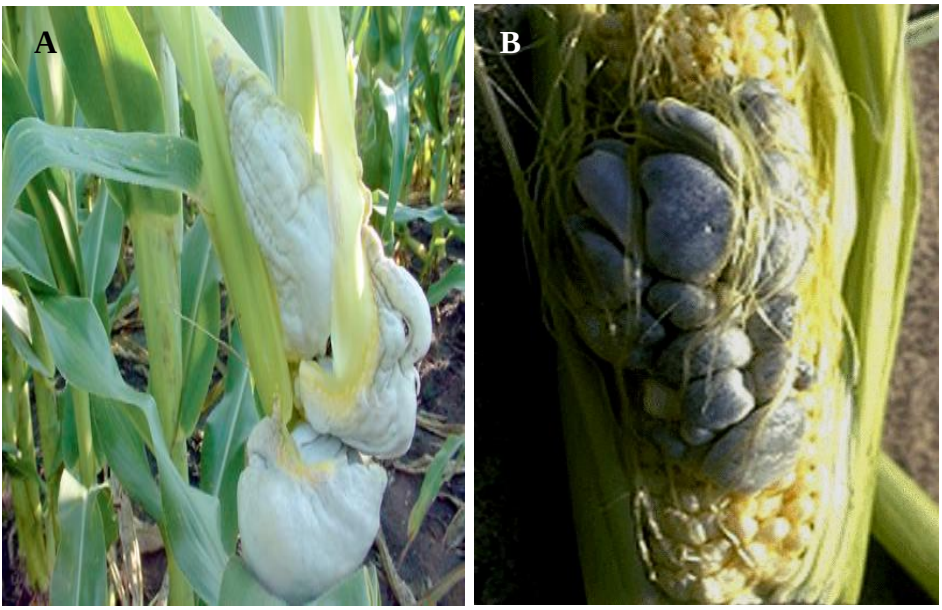
Corn smut

الفطر المسبب: *Ustilago maydis* (De Candolle) Corda

الأعراض:

عندما تصاب البادرات الفتية، تتشكل درنات صغيرة على الأوراق والسوق، ويمكن أن تبقى البادرات متقزمة، ويمكن أيضاً أن تموت. وفي المراحل المتقدمة من نمو النباتات، تحدث الإصابة على النسج الفتية والنشطة للبراعم الإبطية، والنورات المؤنثة والمذكرة، والأوراق والسوق، وحتى على الجذور العرضية. وتؤدي الإصابة إلى

تحريض خلايا النبات على الانقسام والازدياد بالحجم لتتشكل درنات فقاعية غضة مغطاة بغشاء أبيض لمّاع مائل إلى الخضرة، ثم يتحول لون الدرنات إلى البني الرمادي أو الرمادي الفضي عندما تقترب الأبواغ بداخلها من النضج (الشكل 3 – 23)، ثم لا يلبث غلافها أن يتمزق مما يسمح بانتشار الأبواغ التيلية للفطر. ويمكن أن تتراوح أبعاد الدرنات في مرحلة النضج من 1 – 15 سم، بينما تبقى الدرنات المتشكلة على الأوراق عادة صغيرة جداً (1 – 2 سم)، صلبة، جافة ولا تتمزق.



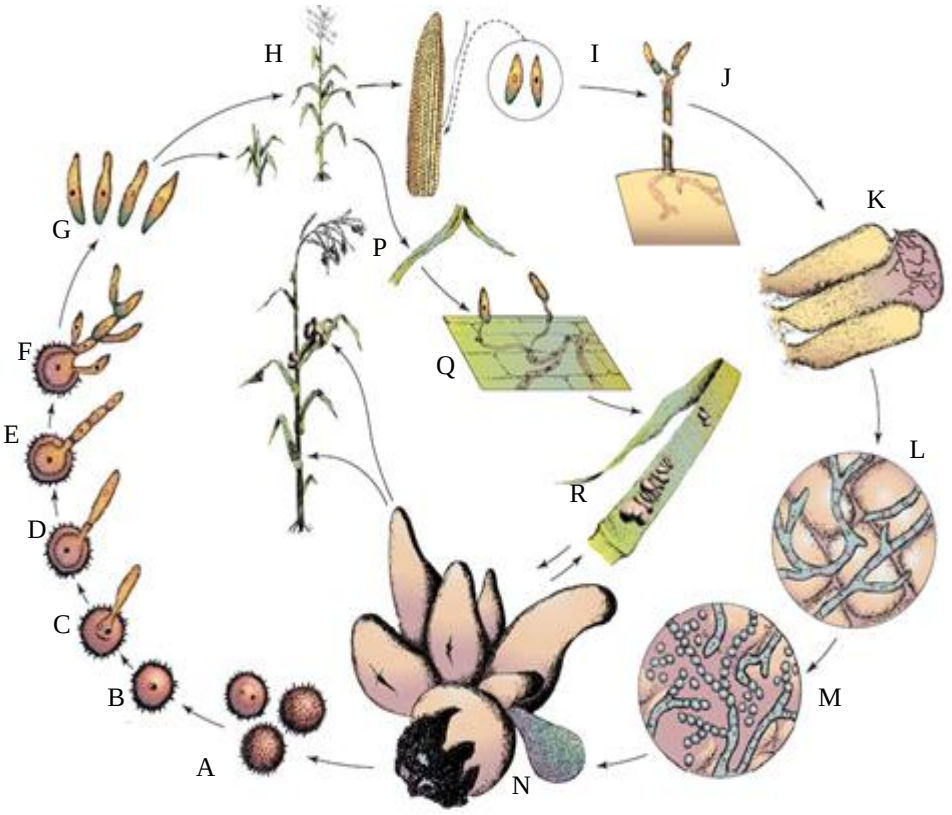
الشكل 3 - 23 : أعراض الإصابة بمـــرض التفحم الشائع على الذرة الشامية المتسبب عن الفطـر *Ustilago maydis* . (A) أورام بيضاء لمّاعة على الأجزاء الخضرية من النبات المصاب. (B) تدرنات رمادية اللون على العرانيس.

دورة المرض:

يمضي الفطر فصل الشتاء على هيئة أبواغ تيلية في مخلفات المحصول، وفي التربة. وفي الربيع والصيف، يتم إنبات البوغ التيلي ثنائي الصيغة الصبغية (بعد حصول

الإندماج النووي) الذي يترافق مع انقسام منصف ليعطي مشيجة أولية Promycelium (بمثابة الدعامة) مقسمة إلى 4 خلايا وحيدة الصيغة الصبغية (n). تنتج كل واحدة من هذه الخلايا على الأقل برعماً واحداً أو سبوريدا Sporidium، وهذا ما يعادل البوغ الدعامي Basidiospore. تحمل الأبواغ الدعامية بالهواء إلى الأنسجة الفتية لنباتات الذرة. ثم تنبت لتعطي خيوطاً فطرية رفيعة يمكن أن تخترق بشرة الخلايا مباشرة. ولكن سرعان ما تتوقف عن النمو، وتموت أحياناً، إلا إذا تم التقاؤها مع خيوط فطرية ناتجة من بوغ دعامي مختلف بالإشارة (أي من نمطين وراثيين متوافقين)، حيث يحدث اتحاد هيولي، وتتشكل بذلك مشيجة ثنائية النوى Dikaryon قادرة على إحداث الإصابة والنمو داخل أنسجة النبات المصاب (الشكل 3 – 24).

تنتشر المشيجة الثانوية بين الخلايا، مما يحفّز خلايا المضيف في منطقة الإصابة على الانقسام الشاذ Hyperplasia، وتمتاز الخلايا الناتجة بزيادة حجمها Hypertrophy، مما يؤدي إلى تكوين أورام نباتية خضراء لامعة في منطقة الإصابة. تبقى مشيجة الفطر بين خلوية خلال معظم فترة تشكل الأورام، ولكن قبل تشكل الأبواغ يهاجم الفطر خلايا الدرنات مما يؤدي إلى تهدمها وموتها. وتستمر المشيجة في التغذي والنمو على حساب محتويات خلايا الأورام حتى تصبح الدرنات مليئة بمشيجة الفطر ثنائية النوى وبقايا الخلايا النباتية. ثم تتحول معظم خلايا المشيجة إلى أبواغ تيلية ثنائية النوى كروية أو أهليليجية الشكل بلون أسود، وتبدي تزيينات شوكية على سطوحها الخارجية. ويبدو أن هذه الأبواغ تمتص وتستخدم هيولى الخلايا الأخرى التي تصبح فارغة. تكون الأورام مغطاة بأغلفة غشائية رقيقة القوام، وعندما تتكوّن الأبواغ التيلية تجف الأغلفة الخارجية، وقد تتهشم مؤدية إلى تحرر الأبواغ وانتشارها بالهواء، وعند سقوطها على أجزاء نباتية فتية، تنبت لتحدث إصابات جديدة. وقد تتساقط الأبواغ على التربة أو على بقايا النباتات، ويمكنها أن تحتفظ بحيويتها لعدة سنوات حتى تصبح الظروف مناسبة لإنباتها. ولا ينتقل المرض عملياً بواسطة البذار.



الشكل 3 – 24: دورة حياة مرض تفحم الذرة الشامية المتسبب عن الفطر *Ustilago maydis*

A: أبوغ تيلية ثنائية النوى. B: اندماج نووي. C - F: إنبات البوغ التيلي وتشكل المشيجة الأولية Promycelium المقسمة إلى أربع خلايا يحمل كل منها بوغاً دعامياً Basidiospore (سبوريدا Sporidium). G: أبواغ دعامية. H: إنبات الأبواغ الدعامية وإصابة أنسجة نباتات الذرة. I: بوغين دعاميين متوافقين من إشارتين مختلفتين. J: تشكل المشيجة ثنائية النوى وإصابة العرانيس عن طريق الشعيرات. K: ازدياد حجم الحبة المصابة وتشكل الدرنة. L: مشيجة الفطر داخل أنسجة الدرنة. M: تحول المشيجة ثنائية النوى إلى أبواغ تيلية. N: درنات مملوءة بالأبواغ التيلية. P: إصابة الأوراق أو السوق. Q: إلتقاء خيطين فطريين ناتجين عن بوغين دعاميين مختلفين بالإشارة. R: درنات على الأوراق. (عن Agrios, 2004).

المكافحة:

باعتبار أن المرض لا ينتقل عن طريق البذور، لذا فإن معاملة البذار أمر غير مجد في مكافحته. ولكن من المفيد جمع وإتلاف الدرنات قبل انفجارها وانتشار أبواغ الفطر منها. كما أن اتباع دورة زراعية لا تتكرر فيها زراعة الذرة الصفراء قبل ثلاث سنوات، والحراثة العميقة للتربة في الخريف، يمكن أن يساهم في تخفيض كمية اللقاح الفطري في التربة. ويجب تفادي استعمال النباتات المصابة علفاً للحيوانات لأن الأبواغ تحتفظ بحيويتها رغم مرورها في القناة الهضمية للحيوان. وأفضل طريقة لمكافحة هذا المرض هو استخدام هجن وأصناف متحملة أو مقاومة، علماً أنه لا يوجد حتى الآن هجن من الذرة الصفراء مقاومة بشكل كامل للمرض.

تفحم البصل Onion smut

الفطر المسبب: *Urocystis cepulae* Frost (= *U. magica* أو *U. colchici*)

الأعراض:

تظهر بثرات طولية رمادية اللون على البادرات بمجرد ظهورها فوق سطح التربة. وتحدث انحناءات غير منتظمة في منطقة الإصابة نتيجة لوجود البثرات. وتكون هذه البثرات مغطاة أولاً بغشاء رقيق سرعان ما يتمزق لتتكشف كتل سوداء رمادية من الأبواغ التيلية (الشكل 3 – 25). ويمتد المرض للداخل من ورقة إلى أخرى، وتموت البادرات المصابة عادة خلال 3 – 5 أسابيع من ظهورها فوق سطح التربة. ويقاوم القليل من النباتات المرض، وهنا تصاب الأوراق الجديدة أولاً بأول، وتعطي بالنهاية أبصالاً صغيرة تظهر عليها بثرات التفحم. وتظهر الإعراض على الأبصال عند إصابتها على

شكل بثرات صغيرة لونها بني مسود، ويكثر وجودها قرب قاعدة البصلة على الأوراق الحرشفية الخارجية، وقد تمتد الإصابة إلى الورقة الحرشفية الثالثة. تنكمش الأبصال المصابة سريعاً، وتصبح أكثر عرضة للإصابة بفطريات العفن.

الشكل 3 – 25: أعراض الإصابة بمرض تفحم البصل المتسبب عن الفطر *Urocystis cepulae*

دورة المرض:

تحدث العدوى على البادرات قبل ظهورها فوق سطح التربة عن طريق الأبواغ التيلية التي تستطيع المحافظة على حيويتها لعدة سنوات في الترب الملوثة، كما يستطيع الفطر المحافظة على حيويته في التربة على شكل مشيجة. تحدث العدوى للأوراق من الفلقة التي تصاب أولاً. وينتقل المرض عند قواعد الأوراق للداخل من ورقة إلى أخرى، وتحدث العدوى بسهولة على حرارة 10 – 25 °م، أما إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 29 °م أو أكثر ، فلا تحدث العدوى حتى ولو كانت النباتات في فترة القابلية للإصابة.

المكافحة:

- التبكير في الزراعة يساعد النباتات على الهروب من الإصابة، إذ إن درجة حرارة التربة تكون مرتفعة نسبياً، وغير ملائمة لنمو الفطر.
- معاملة البذار بأحد المبيدات الفطرية المستخدمة لهذا الغرض.
- إزالة النباتات المصابة وحرقها. وتجنب نقل الإصابة من حقل مصاب إلى آخر سليم عن طريق نقل التربة الملوثة، أو مخلفات المحصول المصاب.
- يمكن تعقيم تربة المشتل بأحد مركبات الثيرام أو الكابتان، أو بالفورمالين 1 % قبل الزراعة بفترة كافية.
- إتباع دورة زراعية مناسبة.

قائمة بالأسماء التجارية المتداولة والمادة الفعّالة لبعض المبيدات الفطرية المستخدمة كمعقمات للبذار في مكافحة أمراض التفحم

الاسم التجاري	المادة الفعالة
سبيكترو	دايفينوكونازول 30 غ / ل
فيتافاكس	ثيرام 375 غ / ل + كاربوكسين 375 غ / كغ
دبكو – رد / أغري سبور	مانكوزيب
راكسيل	تيبوكونازول