قسيم الفطريات البازيديوميكوتينية
Subdivision Basidiomycotina

طائفة الفطريات البازيدية
Class Basidiomycetes

تعد الفطريات البازيدية من أرقى المجاميع الفطرية، واكثرها تعقيدا، وتضم مجموعة متباينة من الفطريات التي تختلف في أشكالها وأحجامها ويتراوح عدد أنواعها ما بين ٢٠,٠٠٠ إلى ٢٥,٠٠٠ نوع موزعة في أكثر من ٥٥٠ جنسا. اغلبها فطريات كبيرة الحجم، تعيش عادة متطفلة أو مترممة على التربة الغنية بالمواد العضوية وعلى بقايا جذوع الأشجار وكتل الأخشاب المتساقطة في أرضية الغابات. وتشاهد هذه الفطريات عادة في الربيع والخريف في الحقول المفتوحة والغابات وتعرف بأسماء شائعة منها فطريات عيش الغرابMushrooms التي تؤكل، وعيش الغراب السام Toadstools، والكرات النافخة Puff balls والقـــرون العفنة stink horns، وفطـــريات الأرفف shelf fungi والفطريات الجيلاتينية Jelly fungi والنجوم الأرضية Earth stars وفطريات أعشاش الطير Nest's fungi وغيرها.

بالإضافة إلى ما سبق فإن هذه الطائفة تضم فطريات مجهرية ومعروفة وهي فطريات الصدأ Rust fungi وفطريات التفحم Smut fungi التي تتطفل داخل أنسجة النباتات الزهرية.

obeikandl.com

وللفطريات البازيدية أهمية اقتصادية كبيرة، إذا أنها تضم أنواعا ضارة وأخرى نافعة. فمن أنواعها الضارة فطريات تسبب تلفا وخسارة كبيرة للمحاصيل الزراعية مثل أمراض الصدأ والتفحمات، وبعض الفطريات البازيدية الراقية تتطفل على أشجار الغابات واشجار الظل، والبعض الآخر يعيش مترمما على الخشب الخام وخصوصا أخشاب ونوافذ المنازل، وأخشاب قضبان السكك الحديدية، وأعمدة التليفون وخاصة في المناطق الاستوائية التي ترتفع فيها الرطوبة الجوية طوال العام حيث تسبب الأجسام الثمرية لتلك الفطريات تآكلا وتعفنا للأخشاب المختلفة يعرف بتعفن الأخشاب Wood rotting، وسنتعرض لذلك فيما بعد.

وعلى الرغم من الأضرار الكبيرة التي تسببها الفطريات البازيدية والتي تقدر قيمتها بعشرات الملايين من الدولارات سنويا، إلا أن لبعضها فوائد اقتصادية كبيرة، حيث أنها تضم عددا من أنواع فطريات عيش الغراب التي تؤكل، وهي ذات انتشار عالمي ومعروفة للإنسان منذ القدم، وقد نشأت في بعض البلدان المتقدمة مثل اليابان ودول أوروبا والولايات المتحدة صناعات تعتمد على زراعة الأنواع ذات القيمة الغذائية الجيدة من فطريات عيش الغراب وذلك على نطاق تجاري واسع لغرض استهلاكها كغذاء للإنسان.

وتشترك الفطريات البازيدية مع الفطريات الزقية التي سبق الحديث عنها، في أن غزلها الفطري يتكون من خيوط فطرية غزيرة النمو، متفرعة ومقسمة بحواجز عرضية مثقبة، ولكنها تختلف عنها بتكاثرها الجنسي عن طريق تكوين أبواغها البازيدية Basidiospores التي تختلف جوهريا عن الأبواغ الزقية بأنها تتولد خارج تركيب خاص صولجاني الشكل يعرف بالبازيديوم أو الدعامةBasidium وهو يقابل الكيس الزقي في الفطريات الزقية، وهو إما أن يكون مقسما أو غير مقسم. أما التكاثر اللاجنسي في

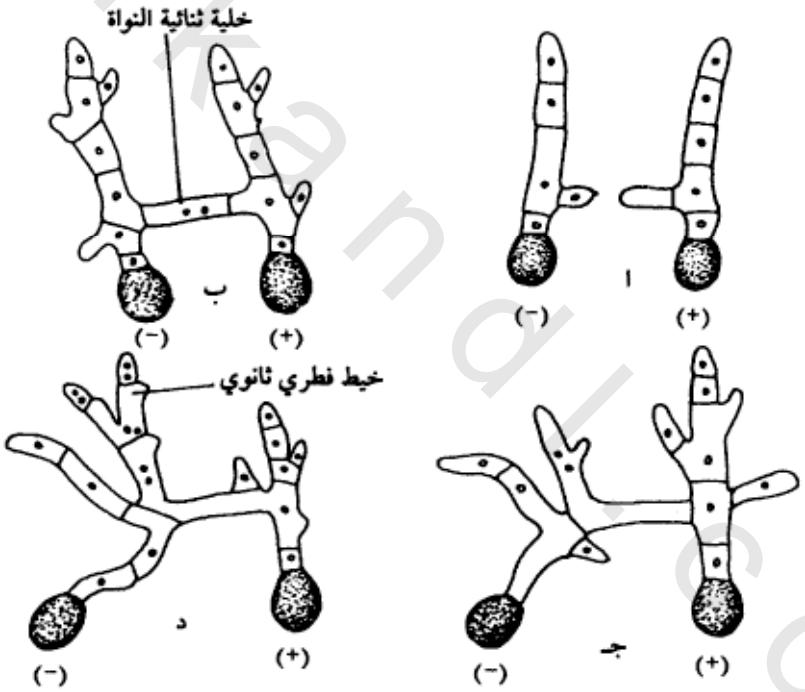
الفطريات البازيدية الذي يتم عن طريق تكوين الأبواغ الكونيدية فهو أقل انتشارا من الفطريات الزقية.

ويمكن تلخيص أهم الاختلافات بين كل من الفطريات البازيدية والفطريات الزقية في الجدول التالي:

طائفة الفطريات البازيدية	طائفة الفطريات الزقية
١- طور مزدوج الأنوية Dikaryophase يظهر لفترة طويلة في دورة الحياة.	١- طور مزدوج الأنوية يظهر لفترة ثم يختفي.
٢- تمتاز الطائفة بتكوينها للحوامل البازيدية Basidia التي تتكون فوقها الأبواغ البازيدية.	٢- تمتاز الطائفة بوجود الأكياس الزقية التي تتكون داخلها الأبواغ الزقية.
٣- تتكون الأبواغ البازيدية خارجيا على سطح البازيديوم Exogenously.	٣- تتشكل الأبواغ الزقية داخليا Endogenously أي داخل كيس يطلق عليه الكيس الزقي Ascus.
٤- عدد الأبواغ البازيدية محدود، عادة أربعة ونادراً اثنين.	٤- عدد الأبواغ الزقية يتراوح ما بين ٤ إلى ١٦ بوغ أو أكثر داخل كل كيس زقي ((عادة ثمانية)).
٥- معظم أفراد الطائفة يكوّن تراكيب يطلق عليها الثمار البازيدية Basidiocarps.	٥- معظم الفطريات الزقية تكون تراكيب فطرية خاصة تحتوي بداخلها على أكياس زقية وأبواغ زقية ويطلق عليها الثمار الزقية Ascocarps.
٦- يحتوي الغزل الفطري الثانوي في معظم أفراد الطائفة على اتحادات خلوية خاصة ومميزة تعرف بالاتصالات أو الروابط الكلابية Clamp connections وخاصة عند الحواجز المستعرضة.	٦- الروابط الكلابية غائبة، ولكن يوجد بدلاً منها تركيب خاص على الخيوط المخصبة يشبه الخطاف Crozier or hook.
٧- أعضاء التكاثر الجنسية غير متميزة على الإطلاق في دورة حياة هذه الفطريات.	٧- أعضاء التكاثر الجنسية متميزة في الأنواع البدائية وتختفي في الطرز الأكثر تطوراً.

المراحل المختلفة لتكوين البازيديوم والأبواغ البازيدية

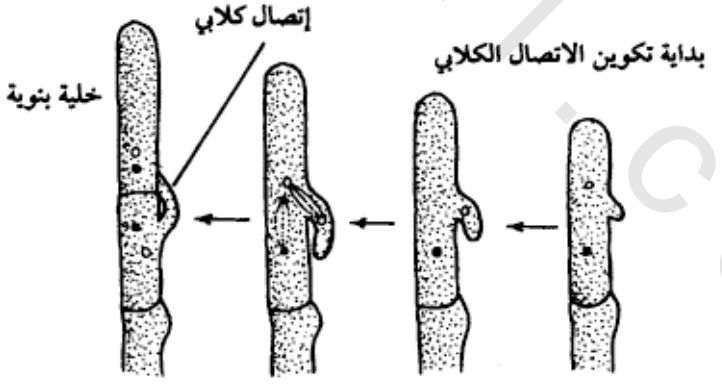
عند إنبات الأبواغ البازيدية كل على حدة فإنه ينشأ عن إنباتها أغزالا فطرية ابتدائية خلاياها أحادية النواة Monokaryons (الشكل رقم ١٣٠أ)، ولكن لا تلبث أن تتقابل الهيفات التي نشأت من إنبات بوغين بازيديين مختلفين فسيولوجيا فتندمجان ويحدث ترافق للأنوية، وذلك عن طريق تكوين الروابط الكلابية، وينتج عن ذلك تكوين غزلا فطريا ثانويا خلاياه ثنائية النواة Dikaryons (الشكل رقم ١٣٠ب).



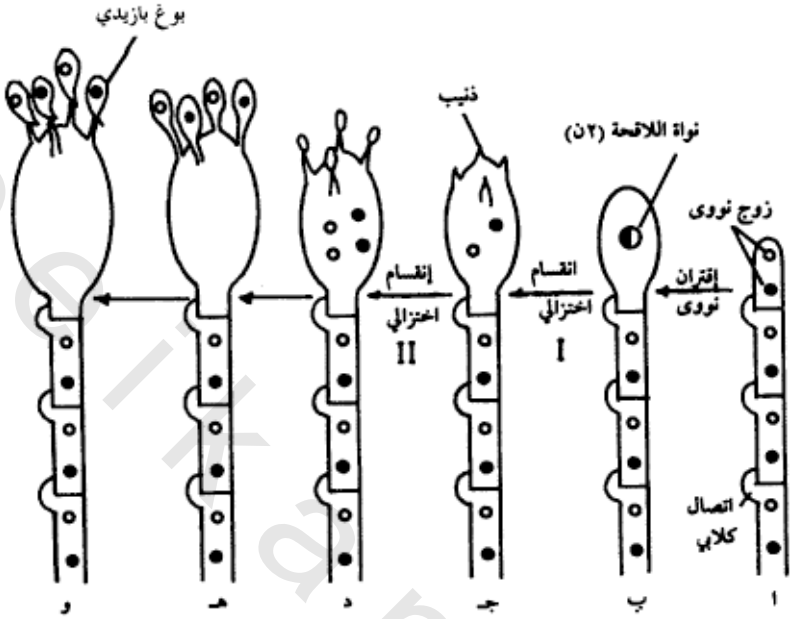
الشكل رقم (١٣٠). المراحل المختلفة لتكوين الميسيليوم الثانوي خلال الاقتران البلازمي لخليتين أحاديتي المجموعة الصبغية.

(عن باندى وتريفيدى، ١٩٧٩)

وينشأ الحامل البازيدي «البازيديوم» Basidium الحديث من خلية طرفية في خيط فطري ثنائي النواة، تنفصل عن بقية الخيط الفطري بحاجز عرضي يتكون عليه عادة رابط كلابي Clamp connection (الشكل رقم ١٣١). يحتوي كل بازيديوم على نواتين أحاديتا المجموعة الصبغية، وتتحد هاتان النواتان مع بعضهما لتكونا نواة واحدة ثنائية المجموعة الصبغية (الشكل رقم ١٣٢أ)، ولا تلبث أن تنقسم هذه النواة إنقساماً اختزالياً (ميوزيا) ينتج عنه تكوين أربع أنوية كل منها أحادية المجموعة الصبغية (الشكل رقم ١٣٢د). وتتكون الأبواغ البازيدية عند نهاية عنق يسمى ذنيب أو زائدة Sterigma تمر خلاله النواة إلى البوغ المتكون (الشكل رقم ١٣٢هـ، و). وعادة يكون عدد الأبواغ البازيدية المتكونة على سطح البازيديوم أربعة ونادرا اثنين، وليس ثمانية كما هو الحال في معظم الفطريات الزقية. وكل بوغ بازيدي يحتوي على نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية.



الشكل رقم (١٣١). الخطوات المختلفة لتكوين الاتصال الكلابي في الفطريات البازيدية.



الشكل رقم (١٣٢). ستة أطوار متتالية في تكوين البازيديوم.

أ – طرف خيط فطري ثنائي النواة.

ب – اقتران نووي.

جـ– الانقسام الاختزالي الأول (طور من نواتين).

د – الانقسام الاختزالي الثاني (طور الأنوية الأربعة).

هـ– تكوين الأبواغ البازيدية الحديثة على الذنيبات، وتهيوء الأنوية للانتقال إلى الأبواغ.

و – بازيديوم ناضج عليه أربعة أبواغ بازيدية أحادية النواة.

تصنيف الفطريات البازيدية

تنقسم طائفة الفطريات البازيدية إلى ثلاث طويئفات على حسب الصفات التالية :

١ – شكل وتركيب الحوامل البازيدية ، ما إذا كانت مقسمة أو غير مقسمة.

٢- عدد الأبواغ البازيدية التي يحملها كل بازيديوم، ما إذا كان محدداً أو غير محدد.

٣- طريقة إنبات الأبواغ البازيدية.

وهذه الطويئفات هي:

١- طويئفة الفطريات البازيدية الكاملة «المتماثلة» Subclass: Holobasidiomycetidae

٢- طويئفة الفطريات البازيدية المقسمة «المتباينة» Subclass: Phragmobasidiomycetidae

٣- طويئفة الفطريات التيليوميسيتية Subclass: Teliomycetidae

ومفتاح التصنيف التالي يبين الفروق الرئيسية بين تلك الطويئفات:

أ- الثمرة البازيدية Basidiocarp موجودة عادة، والطبقة الخصيبة محددة وتتعرض للخارج قبل نضج الأبواغ البازيدية .....ب، ب ب

ب- الحامل البازيدي ينشأ من إنبات بوغ تيليتي، وهو مقسم بجدر مستعرضة إلى أربع خلايا يكون كل منها عند النضج بوغ بازيدي.

طويئفة الفطريات البازيدية المقسمة..... Subclass: Phragmobasidiomycetidae

ب ب- الحامل البازيدي ليس مقسما (أحادي الخلية) يحمل عادة أربعة أبواغ بازيدية على ذنيبات، ويتم إنبات الأبواغ البازيدية عادة بأنابيب إنبات.

طويئفة الفطريات البازيدية الكاملة «المتماثلة» Subclass: Holobasidiomycetidae

أأ- الثمرة البازيدية Basidiocarp غائبة، الميسليوم الأولي Metabasidium or Promycelium ينشأ من إنبات بوغ ساكن سميك الجدار (بوغ تيليتي).

طويئفة الفطريات التيليوميسيتية ..... Subclass: Teliomycetidae

طويئفة الفطريات البازيدية الكاملة (المتماثلة) Subclass Holobasidiomycetidae

تضم هذه الطويئفة مجموعتين طبيعيتين يمكن تمييز بعضهما عن بعض حسب الصفات آنفة الذكر، وهاتان المجموعتان هما:

١- مجموعة الفطريات البازيدية الخصيبة Series: Hymenomycetes وفيها تكون الطبقة الخصيبة عارية (متكشفة).

٢- مجموعة الفطريات البازيدية المَعِدِيَّة Series: Gasteromycetes وفيها تكون الطبقة الخصيبة داخليا غير متكشفة.

وفيما يلي سنتناول هاتين المجموعتين بشيء من التفصيل.

*** مجموعة الفطريات البازيدية الخصيبة Series Hymenomycetes**

تعتبر هذه المجموعة من أكبر مجاميع الفطريات البازيدية، وتضم أكثر الأنواع النموذجية المألوفة التي نشاهدها عادة في أوقات الربيع والخريف نامية على أرضية الغابات والحقول، مثل فطريات عيش الغراب، وعيش الغراب السام وعديدة الثقوب الرفية، والفطريات المرجانية، وكثير من الأنواع الشحمية والخشبية. ويصل عدد الأنواع المختلفة التابعة لهذه المجموعة إلى حوالي ١٦٠٠٠ نوع معظمها واسعة الانتشار في الطبيعة.

جميع هذه الفطريات تنتج حواملها البازيدية في طبقة خصيبة منتظمة إلى حد ما. وتحمل أبواغها البازيدية في وضع مائل على الذنيبات، ثم تقذفها بعنف عندما تنضج. وتشترك جميعها في صفة محددة وهي أن طبقاتها الخصيبة تكون متكشفة تكشفا كاملا على سطح الثمرة البازيدية قبل نضج الأبواغ البازيدية.

وتختلف الثمار البازيدية في الأنواع المختلفة اختلافا كبيرا في الشكل والحجم، فهي إما أن تكون جلدية أو لحمية أو متخشبة، والميزة الرئيسية التي تشترك بها أفراد

هـذه المجموعـة تتمثـل في أن البازيـديوم المثـالي يكـون صـولجاني الشـكل وغـير مقسـم، ويحمل عادة أربعة أبواغ بازيدية على ذنيبات.

وتضم هذه المجموعة ست رتب يمكن تمييز بعضها عـن بعـض وفقـا لطريقـة تولـد الأبـواغ البازيديـة، والكيفيـة الـتي تترتـب بهـا هـذه الأبـواغ علـى الحوامـل البازيديـة في الطبقة الخصيبة. وهذه الرتب هي كما يلي:

١- رتبة الأفيلوفورات	Order: Aphyllophorales
٢- رتبة الأجاريكات	Order: Agaricales
٣- رتبة الإكسوبازيديات	Order: Exobasidiales
٤- رتبة الداكريميسيتات	Order: Dacrymycetales
٥- رتبة التولاسنيلات	Order: Tulasnellales
٦- رتبة البراكيبازيديات	Order: Brachybasidiales

سنقتصر بدراستنا فقـط علـى الـرتبتين الأولى والثانيـة نظـرا للأهميـة الاقتصـادية لأفرادهما.

رتبة الأفيلوفورات Order Aphyllophorales

تعرف هذه الرتبة سابقا برتبـة البوليبـورات Polyporales، وتضـم حـوالي ٢٠٠٠ نوع معروف (Moore & Landecker 1982). وعلـى الـرغم مـن أن أغلـب أنواعهـا يعـيش مترمما حيث تلعب دورا كبيرا في الطبيعة كمحللات للأخشاب وبقايا النباتـات العشـبية. إلا أن بعضها يعيش متطفلا على أشجار الغابات ونباتات الظل مسببة عفنا طريا لجذور وفروع تلك الأشجار. ويوجد نوعين رئيسيين من العفن المتسبب عـن نشـاط أفـراد هـذه الرتبـة، الأول يسـمى بـالعفن البـني Brown rot «تهضـم بمسـاعدة الانزيمـات الهاضـمة سـليلوز الجـدر فقـط» والثـاني يمسـى بـالعفن الأبـيض White rot «تهضـم اللجـنين دون

السليلوز» وذلك حسب طبيعة التغيرات التي تحدث عن هذه الفطريات مثل شكل العفن ولون ونوع الخشب المتعفن.

وتتميز افراد هذه الرتبة بتكشف الطبقة الخصيبة قبل نضج الأبواغ البازيدية. وتقع الطبقة الخصيبة داخل ثقوب خيشومية كثيرة في الثمرة البازيدية. وتختلف الثمار البازيدية في أشكالها وأحجامها، ولكن في معظم الأنواع تكون على شكل قلنسوة محمولة على الحامل البازيدي، وهي عادة إما أن تكون جلدية، أو فلينية متخشبة وسميكة، ولكنها ليست رخوة أو متعفنة.

وقد تم تقسيم الرتبة إلى ست فصائل هي:

١- الفصيلة الشيزوفيلية Family: Schizophyllaceae

٢- الفصيلة الكلافارية Family: Clavariaceae

٣- الفصيلة الكانثاريلية Family: Cantharellaceae

٤- الفصيلة الهيدنية Family: Hydnaceae

٥- الفصيلة الكونيوفورية Family: Coniophoraceae

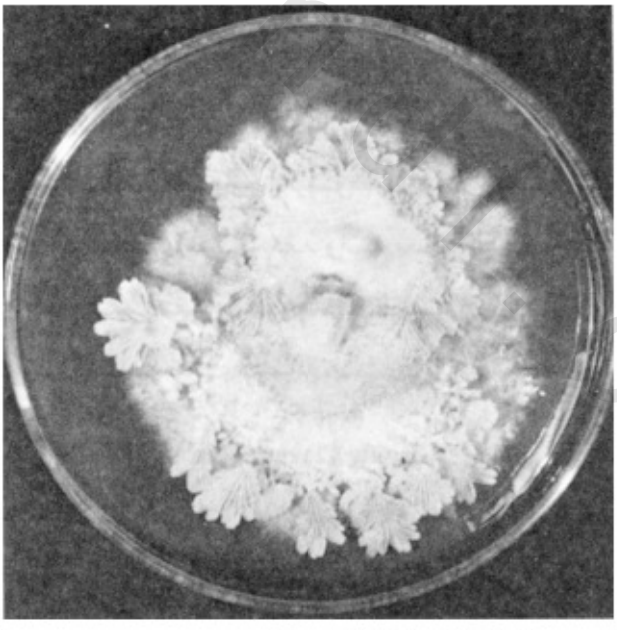
٦- الفصيلة البوليبورية Family: Polyporaceae

وفيما يلي ملخصا لهذه الفصائل ووصفا مبسطا لبعض الأجناس المهمة التي تنتمي إليها.

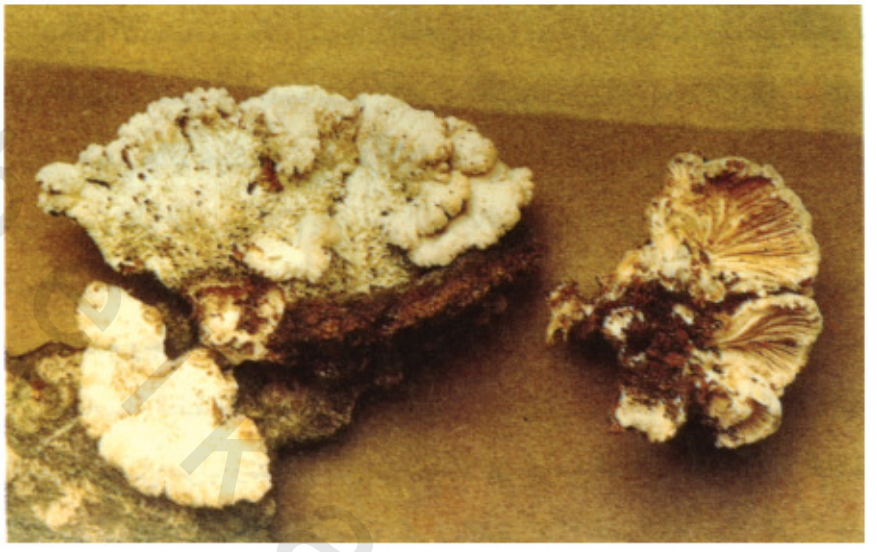
☐ الفصيلة الشيزوفيلية Family Schizophyllaceae

ينتمي إلى هذه الفصيلة النوع المشهور *شيزوفيللام كوميون* *Schizophyllum commune* وهو من أوسع الفطريات انتشارا في العالم، ومن السهل زراعته في المعمل، والتعرف عليه (الشكل رقم ١٣٣). ويعتبر هذا الفطر قيما من وجهة النظر التجريبية، ولذا فهو يستعمل على نطاق واسع في الدراسات المتعلقة بكل من الوراثة والسلوك،

علم وظائف الأعضاء، وعلم الشكل الظاهري، وقد نشر عنه العديد من البحوث العلمية القيمة. والثمار البازيدية لهذا الفطر رمادية اللون، مروحية الشكل، جلدية وصغيرة الحجم عادة حيث يتراوح قطر الواحدة منها ما بين أقل من واحد إلى أربعة سنتيمترات. وفطر الشيزوفيللام يعد من الفطريات المترممة التي تلتصق جانبيا بجذوع الاشجار والكتل الخشبية والفروع النباتية الميتة (الشكل رقم ١٣٤). وتتصف ثمرته البازيدية بعدم وجود عنق Stalk، ومن المميزات التي تدل على التعرف على هذا الفطر شكل وخاصية الطبقة الخصيبة للثمرة البازيدية فهي تتكون من صفائح رقيقة، خياشيمها تنفصل طوليا وتتشعع من موضع الاتصال مع التفاف أطرافها إلى الخلف وتشقق حوافها، وفي أغلب الأحيان يكون الشق أو الانفصال ضحلاً للغاية على شكل حز أو أخدود.



الشكل رقم (١٣٣). مزرعة فطرية *لشيزوفيللام كوميون Schizophyllum commune*، لاحظ ظهور عدد من الثمار البازيدية المروحية الشكل على أطراف المزرعة.



الشكل رقم (١٣٤). الثمار البازيدية لفطر *شيزوفيللام كوميون S. commune*، نامية على بقايا أخشاب الأشجار الميتة، لاحظ خياشيم الفطر التي تخرج بشكل شعاعي من نقطة اتصالها بالثمرة البازيدية للفطر.

(عن فيليبس، ١٩٨١)

ونظرا لوجود هذه الصفائح الخيشومية الرقيقة بالإضافة إلى وجود الثمرة البازيدية ذات الملمس الطري نسبيا، فقد وضع بعض البحاث هذا الجنس في رتبة الأجاريكات إلا أن الكثير يعتقدون أن هذه الصفائح لا تماثل الموجودة في أفراد رتبة الأجاريكات، ولذا فقد أستحدثت الفصيلة الشيزوفيلية لتلائم هذا الجنس.

□ الفصيلة الكلافارية Family Clavariaceae

تضم هذه الفصيلة فطريات زاهية الألوان وذات ثمار بازيدية جميلة، ويطلق عليها عادة الفطريات المرجانية Coral fungi نظرا لطبيعتها التي تشبه الشعب المرجانية، وهي فطريات مترممة، تنتج ثمارا بازيدية منتصبة بسيطة، صولجانية الشكل أو شجيرية متفرعة في شكل مرجاني. وبعض ثمارها البازيدية زاهية الألوان، تتراوح ما بين الأصفر

والبرتقالي والبنفسجي، نظرا لوجود أنواع معينة من الصبغات. ومن بين أنواعها المألوفة نذكر:

١- *كلافاريا فيرميكيولاريس Clavaria vermicularis*. (الشكل رقم ١٣٥). وهو من الفطريات المترمة الصالحة للأكل، ولكنه قليل الأهمية، هو ينمو في الحدائق والمروج الخضراء في أثناء فصل الخريف في المناطق المعتدلة الشمالية، وثمرته البازيدية بيضاء اللون، بسيطة، تتجمع على شكل خصلة كثيفة، وتتفرع نهاياتها تفرعا قطريا أو منبسطا على شكل أخدود. ويتراوح طول الثمرة البازيدية ما بين ٦-١٢سم، وعرضها ما بين ٣-٥مم، وهي هشة سريعة الانكسار، والأبواغ البازيدية لونها أبيض.

الشكل رقم (١٣٥). الثمار البازيدية لفطر *كلافاريا فيرميكيولاريس Clavaria vermicularis*.

(عن فيليبس، ١٩٨١)

٢- راماريا ستريكتا *Ramaria stricta* (الشكل رقم ١٣٦). وهو من الفطريات المترمة التي تنمو على جذوع وكتل الأشجار الصنوبرية في غابات المناطق المعتدلة

الشمالية، ويكثر وجوده في الخريف والشتاء، وهذا الفطر غير صالح للأكل وينتج ثمار بازيدية متفرعة تفرعا ثنائي الشعب، وهي منتصبة ويتراوح ارتفاعها ما بين ٤-١٠سم، وعرضها ما بين ٣-٨سم، وتنشأ الثمار البازيدية إما من الغزل الفطري مباشرة أو من الأشكال الجذرية Rhizomorphs. ويتراوح لونها ما بين الأصفر الخفيف إلى اللون اللحمي، وبمرور الوقت يصبح لونها بني داكن بلون القرفة، ونهايات أفرع الثمرة البازيدية تكون في البداية صفراء اللون ثم تصبح عديمة اللون.

الشكل رقم (١٣٦). *رامارية ستريكتا* *Ramaria stricta* وهو أحد الفطريات المرجانية.

(عن فيليبس، ١٩٨١)

□ الفصيلة الكانثاريللية Family Cantharellaceae

على الرغم من أن معظم الثمار البازيدية للفطريات التابعة لرتبة الأفيلوفورات تعتبر صالحة للأكل نظرا لصلابتها، إلا أن هذه الفصيلة والتابعة لنفس الرتبة تضم

عددا من الأنواع الفطرية الصالحة للأكل والتي تسمى بالكانثريلز Chanterelles. والثمار البازيدية لمعظم هذه الأنواع بسيطة، وتشبه في شكلها فطريات عيش الغراب التابعة لرتبة الأجاريكات. وبعضها يشتمل على ثمرة بازيدية ذات قلنسوة وعنق شبيهة بفطر عيش الغراب الاعتيادي، ولكن البعض الآخر منها يتكون من قلنسوة قمعية الشكل، وتضم هذه الفصيلة عددا من الأجناس أهمها جنس *كرايتريللس Craterellus* وله ثنيات شبيهة بالحواف، ويوضع أحيانا ضمن الفصيلة التيليفورية Telephoraceae. وجنس *كانثاريللس Cantharellus* الذي تشتمل قلنسوته على ثنيات ناعمة جدا، وتراكيب شبيهة بالخياشيم، ويوضع هذا الجنس أحيانا ضمن الفصيلة الأجاريكية، ويضم عددا من الأنواع أشهرها النوع المعروف *بكانثاريللس سيباريا Cantharellus cibarius*، وهو مشهور في أوروبا وأمريكا، وثمنه مرتفع بالمقارنة مع فطريات عيش الغراب الأخرى ويفضله الكثيرون نظرا لما يمتاز به من نكهة ومذاق لذيذ.

□ الفصيلة الهيدنية Family Hydnaceae

يطلق على أفراد هذه الفصيلة بالفطريات ذات الأسنان Tooth fungi حيث تكون حوامل بازيدية تتميز بوجود أشواك أو بروزات شبيهة بالأسنان تحمل وتغطى بالطبقة الخصيبة، وتتجه إلى أسفل، وتتباين ثمارها البازيدية في الشكل، فهي إما أن تكون شحمية شبيهة بفطريات عيش الغراب، أو تكون مرجانية فتصبح أكثر رخاوة وهلامية من مثيلاتها في الفصيلة الكلافارية، التي تتميز عادة بأنها أكثر صلابة وغضروفية. وتعتبر الأجناس *هيدنوم Hydnum* (الشكل رقم ١٣٧) *وهيريسيام Hericium* من أشهر الأجناس المعروفة في هذه الفصيلة. حيث تسبب أنواعها المختلفة عفنا للأخشاب. ويضم جنس *هيريسيام* عددا من الأنواع المألوفة أهمها:

الشكل رقم (١٣٧). الثمرة البازيدية لفطر هيدنوم ريباندوم *Hydnum rebandum*، وهو أحد الفطريات ذات الأسنان، لاحظ الحوامل البازيدية التي تتميز بوجود أشواك أو بروزات شبيهة بالأسنان.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

١ – هيريسيام إيريناسياس *Hericium erinaceus* الذي يسمى برأس الدب Bear's head، وهو يوجد ناميا على المناطق المجروحة في جذوع الأشجار الصنوبرية الحية. وثمرته البازيدية بيضاء اللون، وشكلها مستطيل أو بيضي إلى حد ما، خشنة، ويتدلى من سطحها العلوي أشواك، وهو من الأنواع التي تؤكل.

٢ – هيريسيام كورالويدس *H. coralloides* ويمتاز بثمرة بازيدية جميلة مرجانية التفرع، يتدلى من السطح العلوي لأفرع الثمرة البازيدية أشواك شبيهة بالأسنان، وقد يصل قطر الثمرة البازيدية لهذا النوع إلى حوالي ٢٥سم، ولونها أبيض ناصع عندما تكون صغيرة، ثم يصبح لونها أصفر عندما تنضج، وينمو هذا النوع على بقايا جذوع الأشجار، ويسهل التعرف عليه، وهو من الأنواع الصالحة للأكل.

□ الفصيلة الكونيوفورية Family Coniophoraceae

تعتبر هذه الفصيلة من الفصائل الحديثة، حيث تضم عددا من الأجناس التي كانت في الماضي تتبع عدد من الفصائل التقليدية. وتعيش أفرادها أساسا معيشة رمية على أخشاب المنازل المهجورة، والقوارب الخشبية، وأخشاب الأثاث والأبواب وأعمدة الكهرباء والتليفون ذات القواعد الخشبية المبللة بالماء، أو أي نوع من الخشب الذي يكون متصلا وملامسا للرطوبة، وتسبب له أعفانا تسمى بالعفن الجاف Dry rot. والعفن الرطب Wet rot. وينحصر وجود هذه الفطريات في المنازل عديمة التهوية والتكييف خاصة في المناطق المعتدلة والباردة كدول شمال أوروبا ووسطها، أما دول جنوب أوروبا فلا تشكل هذه الفطريات خطرا عليها، كذلك يندر وجودها في المنازل الجافة والجيدة التهوية، وفي المناطق المفتوحة والحقول.

ومن الأجناس المشهورة التابعة لهذه الفصيلة ما يلي:

١ – جنس ميروليوس *Merulius* (سيربيولا *Serpula*)

يضم هذا الجنس عددا من الأنواع أهمها وأشهرها النوع *Serpula lacrymans* (الشكل رقم ١٣٨) المسبب الرئيسي للعفن الجاف Dry rot للأخشاب في وحدات البناء الخشبية والأرضيات وغيرها من المنشآت المصنوعة من الخشب، فهو يعتبر أكثر الفطريات المحللة للخشب انتشاراً وخطورة، وهو المسؤول عن ما يصيبها من تلف كبير. تنبت أبواغ هذا الفطر في الجو الرطب، عند درجة حرارة لا تتجاوز ٢٥-٢٦°م، وينحصر وجوده في المناطق الباردة على الأخشاب المركبة داخل المنازل وداخل براويز الأبواب والشبابيك.

وتجدر الإشارة إلى أن كلمة العفن الجاف والتي تتسبب عن هذا النوع من الفطريات لا تعطى إلى حد ما المعنى الدقيق، حيث إنه في العادة لا يوجد أي تعفن للخشب متسبب عن فطر معين، إلا عندما يكون محتوى الرطوبة في الخشب لا يقل عن ٢٠٪ وعندها يصبح الخشب معرضا للإصابة بفطريات العفن الجاف، شريطة أن تتوفر الظروف الملائمة

للاصابة، من برودة ورطوبة وغير ذلك. ومحتوى الرطوبة الأمثل للإصابة بهذا الفطر حوالي ٣٠-٤٠٪.

وفي الوقت الذي تصاب فيه الأخشاب المركبة في المنازل بهذا النوع من الفطريات فإنه من الصعب إبادتها والقضاء عليها، حتى لو استخدمت جميع الوسائل الممكنة لإبادتها مثل استخدام المبيدات الفطرية، الدهانات، الزيوت، حرق الأخشاب المصابة أو حتى إزالتها، كل هذه الطرق غير مجدية للقضاء على هذه الفطريات. وتعتبر المنازل الموبوءة غير صالحة للسكن، حيث تهدد ساكنيها بالانهيار، وفطر *سيربيولا لاكريمانز* معروف جيدا، منذ زمن بعيد، لدى عامة الناس، في الدول التي توجد بها تلك الفطريات مثل انجلترا واسكتلندا وشمال المانيا والسويد وغيرها من الدول الباردة كثيرة الأمطار، حيث أن هذا الفطر يعتبر شبحا مخيفا متى ما حل ضيفا ثقيلا على أحد المنازل الشعبية في تلك الدول.

الشكل رقم (١٣٨). الجسم الثمري لفطر *سيربيولا لاكريمانز* ***Serpula lacrymans*** وهو أحد فطريات العفن الجاف، لاحظ نموه على الأخشاب مسببا تآكلها بسرعة، وانتشار أبواغه البازيدية البرتقالية اللون على الجزء النامي عليه.

(عن Al-Rahmah, 1975)

وقد وصف هذا الفطر في الكتب القديمة على أنه جذام المنزل Leprosy of house وعندما تتوفر شروط الإنبات لأبواغ الفطر، وهي الرطوبة والحرارة الملائمتين، فإن الغزل الفطري يتخلل داخل الخشب ويتفرع ، ثم ينتشر إلى مسافات كبيرة، وينشأ منه أشكال جذرية Rhizomorphs، تنمو فوق الأجسام اليابسة، وعلى جدران المنازل المهجورة، وتهاجم الأخشاب من مسافة بعيدة عن مصدر الإصابة. وللفطر القدرة على تكوين خيوط توصيلية سميكة وقوية يصل سمكها في بعض الأحيان إلى سمك قلم الرصاص (من٥-٨مم)، ولهذه الخيوط القدرة على جذب الماء من مسافة بعيدة، وعلى النفاذ خلال فتحات جدران الطوب، والانتشار داخلها، ويتفرع منها هيفات دقيقة جداً سمكها حوالي ٣,٥ ميكرومتر لامتصاص ما يحتاج إليه الفطر من ماء ومواد غذائية لازمة لنموه (Al-Rahmah,1975).

وعندما يصاب الخشب بالفطر، فإن لونه يتغير إلى اللون البني ويصبح هشا أو رخوا، ويحدث انحلال تام في نقط موضعية تكون مملوءة بمسيليوم أبيض اللون، وعند تجفيف الخشب المصاب فإنه يتشقق إلى مكعبات صغيرة، قد تتحول بعد ذلك إلى مسحوق ناعم وجاف، ومن هنا أتى الاسم الشائع للفطر «العفن الجاف».

والأجسام الثمرية Fruiting bodies (الشكل رقم ١٣٨)، ذات لون يشبه القرفة، وهي غير منتظمة الشكل والحجم، وتمتاز بأنها لينة، جلدية، وبأبواغها البرتقالية التي تشبه الصدأ. وتكون الأجسام الثمرية في حالتها النموذجية على شكل صفيحة سميكة، لحمية، وعندما يكون الجسم الثمري صغيرا، يكون لونه رمادي شاحب، ولكن عندما تتكون الأبواغ وتنتج بكميات كبيرة جدا، فإن الطبقات الخصيبة للجسم الثمري تصبح حمراء اللون تشبه الصدأ.

وتتباين الأجسام الثمرية في حجمها حيث يصل قطر الجسم الثمري الواحد من سنتيمترات قليلة إلى متر واحد أو أكثر، وقد يصل سمكه إلى حوالي ٢٠سم في بعض

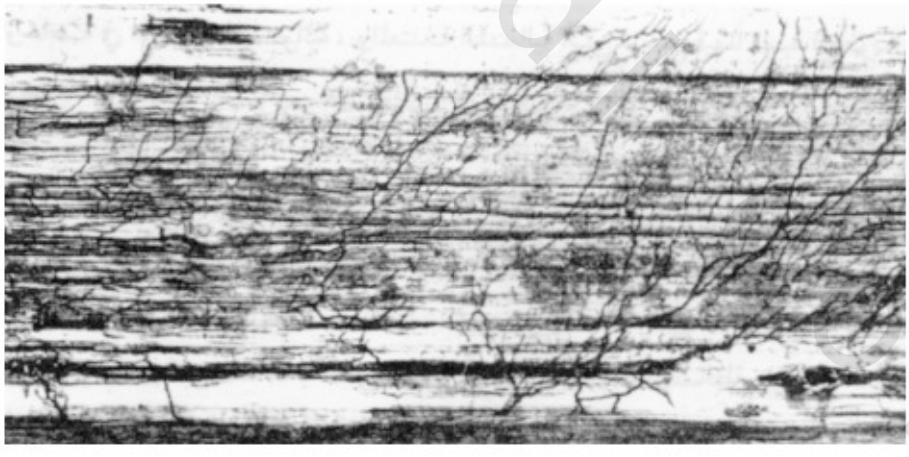
الحالات، ويكثر وجود هذه الأجسام الثمرية في الأماكن الرطبة المغلقة والمهجورة، وتتكون الطبقة الخصيبة للجسم الثمري من تجاعيد، أو من ثقوب ضحلة غير منتظمة، حوافها خصبة تنتج آلاف الملايين من الأبواغ البازيدية البرتقالية اللون التي تشبه الصدأ، وفي المنازل الشديدة التلوث تتجمع ترسبات صدأية على السطوح المصقولة، وتتراوح أبعاد البوغ البازيدي ما بين ٩-١٠×٥-٦ميكروميتر. وفي العادة يوجد على أطراف الجسم الثمري منطقة عقيمة لونها رمادي إلى أبيض عبارة عن الغزل الفطري للفطر (Al-Rahmah,1975).

٢- جنس *كونيوفورا* *Coniophora*

يضم هذا الجنس حوالي عشرة أنواع أهمها فطر *كونيوفورا سيريبيلا* *C.cerebella* (الشكل رقم ١٣٩)، الذي يطلق عليه فطر الأقبية أو السراديب Cellar fungus. وهو واسع الانتشار في أوروبا، ويوجد في أمريكا واستراليا، وهو أكثر شيوعا في تلك المناطق من فطر العفن الجاف «*ميروليس لاكريمانز*». ويسبب تحللاً وتآكلاً لجميع الأثاث والأشياء المصنوعة من الخشب عندما تصبح مشربة بالماء، ويكثر وجوده في السراديب والمناجم الرطبة، ويندر أن يوجد في الحقول والأماكن المكشوفة، ويعرف أحيانا بفطر العفن الرطب Wet rot fungus إذ أن محتوى الرطوبة الأمثل للاصابة بهذا الفطر تتراوح بين ٥٠-٦٠ بخلاف فطر العفن الجاف الذي يلائم انتشاره محتوى رطوبة تتراوح بين ٣٠-٤٠٪ من الوزن الجاف للخشب. وفطر *كونيوفورا سيريبيلا* ينمو وينتشر عند درجة حرارة تتراوح بين ٥-٣٥°م، ولكن درجة الحرارة المثلى التي يزدهر عندها الفطر هي ٢٣°م. ومقاومة فطر *الكونيوفورا* والقضاء عليه يعتبر أسهل بكثير من نظيره فطر *سيريبيولا لاكريمانز*، ولذا فالخسائر المترتبة عن اصابته للمصنوعات الخشبية في المنازل أقل من تلك التي تتسبب عن فطر *سيريبيولا*.

الثمار البازيدية أو ما يسمى بالأجسام الثمرية لهذا الفطر جلدية، رقيقة، وهي متباينة في الحجم، ويتراوح قطر الواحد منها من سنتيمترات قليلة إلى نصف متر أو

أكثر. والجسم الثمري لونه أصفر قشدي عند بداية تكوينه، ولكن عند إنتاج الأبواغ البازيدية، يصبح لونه أخضر زيتوني، أو بني زيتوني، وأطرافه تحتفظ بلونها القشدي الذي يميل إلى البياض، والأبواغ البازيدية بيضاوية الشكل، لونها ما بين الأصفر إلى البني إلى البني الزيتوني. وتتراوح أبعاد البوغ البازيدي ما بين ١١-١٣×٧-٨ ميكروميتر، وهي تعتبر أكبر حجما من نظيرتها في فطر *سيربيولا لاكريمانز*. ويعتمد إنبات الأبواغ البازيدية في فطر *كونيوفورا* على عدة عوامل منها الرطوبة، والحرارة، وطبيعة وسط النمو. فعندما تكون حرارة الجو منخفضة ومحتوى الرطوبة لأي مادة خشبية بين ٥٠-٦٠٪ من وزنها الجاف، فإنها تصبح معرضة للإصابة بهذا الفطر. وتجدر الإشارة إلى أن فطر *كونيوفورا* له القدرة على تحليل كل من مادة السليلوز واللجنين في الخشب المصاب، بينما فطر *سيربيولا* يحلل فقط السليلوز، ولا يستطيع تحليل مادة اللجنين في الخشب.



الشكل رقم (١٣٩). جزء من خشب احدى المنازل المهجورة مصاب بفطر *كونيوفورا سيربيلا Conphora cerebella* وهو أحد فطريات العفن الرطب، ويعرف بفطر الأقبية أو السراديب.

□ الفصيلة البوليبورية Family polyporaceae

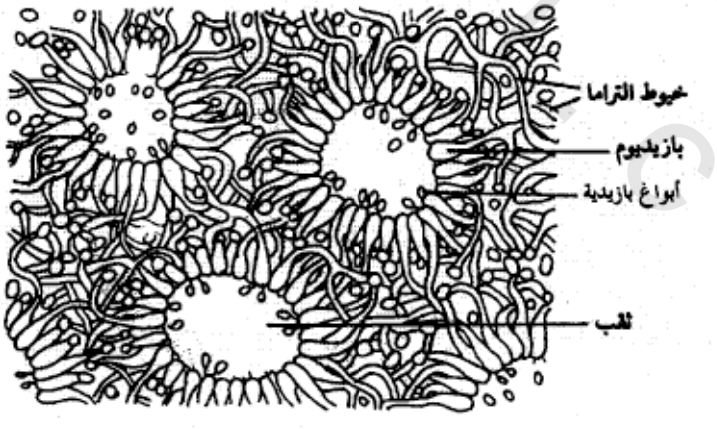
تعد هذه الفصيلة من أكبر الفصائل التابعة لرتبة الأفيلوفورات، وتسمى أفرادها عادة بالفطريات ذات الثقوب Pore fungi. ومعظم الفطريات التي تقع تحت هذه الفصيلة تكون ثمارا بازيدية ذات حجم كبير نظرا لاستمرارها في النمو سنة بعد أخرى. فهي إذاً حولية أو معمرة، وتكون رخوة وطرية في حداثتها، ولكنها عند نضجها تصبح صلبة، شحمية أو جلدية، أو خشبية أو فلينية التركيب، وقد تأخذ الثمار البازيدية شكل القشور أو الأرفف أو المظلة ولذلك فهي تسمى أحيانا بالفطريات الرفية Shelf fungi والطبقة الخصيبة منها تبطن السطح الداخلي لتركيبات أنبوبية مفتوحة للخارج (ثقوب). وكثير من الفطريات التابعة لهذه الفصيلة تصيب الأشجار الخشبية في الغابات وتسبب لها أمراضا، وترجع أهمية بعض أنواعها إلى أنها تهاجم وتدمر الخشب الخام خاصة عند تعرضه للرطوبة، وتسبب له عفنا يقلل من قيمته الاقتصادية.

ومن الأجناس الشهيرة التابعة لهذه الفصيلة أجناس: *بوريا Poria*، و*بوليبوراس Polyporus*، و*فوميس Fomes* و*لينزايتس Lenzites* وهذه الفطريات واسعة الانتشار وخاصة في المناطق الاستوائية، والمعتدلة الشمالية التي ترتفع فيها نسبة الرطوبة، ويمكن تمييز بعضها عن بعض عن طريق شكل ولون وحجم ثمارها البازيدية والثقوب الممتدة داخلها.

ومن أشهر أنواع *بوليبوراس* وجودا وأكثرها أهمية من الناحية الاقتصادية فطر *بوليبوراس سلفيورياس Polyporus sulphureus* (الشكل رقم ١٤٠) والذي يطلق عليه أحيانا بعيش غراب الكبريت كما يدل اسمه، وهو يسبب تعفن الخشب في الأشجار الصنوبرية، ويمكن مشاهدته على جذوع أشجار الغابات المتساقطة. ويتفرع الغزل الفطري داخل الكتل الخشبية، ولون الثمار البازيدية أصفر بلون الكبريت وتظهر كقوس نصف دائري جانبي يبلغ قطره من ٢٠-٤٠سم وسمكه من ٢-٣سم. وتقع على السطح السفلي من الثمرة البازيدية ثقوب أو تركيبات أنبوبية مفتوحة للخارج ومبطنة بطبقة خصيبة (الشكل رقم ١٤١).

الشكل رقم (١٤٠). الثمرة البازيدية لفطر *بوليبوراس سلفيوريس* ***Polyporus sulphureus*** وهو أحد فطريات الأرفف.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)



الشكل رقم (١٤١). قطاع في الطبقة الخصبية لإحدى فطريات *البوليبوراس* ***Polyporus*** sp بين الحوامل البازيدية مبطنة لتجاويف أنبوبية.

ويضم جنس *بوليبوراس* كذلك عدد من الأنواع الواسعة الانتشار والتي لا تقل أهميته عن النوع السابق، وتعيش مترممة أو متطفلة على كثير من أشجار الغابات أهمها:

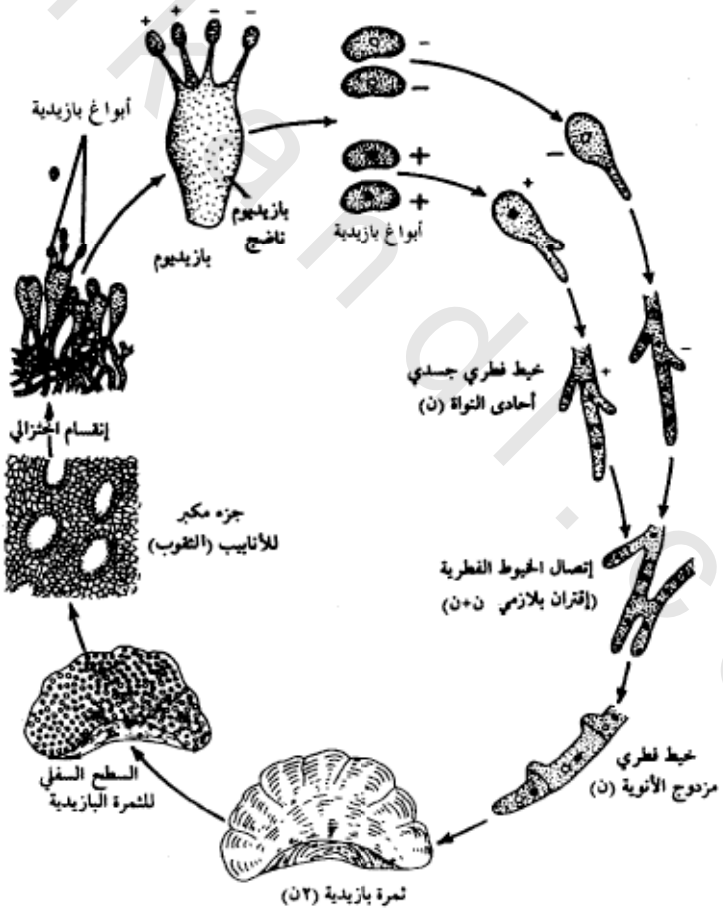
١- بوليبوراس سكواموزاس *Polyporus squamosus*

٢- بوليبوراس بيتيولينس *P. betulinus*

٣- بوليبوراس فيرسيكولور *P. versicolor*

٤- بوليبوراس سيناباريناس *P. cinnabarinus*

ويمثل الشكل رقم (١٤٢) ملخصا لدروة حياة جنس *بوليبوراس*.



الشكل رقم (١٤٢). دورة حياة فطر *بوليبوراس Polyporus*.

رتبة الأجاريكات Order Agaricales

يطلق على هذه الرتبة أحيانا بالفطريات الخيشومية Gill fungi وينتسب إليها الفطريات التي يطلق على ثمارها البازيدية (أجسامها الثمرية) بفطريات عيش الغراب التي تؤكل Mushrooms ، وفطريات عيش الغراب السامة Toadstools التي يصعب التمييز بينهما من الناحية الشكلية. ويعتبر أفرادها ذات انتشار عالمي ، ولها أهميتها البالغة من الناحية الاقتصادية.

وتضم هذه الرتبة حوالي ٧٠٠٠نوع موزعة في حوالي ٢٠٠جنس يعيش معظمها مترمما في تربة الغابات الغنية بالمواد الدبالية وعلى كتل الأشجار الميتة وفي الحدائق والمروج الخضراء. وبعضها يدخل في علاقة خاصة مع جذور بعض أشجار الغابات كالصنوبر والزان تعرف بالجذر فطريات Mycorrhizae وتتميز أفرادها بأن الحامل البوغي Sporophore يتركب من حامل صلب وقوي يحمل في طرفه قلنسوة مستديرة على شكل مظلة ، تتدلى منها إلى أسفل صفائح أو أنابيب خيشومية.

والأنواع المختلفة لفطريات عيش الغراب تنتج ثمارها البازيدية في الفصول المختلفة من السنة ، ولكن يكثر وجودها في فصلي الربيع والخريف وخاصة في المناطق المعتدلة الشمالية. والثمار البازيدية لهذه الفطريات لحمية طرية قابلة للتحلل والتعفن السريع ، وحواملها البازيدية Basidia غير مقسمة ، صولجانية الشكل ، وتحمل عادة أربعة أبواغ بازيدية ، على ذنيبات تنشأ في قمة الحامل البازيدي.

وتشتمل هذه الرتبة على إحدى عشرة فصيلة جرى تقسيمها بالاستناد إلى عدد من الصفات نذكر منها :

١- طبيعة الثمار البازيدية.

٢- لون وشكل الأبواغ البازيدية وخاصة الزركشة الخارجية لجدار البوغ.

٣- لون وشكل وطريقة تكوين الصفائح الخيشومية.

٤- التركيب التشريحي لمختلف أجزاء الثمرة البازيدية.

٥- وجود أو عدم وجود القناع العام في الثمرة البازيدية.

وهذه الفصائل هي :

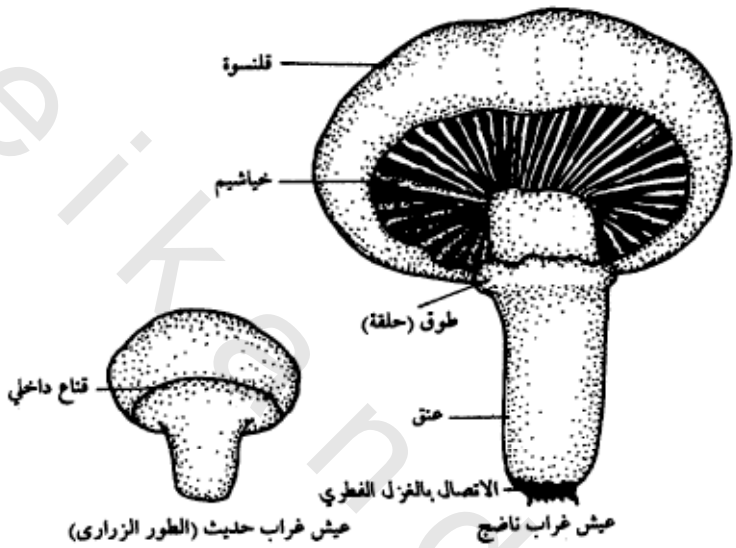
١ - الفصيلة الأجاريكية	Family Agaricaceae
٢ - الفصيلة الكوبرينية	Family Coprinaceae
٣ - الفصيلة البوليتية	Family Boletaceae
٤ - الفصيلة الأمانيتية	Family Amanitaceae
٥ - الفصيلة الترايكولوميتية	Family Tricholomataceae
٦ - الفصيلة الراسيولية	Family Russulaceae
٧ - الفصيلة الهيجروفورية	Family Hygrophoraceae
٨ - الفصيلة الليبيوتية	Family Lepiotaceae
٩ - الفصيلة الفولفارية	Family Volvariaceae
١٠ - الفصيلة الستروفارية	Family Strophariaceae
١١ - الفصيلة الكورتينارية	Family Cortinariaceae

وسنكتفي فقط بمناقشة مختصرة للفصائل الخمس الأولى نظرا لشهرتها وأهمية أفرادها من الناحية الاقتصادية.

☐ الفصيلة الأجاريكية Family Agaricaceae

تضم هذه الفصيلة جنسا واحدا فقط، ومعروفا لدى الكثيرين من عامة الناس وهو جنس *أجاريكس Agaricus*. وجميع أنواع هذا الجنس تنتج ثمارا بازيدية (الشكل رقم ١٤٣) شحمية طرية وأحيانا جلدية ذات قلنسوة بيضاء تميل إلى اللون البني أو الرمادي، وتتدلى منها إلى الأسفل صفائح خيشومية رقيقة وعديدة، تتميز بأنها غير

شمعية، وتتخذ في أغلب الأحيان شكل مخروطي بحيث تسقط الأبواغ المتكونة على البازيديات التي في الجزء العلوي دون أن تصطدم بالأبواغ الساقطة من الجزء السفلي لها (الشكل رقم ١٤٥). كما أنه لا يسهل فصل هذه الخياشيم عن بقية الثمرة البازيدية.



الشكل رقم (١٤٣). ثمرة بازيدية ناضجة وأخرى حديثة في نوع *أجاريكس* *Agaricus* sp.

الوضع التصنيفي لجنس أجاريكس Systematic position of Genus *Agaricus*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Basidiomycotina	قسيم: الفطريات البازيديومكوتية
Class: Basidiomycetes	طائفة: الفطريات البازيدية
Subclass: Holobasidiomycetes	طويئفة: الفطريات البازيدية الكاملة (المتماثلة)
Series: Hymenomycetes	مجموعة: الفطريات الخصية
Order: Agaricales	رتبة: الأجاريكات
Family: Agaricaceae	الفصيلة: الأجاريكية
Genus: *Agaricus*	جنس: *أجاريكس*

يعيش جنس *أجاريكس* مترمما في التربة الرطبة الغنية بالمواد الدبالية وعلى كتل الأخشاب وبقايا جذوع الأشجار وبقايا جذوع الاشجار المتساقطة في أرضية الغابات. وتشاهد أنواعه بكثرة في الحقول العامة والغابات والمروج الخضراء وذلك خلال فصلي

الربيع والخريف خاصة في المناطق المعتدلة الشمالية. ويضم هذا الجنس عدداً من الأنواع الصالحة للأكل مثل *أجاريكس كامبسترس Agaricus campestris*، *أجاريكس رودماني A.rodmani*، *أجاريكس سيلفاتيكس A.silvaticus* و*أجاريكس بلاكومسس A.placomyces*، ولو أن النوعين الأخيرين يسببان لبعض الناس بعض الاضطرابات المعديَّة عند تناولهما. وأشهر الأنواع الصالحة للأكل والتابعة لجنس الأجاريكس هو النوع *A. bisporus* (الشكل رقم ١٤٦أ) الذي تستغل ثماره البازيدية كغذاء للإنسان، فهو يزرع على نطاق تجاري واسع في مختلف مناطق العالم كأوروبا وأمريكا واليابان حيث يباع طرياً أو مجففاً أو محفوظاً.

ويتكون الجسم الخضري Vegetative body للفطر من هيفات متفرعة ومقسمة بحواجز عرضية إلى خلايا، وكل خلية تحتوي على نواتين، ويعيش غالبا مطمورا في التربة أو في المادة العضوية التي ينمو عليها الفطر ليحصل على غذائه العضوي منها، ولهذا السبب فإنه لا توجد فطريات عيش الغراب إلا في الأماكن التي يوجد فيها كمية كبيرة من المواد العضوية.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي. رغم أن هذا النوع من التكاثر يعد نادرا في فطريات عيش الغراب، إلا أنه عندما يحدث يكون عن طريق تكوين الأبواغ الكلاميدية Chlamydiospores التي تنبت لتعطي الغزل الفطري.

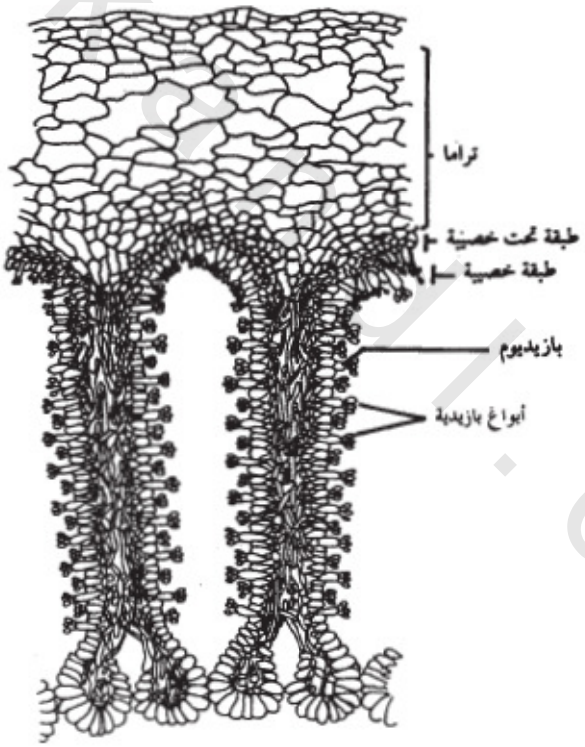
التكاثر الجنسي. كما سبق ذكره فإن الفطريات البازيدية جميعها لا تكون أعضاء جنسية مميزة، ولذا فإن التكاثر الجنسي في هذه الفطريات يتم عندما تكون ظروف درجة الحرارة والرطوبة ملائمة، وخيوط الجسم الخضري قد امتصت قدرا كافيا من الغذاء، عند ذلك تتقابل هيفات الغزل الفطري الابتدائي ذو الخلايا أحادية النواة (الشكل رقم١٤٤جـ)، والتي نشأت من انبات بوغين بازيديين من سلالتين

مختلفتين جنسيا (+و-) (الشكل رقم ١٤٤ب)، وينشأ عن ذلك اندماج بروتوبلاستي الخليتين أحاديتي النواة دون حدوث اقتران نووي فينتج عن ذلك تكوين خلية بها زوج من الأنوية Binucleate cell (الشكلين رقما ١٣٠ب، ١٤٤د)، وبعد ذلك تتكون الاتصالات الكلابية Clamp connections على الحواجز العرضية نتيجة لنمو فرع قصير خلف كل حاجز عرضي مباشرة، وهذا الفرع ينحني إلى أن يلامس الخلية التي على الجانب الآخر من الحاجز العرضي، وينتقل عن طريقه زوج الأنوية ثم تمتزج محتويات الخليتين المتجاورتين معا ويحدث ترافق للأنوية ويكون الناتج غزل فطري ثانوي خلاياه

الشكل رقم (١٤٤). المراحل المختلفة في دورة حياة فطر عيش الغراب.

(عن ستمتس وشيلتون، ١٩٨٣)

ثنائية النواة Binucleate mycelium (الشكلين رقم١٣٠د، ١٤٤د) ثم يبدأ تكون الثمرة البازيدية كانتفاخ صغير على هيئة عقدة ضئيلة من خلايا الخيوط الفطرية ثنائية النواة (الشكل رقم١٤٤هـ)، لا تلبث أن تزيد في الحجم وتتحول بعد ذلك (خاصة عندما تكون التربة رطبة والظروف ملائمة) إلى جسم صغير كروي أو بيضي الشكل يظهر فوق سطح التربة ويسمى عادة بالطور الزراري Button stage (الشكل رقم١٤٤و)، وعندما يتابع هذا الطور نموه فإن الجزء الأعلى منه ينتفخ مكونا القلنسوة Pileus أما الجزء الأسفل فيكون العنق Stalk or stipe وبذلك يتحول إلى الثمرة البازيدية الناضجة (شكل رقم ١٤٤ز).



الشكل رقم (١٤٥). رسم تخطيطي لقطاع طولي في قلنسوة فطر *أجاريكس كامبستريس* *A.campestris* مارا بالخياشيم .

(عن واير وآخرين ١٩٨٢)

وتظهر الثمار البازيدية لفطر أجاريكس عادة في بداية الربيع في الحقول والمروج الخضراء وأرضية الغابات الغنية بالدبال وتختفي في بداية الصيف.

ويتكون الحامل البوغي Sporophore للثمرة البازيدية الناضجة من عنق أسطواني قد يوجد عليه طوق Annulus ينتهي عند طرفه العلوي بقبعة أو قلنسوة منتفخة، وتمتد أفقيا بشكل المظلة، وتنتظم على السطح السفلي للقلنسوة صفائح خيشومية Gills عديدة ورقيقة تصل مابين العنق وحافة القلنسوة، وهذه الصفائح هي التي تحمل البازيديات والأبواغ البازيدية. وتكون الخياشيم في مراحلها الأولى مغطاة بغلاف يعرف بالقناع الداخلي، وهو يعمل على صيانة المكونات الداخلية في بداية تكوينها، ويصل ما بين حافة القلنسوة إلى الجزء العلوي من العنق. وعندما يزداد امتداد القلنسوة أفقيا فإن هذا القناع يتمزق عند حافة القلنسوة، فتتعرض الخياشيم للجو الخارجي، ويتبقى الجزء الممزق منه عالقا بالعنق مكونا ما يسمى بالحلقة أو الطوق.

وبدراسة قطاع عمودي على السطح السفلي للقلنسوة مارا بالصفائح الخيشومية (الشكل رقم ١٤٥) يتبين أن هذه الصفائح تكون بأطوال غير متساوية، وتتخذ في أغلب الأحيان شكل مخروطي بحيث تسقط الأبواغ البازيدية المتكونة على البازيديات التي في الجزء العلوي من الخيشوم يتكون من منطقة وسطى تسمى الترامـا Trama، وهي تتكون من خيوط فطرية مفككة، تقع خارجها عن كل من الجانبين طبقة من خيوط فطرية متماسكة تميل خلاياها إلى الاستدارة وتسمى بالطبقة تحت الخصيبة Subhymenium ويلي هذه الطبقة من الخارج طبقة أخرى تسمى بالطبقة الخصيبة Hymenium وهي تتكون من خلايا صولجانية الشكل تسمى البازيديات أو الحوامل البازيدية Basidia، وتتكون بأعمار مختلفة، وتكون مختلطة بخلايا تشبهها فيما عدا أنها لا تحمل أبواغ بازيدية وتسمى بالخيوط العقيمة Paraphyses. ويبرز من قمة كل بازيديوم أربع نتوءات أو ذنيبات Sterigmata يحمل كل منها بوغ بازيدي كروي أو بيضي الشكل.

وعندما تنضج الأبواغ البازيدية فإنه يتكون عند قاعدتها قطرة صغيرة من الماء، يتزايد حجمها بالتدريج إلى أن يصل خمس حجم البوغ تقريباً، وعند ذلك ينطلق كل بوغ بازيدي بعنف من ذنيبها حاملا معها القطرة المائية وتحمل بواسطة الهواء إلى مسافات بعيدة فإذا سقطت على تربة مناسبة فإنها تنبت بوجود الماء لتعطي كل بوغ نابت غزلا فطريا ابتدائيا خلاياه أحادية النواة Monokaryotic mycelium، وهو إما أن يكون ذو سلالة موجبة (+) أو يكون ذو سلالة سالبة (-) حسب نوع البوغ ويبين الشكل رقم (١٤٤) ملخص دورة حياة فطر الأجاريكس.

القيمة الغذائية لعيش الغراب (المشروم)

يلعب توفير الغذاء في أيامنا هذه دوراً رئيسياً في استراتيجيات الدول، وسخرت الجهود لعمل الأبحاث التطبيقية للتغلب على النقص في الغذاء الذي يزداد بدرجة كبيرة، ويهدد حياة البشر في أنحاء كثيرة من العالم. وتنتشر زراعة فطر عيش الغراب (المشروم) في العديد من الدول، وفي السنوات القليلة الماضية بدأت هذه الزراعة تنتشر تدريجياً في الشرق الأوسط، لما لهذا الفطر من قيمة غذائية متميزة تتمثل في احتوائه على الكربوهيدرات والدهنيات وكميات كبيرة من العناصر المرغوب فيها غذائياً مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والفوسفور والحديد وأيضاً على الفيتامينات الضرورية للجسم وخاصة فيتامين «ب»، وعلى جميع الأحماض الأمينية الأساسية، علاوة على الطعم والنكهة المميزين له.

وحسب إحصائيات وزارة الزراعة الأمريكية فإن فطر المشروم يحتوي على ٤٧٪ من مادة جافة و ٥٣٪ ماء، والمادة الجافة تحتوي على: ٥٠٪ مواد نيتروجينية منها ٣٥٪ بروتين، ٤٧٪ دهون، ٨٪ ألياف، ١٥٪ مواد هيدروكربونية و١٠٪ مواد معدنية مثل: الحديد والفوسفور والنحاس والبوتاسيوم والكالسيوم.

الشكل رقم (١٤٦أ) ثمار بازيدية ناضجة لفطر *أجاريكس بايسبوراس* *Agaricus bisporus* وهو أحد فطريات عيش الغراب المألوفة والصالحة للأكل، لاحظ قلنسوة الفطر البيضاء ذات الملمس القطيفي وخياشيمه البنفسجية التي تتحول عند نضجها إلى اللون البني.

ويحتوي الفطر على مجموعة كاملة من الأحماض الأمينية الضرورية لجسم الإنسان ويحتوي أيضا على مجموعة فيتامينات «ب، جـ»، علاوة على ما سبق فإن جسم المشروم يحتوي على مواد فعالة تعمل على خفض نسبة الكوليسترول بالدم، مما يجعله مفيداً لمرضى السكر وتصلب الشرايين والأنيميا والسرطان لاحتوائه على مواد محددة مانعة للسرطان في الإنسان، كذلك فإن جسم الفطر يحتوي على كمية قليلة من البيرودكسين وحمض الفوليك والكولين الذي يتحد مع الدهون ويساعد على هضمها، ويمنع تراكمها في الجسم مما يكسبه ميزة أخرى في الرجيم وعلاج السمنة (مدبولي والحسيني، ١٩٩١م)، ويستخدم بكثرة كشوربة أو مع أنواع عديدة من الخضروات أو اللحوم أو الأسماك، ويكثر استخدامه كتوابل فاتحة للشهية ولتحسين معظم الأطباق لنكهته الممتازة فهو غذاء عالي القيمة الغذائية، منخفض السعرات الحرارية، وهكذا تتضح أهمية فطر المشروم وفائدته لجسم الإنسان.

وصف مختصر لعملية زراعة وإنتاج فطر المشروم

يحتاج فطر المشروم لإنتاجه التحكم الكامل للظروف البيئية المحيطة حيث يحتاج إلى بيئة رطبة ذات رطوبة عالية من ٨٥-٩٠٪ و إلى بيئة مظلمة تماما بالإضافة إلى درجات حرارة معتدلة و إلى عمالة ماهرة مدربة وتتلخص الطريقة المثلى لزراعته وإنتاجه على نطاق تجاري في ست خطوات رئيسية هي :

(أ) تخمير الكمبوست في الخارج (إعداد بيئة نمو الفطر) وتتم هذه العملية في مدة من ٧-١٤يوماً.

(ب) تخمير الكمبوست في الداخل (بسترة الكمبوست لمدة تتراوح ما بين١٠-١٤يوماً)، ومن أهم المواد المستخدمة لإعداد الكمبوست (السماد) "compost" ما يلي :

القش	Straw	الروث	Manure
الجبس	Gypsum	اليوريا	Urea
المياه	Water		

٢- تحضير الكتل التنموية (البذور) Spawning and spawn running وزراعتها في بيئة النمو.

٣- نمو الغزل الفطري (يتطلب حرارة ٢٣°م ورطوبة ٨٥-٩٥٪).

٤- التغطية بالتراب المعقم Casing.

٥- ظهور بدايات الأجسام الثمرية Pinning (يتطلب حرارة ما بين ١٦-١٨°م).

٦- الحصاد (مرحلة القطف) Cropping وتستمر هذه المرحلة أكثر من شهرين.

وفيما يلي نذكر وصفاً مختصراً لتلك الخطوات على حسب ترتيبها الطبيعي مع التأكد على المميزات البارزة في كل خطوة على حدة.

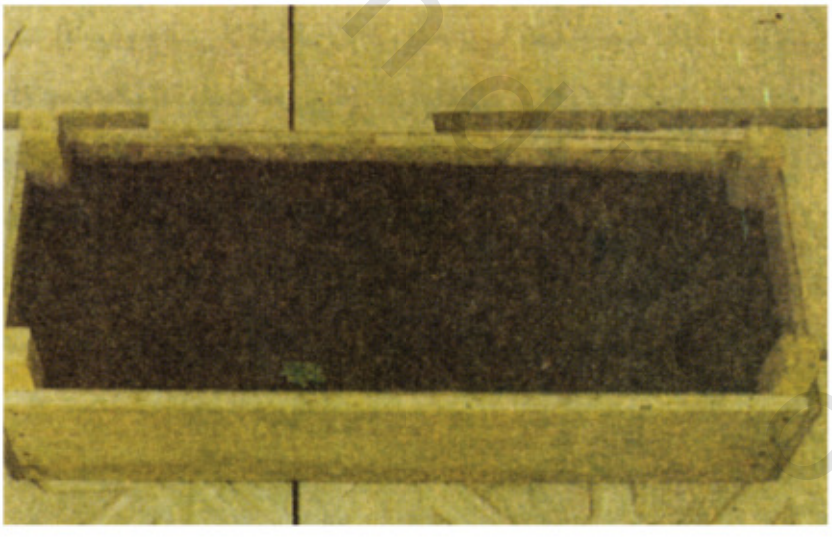
في المرحلة الأولى من الزراعة

يبدأ تهشيم القش (تبن القمح) بطريقة تجعله يتداخل مع بعضه البعض، ودون أن يؤثر في تركيبه العام، وتتم هذه العملية على أرض خرسانية صلبة، ثم يتم نقع القش في الماء العادي لمدة يوم على الأقل، وبعد امتصاص القش للماء يضاف إليه روث الخيل أو سماد الدواجن (الشكل رقم١٤٦ب).

ولوحظ أن أفضل بيئة نمو (كمبوست) هي البيئة التي تتركب من ٦٠٪ روث خيل +٢٠٪ تبن القمح أو الشوفان +٢٠٪ سماد الدواجن، ثم يرش الخليط بالماء لمدة تتراوح ما بين ٤-٧أيام، ثم يضاف للخليط بعض المخصبات العضوية والسماد النيتروجيني، ويضاف للخليط كذلك كبريتات الكالسيوم (الجبس) بمعدل ٤٠رطل/طن من القش حيث تتفاعل الكبريتات مع أمونيا الخلطة السمادية مشكلة كبريتات الأمونيوم التي لا تتطاير وتبقى في الكومة كغذاء جيد للفطر، وتتميز هذه المرحلة بجمع هذه المكونات على شكل أكوام تقلب جيداً وترطب بالماء باستمرار لمدة أسبوع حيث تصل درجة حرارتها إلى ٧٠°م، ثم يعاد جمعها في أكوام مرة أخرى (عرض الكومة ١,٥- ٢,٠٠متر وارتفاعها ١,٣إلى١,٥متر وطولها حسب الحاجة) وتستمر تلك المرحلة ما بين ٧- ١٤يوماً على حسب طبيعة المواد المكونة لبيئة النمو. ويستدل على اكتمال المرحلة الأولى من تجهيز الكمبوست عن طريق ما يأتي:

- يكتسب اللون البني الداكن.
- عدم وجود أي رائحة للأمونيا.
- يتحلل القش وتصبح الخلطة مفككة مما ينشط عملية التهوية.
- يحتوي على نسبة من الرطوبة تتراوح ما بين ٧٠-٧٥٪، وعندما تصل الرطوبة والحرارة واللون والرائحة إلى المستوى المطلوب لكل منها، فإن المرحلة الأولى من تجهيز الكمبوست تكون قد اكتملت.

الشكل رقم (١٤٦ب). المكونات الأساسية لبيئة النمو (الكمبوست)، الخاصة بنمو فطر عيش الغراب.



الشكل رقم (١٤٦جـ). تعبئة الكمبوست داخل صواني خشبية، تمهيدا لحقنه بالحبوب المحتوية على الغزل الفطري لعيش الغراب (المشروم).

أما المرحلة الثانية فلها هدفان أساسيان هما التخلص من غاز الأمونيا «النشادر» وإكمال عملية البسترة، وعملية البسترة تعتبر مهمة وذلك لتخليص البيئة من الحشرات والميكروبات الضارة، ويمكن تحقيق هذين الغرضين عن طريق التحكم في درجة الحرارة والتهوية، بعد ذلك يعبأ الكمبوست داخل عدد من الصواني الخشبية (الشكل رقم ١٤٦جـ)، بصورة منتظمة حيث تبدأ درجة حرارة الكمبوست في الارتفاع نظراً لنمو الكائنات الحية الدقيقة داخله مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء المحيط به إلى ٦٠°م لمدة ساعتين على الأقل، وإلا فإن العملية لا تتم بالصورة المطلوبة، الأمر الذي قد يؤدي إلى نمو كائنات ضارة داخل الكمبوست، بعد ذلك تخفض درجة حرارة الهواء بحيث تتراوح درجة حرارة الكمبوست مابين ٥٢-٥٤°م، وتستمر هذه العملية لمدة أربعة أو خمسة أيام يمكن خلالها خفض درجة حرارة بيئة النمو بمعدل درجتين مئويتين في اليوم حتى يتسنى التخلص من غاز النشادر. وتستمر تلك المرحلة ما بين ١٠-١٤يوماً، وفي نهايتها يجب التأكد من أن درجة حرارة بيئةالنمو قد انخفضت إلى ٢٥-٢٧°م قبل عملية الزراعة، وأن نسبة النيتروجين تتراوح ما بين ٢-٢.٤٪، ومحتوى نسبة الرطوبة ٧٢٪.

الزراعة Spawning

يتم تحضير الكتل التنموية Spawns (بذور بوغية للفطر) بتنمية الغزل الفطري للمشروم على حبوب الذرة أو القمح أو الدخن. توضع هذه الحبوب أولاً في دوارق مخروطية (الشكل رقم ١٤٦د)، بها ماء مضاف إليه ماء الجير لمعادلة الرقم الهيدروجيني (pH)، ثم تعقم بعد ذلك بإدخالها في جهاز التعقيم، وبعدها يتم تلقيح هذه الحبوب بالغزل الفطري لفطر المشروم عند درجة ٢٣°م، ثم تترك لتحضن لمدة ١٤يوما ليتم نمو

الشكل رقم (١٤٦د). تحضير الكتل التنموية (بذور الفطر) داخل دوارق مخروطية.

الشكل رقم (١٤٦هـ). الغزل الفطري لعيش الغراب النامي على بيئة النمو (الكمبوست).

الغزل الفطري تماماً على الحبوب. يمكن حفظ الفطريات الناتجة (الكتل التنموية) داخل مبردات لمدة شهر أو شهرين ريثما يتم زراعتها، ويتم خلال تلك المدة مراقبة نمو الفطر والتأكد من عدم تلوث الفطر بأنواع أخرى من الفطريات تمهيداً للزراعة. بعد ذلك يتم حقن الكمبوست بالحبوب المحتوية على الغزل الفطري بمعدل ٢٪ من الوزن الرطب للكمبوست، ثم يخلط الكمبوست وتضبط درجة حرارته عند ٢٣°م، ودرجة الرطوبة النسبية عند ٩٠٪، بعدها ينمو الغزل الفطري على سطح الكمبوست مكوناً شبكة ذات خيوط رفيعة، ويختلف الزمن الذي قد يحتاجه الغزل الفطري لينمو وينتشر خلال بيئة النمو على معدَّل بذر وتوزيع الكتل التنموية، علاوة على درجتي الرطوبة والحرارة. وفي الغالب يتم ظهور الغزل الفطري على سطح البيئة تماماً خلال فترة تتراوح ما بين ١٤-٢١ يوماً (الشكل رقم ١٤٦هـ).

التغطية Casing

يتكون الغطاء عادة من تربة طينية ورملية وخليط من التربة الصناعية (Peat moss) والحجر الجيري المطحون، وتتم تغطية الكمبوست بعد انتشار الغزل الفطري داخله، بطبقة خفيفة من التربة الصناعية أو البيتموس المعقم بسمك (٢-٣سم)، ويعرف هذا بعملية التغطية Casing، وقد وجد أن من الأهمية بمكان توزيع ونشر الغطاء بانتظام على سطح البيئة، كما يجب أن يستمر الري المنتظم خلال تلك الفترة للحفاظ على رطوبتها بمقدار ٦٠٪، وتحفظ تحت درجة حرارة أقل من ٢٠°م.

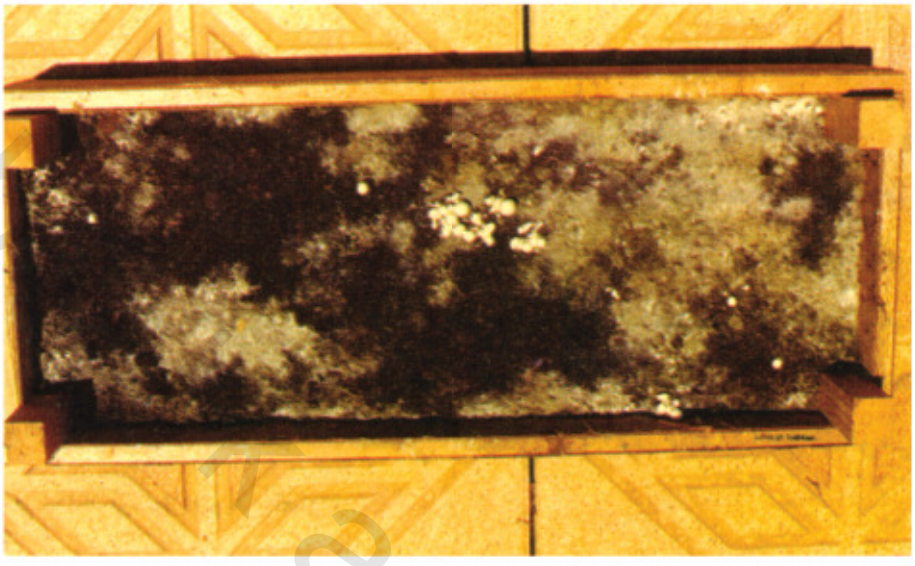
الحصاد Cropping

تبدأ رؤوس الفطر Pinnings (الشكل رقم ١٤٦و) في الظهور خلال ١٨-٢١يوماً من تاريخ التغطية (حوالي ٥-٦أسابيع من تاريخ حقن بيئة النمو بالكتل

التنموية)، ثم ما تلبث هذه الرؤوس أن تبدأ في النمو، وبعد أسبوع تدخل في طور النضج، وتكون صالحة للحصاد (القطف) Cropping (الشكل رقم ١٤٦ز)، ويتكرر ذلك دوريا كل ٣ إلى ٥ أيام، وتستمر فترة الجني لمدة ٤٥يوماً، ولكن تزداد تلك المدة باستخدام التقنية الحديثة حيث من الممكن أن تستمر ٧٠-٨٠ يوماً وذلك حسب ظروف الإنتاج والعناية بجميع المراحل السابقة. وقد وجد أن أنسب درجة حرارة ورطوبة نسبية لإنتاج أجسام الفطر الثمرية هي ١٨±١°م، وما بين ٩٠-٩٥٪على التوالي، وذلك لتفادي الجفاف الذي قد يصيب بيئة النمو. ويروى المحصول مرتين أو ثلاث مرات يومياً على شكل رذاذ خفيف، ويلاحظ أنه كلما زاد إنتاج المحصول زادت نسبة ثاني أكسيد الكربون الأمر الذي يوجب التهوية بين الفينة والأخرى حتى لا يتراكم ثاني أكسيد الكربون، كما تختلف طرق تعبئة وجني الأجسام الثمرية لفطر المشروم من مزرعة إلى أخرى، ويرسل المحصول إلى السوق مباشرة، أو يحفظ لمدة ٥-٧أيام في البرادات عند درجة حرارة ٤°م، وأفضل عبوات للبيع بكميات كبيرة (لغرض الحفظ) هي الأطباق التي تستوعب وزناً صافياً مقداره ٥ كيلوغرام من الفطر. أما للاستهلاك الطازج فمن الأفضل استعمال عبوات من البلاستيك تستوعب ما بين ٠,٥-١ كيلوغرام صافي، ويغطى بطبقة رقيقة من البوليثلين لتقليل الفقد بالبخر.

ويجب ملاحظة أنه يمكن الاستفادة من الكمبوست بعد نهاية دورة الإنتاج كمادة سمادية عضوية ممتازة لزراعة الخضراوات والزهور، وهذا السماد يخلو من أية طفيليات ضارة بالنبات.

وتجدر الإشارة إلى أن الثمار البازيدية لفطريات عيش الغراب الصالحة للأكل وذات النكهة والقيمة الغذائية العالية والتي زرعت خصيصاً لغرض التسويق يمكن الحصول عليها بسهولة من الأسواق المركزية وهي في حالة طازجة أو معلبة، وأشهرها



الشكل رقم (١٤٦و). ظهور بدايات الفطر على شكل رؤوس الدبابيس Pinnings.

الشكل رقم (١٤٦ز). منظر عام للأجسام الثمرية الناضجة لفطر عيش الغراب.

النوع *A.bisporus* (الشكل رقم١٤٦أ)، كما أنه بإمكان هواة زراعة فطريات عيش الغراب أن يحصلوا على الكتل التنموية لتلك الفطريات من الشركات المتخصصة لزراعتها، ويطلق على الكتل التنموية السباون Spawn، وهي عبارة عن حبوب بعض النجيليات كالذرة والدخن التي تحتوي على كتل من ميسيليوم عيش الغراب. وكما ذكرنا سابقا فإنه عند زراعة السباون في الوسط الغذائي (الكمبوست Compost) المعد لزراعة هذه الفطريات، فإن ميسليوم الفطر يبدأ في النمو وإنتاج ثماره البازيدية الصالحة للأكل، ويجب أن يكون الوسط الغذائي المستعمل في ظروف مناسبة لنمو الفطر من حيث الحرارة والرطوبة والضوء.

☐ الفصيلة الكوبرينية Family Coprinaceae

تتميز أفراد هذه الفصيلة بأن ثمارها البازيدية تتحلل ذاتيا عند نضج الأبواغ البازيدية، وتتحول إلى سائل أسود بلون المداد، وهي في أغلب الأحيان فطريات تعيش فوق روث البهائم. وتضم عددا من الأجناس أهمها: كوبراينس *Coprinus* وبانيولس *Panaeolus* وسائيريلا *Psathyrella*.

ويتميز جنس كوبراينس (الشكل رقم ١٤٧) بأبواغه السوداء، وتعرف أفراده عامة بفطريات عيش الغراب ذات القلنسوة الحبرية، وخياشيم معظم أنواعه تذوب عن نضجها وتسيل في صورة سائل أسود بلون المداد أو الحبر حيث يسيل على شكل قطرات من القلنسوة المتحللة. ومن أشهر أنواعه فطر عيش الغراب ذو العرف الخشن *Coprinus comatus*، وهو من الأنواع التي يمكن التعرف عليها بسهولة، وصالحة للأكل إذا جمعت في وقت مبكر. وهذا النوع من الفطريات التي يكثر وجودها فوق الروث أو قريبة منه، ويشاهد بكثرة قرب السماد الطبيعي في البساتين، وله قلنسوة

أسطوانية الشكل طويلة وذات قشور كثيرة (الشكل رقم ١٤٨)، وقد تكون القلنسوة مفتوحة تماما كالمظلة، ويلاحظ وجود الطوق متصلا بالساق على شكل حلقة. الصفائح الخيشومية لهذا الفطر رقيقة جدا، وهي مغطاة بطبقة خصيبة نموذجية تتكون من البازيديات التي تتخللها الخيوط العقيمة، والأبواغ البازيدية في هذا النوع لونها أسود داكن ولها ثقب في أعلاها.

ومن الأنواع المعروفة لهذا الجنس أيضاً الأنواع التالية :

١- *كوبراينس ميكاسياس Coprinus micaceus* (الشكل رقم ١٤٨).

٢- *كوبراينس أترامينتارس Coprinus atramentarius*.

٣- *كوبراينس لاجوبس Coprinus lagopus*.

ويعرف النوع الأخير أيضا بكوبراينس سينيريا *C.cinerea* وهو ذو أهمية خاصة حيث يمكن تنميته في المزارع الصناعية في المختبر، ولذلك أصبح من فطريات الأبحاث الهامة، وعلى سبيل المثال فقد تم استخدامه بصورة واسعة لدراسة الأنقسامات النووية، بالإضافة إلى دراسة تطور ونمو الثمرة البازيدية .

أما الأجناس بانيولس *Panaeolus* وساثيريلا *Psathyrella* فتنتج أبواغ ذات لون بني أرجواني داكن، أو أجواني أسود، وأفرادهما توجد عادة في روث البهائم، ويعتبر الجنس بانيولس ذو سمعة مشؤومة حيث إن معظم إن لم يكن كل أفراده سامة، وتسبب لآكلها الهلوسة والهذيان.

وبما أن معظم الأنواع التابعة لجنس بانيولس تشبه لحد كبير بعض أنواع جنس كوبرينس، فيجب على الأشخاص المختصين بجمع فطريات عيش الغراب ذات القبعة الحبرية Inky caps لغرض تناولها كغذاء، أن يتأكدوا جيدا قبل أكلها من أنها تتبع الجنس كوبراينس أم لا.

الشكل رقم (١٤٧). الثمرة البازيدية لفطر *كوبراينس كوماتس* ***Coprinus comatus***.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

☐ الفصيلة البوليتية Family Boletaceae

تعتبر أفراد هذه الفصيلة واسعة الانتشار في العالم، فهي توجد في كل مكان تكثر فيه الأمطار، وتعيش رمية في تربة الغابات، ويشكل كثير منها علاقة جذر فطرية مع جذور الأشجار الصنوبرية، والثمار البازيدية لأغلب أنواعها تكون غضة ورخوة حيث تتحلل بسرعة، وتكون في أغلب الأحيان ذات حامل مركزي.

وأشهر الأجناس التابعة لهذه الفصيلة جنس *بوليتس* *Boletus* الذي تشبه ثمرته البازيدية إلى حد كبير فطر عيش الغراب، فله ساق وقلنسوة، وتبطن الطبقة الخصيبة الثقوب الموجودة أسفل القلنسوة، ويضم عددا كبيرا من الأنواع اللحمية الصالحة للأكل، ولكن القليل منها سام. وتوجد منه أنواع ضخمة قد يبلغ وزنها حوالي ٣ كيلوغرام في بعض الأحيان.

الشكل رقم (١٤٨). الثمرة البازيدية لفطر *كوبراينس ميكاسيس C.micaceus* لاحظ شكل القلنسوة المزركشة، والتي تحتوي بداخلها على خياشيم الفطر الدقيقة والطويلة التي تحمل الأبواغ البازيدية السوداء .

(عن بورسي ١٩٧٧)

وأهم الأنواع التابعة لهذا الجنس ما يلي :

١- بوليتس ايديولس *Boletus edulis* (الشكل رقم ١٤٩) الذي يستخدم كطعام في أوروبا، وهو ذو قلنسوة حمراء بنية أو بيضاء أو صفراء وهو واسع الانتشار في الغابات.

٢- بوليتس لوريدس *B.luridus* وهو ذو قلنسوة بنية سوداء ويعتبر من الفطريات السامة، ويكثر وجوده قرب جذوع أشجار البلوط.

٣- بوليتس سكابر *B.scaber* وهو ذو قلنسوة بنية أو صفراء، ويوجد ناميا في الغابات قرب الأشجار الصنوبرية .

الشكل رقم (١٤٩). الثمرة البازيدية لفطر *بوليتس ايديولس Boletus edulis*، وهو أحد فطريات عيش الغراب التي تحل الثقوب محل الخياشيم.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

☐ الفصيلة الأمانيتية Family Amanitaceae

تضم هذه الفصيلة جنسا واحدا فقط هو جنس أمانيتا *Amanita* التي تتميز أنواعه المختلفة بأبواغها البيضاء، وبوجود لفافة عند القاعدة، وطوق على العنق، وإن كان الطوق يختفي في بعض الأنواع في وقت مبكر. كما أن اللفافة قد تندفن إلى حد ما تحت سطح المادة العضوية النامي عليها الفطر، فتصعب رؤيتها.

ومن أشهر الأنواع التابعة لهذا الجنس نوع أمانيتا موسكاريا *Amanita muscaria* (الشكل رقم١٥٠) ويسمى «بعيش الغراب الذبابي» Fly agaric لأنه يجذب إليه الذباب ليقتله في الحال. وكان مسحوق الفطر يستعمل قديما كمبيد للحشرات، وهو عالمي

الانتشار وقلنسوته يبلغ قطرها ما بين ٨-٢٠سم، وهي بيضية الشكل تصبح مفلطحة، وتظهر بألوان صفراء وبرتقالية أو زاهية الحمرة وتبدو مرقطة بلون الزبد، ولكن هذه الألوان سرعان ما تزول عند سقوط المطر عليها حيث تصبح ملساء ولونها باهت. أما العنق فيتراوح طوله ما بين ٨٠-١٨٠مم، أم قطره فيتراوح ما بين ١٠-٢٠مم، وهو أبيض اللون.

وتجد الإشارة إلى أن جنس أمانيتا يعتبر من أهم أجناس فطريات عيش الغراب شديدة السمية، وقد يتسبب عن أكلها حدوث الوفاة. ويحكي لنا التاريخ قصة الامبراطور الروماني «كلوديوس الأول» (١٠ق. م -٥٤م) الذي مات مسموما بسبب أكله لنوع سام من فطريات عيش الغراب قدمته له زوجته الرابعة «أجريبينا» ويعتقد بأن يكون هذا النوع تابعا للجنس «أمانيتا»، ويرجع حدوث أكبر نسبة من وفيات الأفراد (٩٠-٩٥٪) الناجمة بسبب أكل عيش الغراب البري، إلى التغذية على أحد الأنواع التابعة لهذا الجنس، ولذا يجب على هواة جمع فطريات عيش الغراب البري أخذ الحيطة والحذر من ذلك، وأن يتعرفوا جيداً على أنواع هذا الجنس. وتدل الاحصائيات على أن معدل الوفاة سنويا بسبب أكل «عيش الغراب السام» الذي يتم جمعه من الغابات دون التأكد من صلاحيته للأكل يصل إلى ٥٠حالة تقريباً في أمريكا وحدها، وحالتين على الأقل في بريطانيا (Pursey 1977) ويقال بأنه يوجد من المادة السامة (موسكارين Muscarine) في ثمرة بازيدية واحدة ما يكفي لقتل اثني عشر شخصاً أو أكثر. ويظهر التأثير الفعال لهذه المادة الكيميائية بسرعة على الشخص الذي يتناول هذا الفطر، حيث تبدأ أعراضها بالشعور بالبرد وخفقان القلب، وافراز اللعاب، ثم تقيؤ. ويجد الشخص المصاب صعوبة في التنفس، ثم خمول يتبعه هلوسة وهذيان. وإذا لم يبادر بعلاجه فإن ذلك قد يؤدي إلى فقد حياته، حتى ولو كانت المادة السامة التي قد تناولها قليلة جداً. ويضم جنس أمانيتا بالإضافة إلى النوع السابق عددا من الأنواع

السامة الأخرى مثل *أمانيتا فيروزا A.virosa* و*أمانيتا فالويدس A.phalloides* و*أمانيتا فيرنا A.verna* المسمى بفطر الملاك الفاتك أو المهلك وهو من أخطر وأشد فطريات عيش الغراب السامة فتكا بالإنسان، ويوجد عادة في الغابات في أواخر الصيف وبداية الخريف، وقلنسوته لونها أبيض ناصع، تحتوي على عدد من المركبات العضوية معقدة التركيب الكيميائي منها: مادة الفالين (Haemolysin) Phallin التي تتحلل بواسطة الطبخ، ومادتي الفالويدين Phalloidine والأمانيتين Amanitine اللتان لا تتأثران بالطبخ، ويكفي أي آثار منهما لتلويث أي كمية من الطعام المطبوخ.

ولا تقل مادة الأمانيتين السامة عن مادة الموسكارين في الأهمية إذ أنها تعتبر مسؤولة عن معظم حوادث التسمم الناتجة عن تناول الانسان والحيوان لفطريات عيش الغراب السامة. ولسوء الحظ فإن مركبات الأمانيتين التي تحتويها قلنسوة تلك الفطريات لا تتأثر بالطبخ أو العصارات الهاضمة. وتبدأ أعراض التسمم بعد تناول الضحية للفطر السام في مدة تتراوح ما بين ١٠ إلى ٣٠ ساعة، والتأثر الأساسي لتلك المواد يتركز في إصابة الكبد، مما يؤدي إلى تحللها، وانخفاض معدل السكر في الدم بشكل خطير، ويصاحب ذلك ظهور بعض التأثيرات الجانبية على الكليتين وعضلات القلب. وتبدأ الأعراض التي تشبه إلى حد كبير الأعراض الناتجة عن تناول مادة الموسكارين، بانفعال شديد، وقيئ وآلام معدية حادة، ثم إسهال ونزيف، ويتبع ذلك ظهور عرق شديد من الشخص المصاب، وفقدان الماء من الجسم. ثم يصبح الجسم باردا، ويتحول لون الوجه إلى اللون الأزرق، وتبدو العيون غائرة، ثم يبدأ على الضحية الاهتياج الشديد والمعاناة، ويتأثر الجهاز العصبي بصفة عامة من ذلك، وقد يؤدي الأمر في النهاية إلى الوفاة. ويقال بأن حوالي عشر ملليجرامات من هذا المركب كافية لفقد الشخص المصاب لحياته إذا لم يبادر بعلاجه.

وقد تم مؤخراً اكتشاف بعض العقاقير التي تخفف أو تشفي من الأصابة بالتسمم الناتج عن تناول فطريات عيش الغراب السامة، وتعطي هذه العقاقير على هيئة حقن تشتمل على بعض السكريات والأملاح لتعويض ما يفقده الجسم منها، بالاضافة إلى بعض الأمصال التي تعمل على معادلة السموم بالجسم.

وهناك اعتقاد سائد بأن فطريات عيش الغراب السامة يمكن تمييزها عن الأنواع الصالحة للأكل إما عن طريق لون الخياشيم، أو عن طريق كيفية تشقق وانسلاخ الجلد الذي يغطي قمة القلنسوة. أو بواسطة قابليتها لتعتيم الفضة. ولكن جميع هذه الاختبارات والمميزات التي تميز فطريات عيش الغراب السامة عن غيرها من الفطريات التي تؤكل لا قيمة لها وغير مأمونة الجانب. والنصيحة العامة التي يقدمها خبراء عيش الغراب هي ألا ينبغي لأي انسان المجازفة بأكل عيش الغراب البري بأي حال من الأحوال إلا بعد التأكد تماما من عدم انتمائه إلى تلك الأنواع السامة خاصة وأنه لا توجد طريقة بسيطة للتمييز بين الأنواع السامة والصالحة للأكل. والطريقة الوحيدة المأمونة عند التفكير بأكل فطريات عيش الغراب التي يتم الحصول عليها من الغابة أو الحقل هو تشخيصها جيداً بالاعتماد على الكتب المتخصصة ذات الأسلوب السهل والأشكال الايضاحية والصورة الملونة التي تصف وتميز كل نوع عن الآخر. وتمكن الصغير والكبير من التعرف على النوع البري الذي يعثر عليه، وبذا يمكن تفادي السام منها، وعلى أية حال فيجب إبعاد أي فطر قد يشك في تشخيصه.

وعلى الرغم من أن معظم الأنواع التابعة لجنس أمانيتا تعتبر سامة ومميتة، وتشترك في الصفات المذكورة آنفا إلا أن القليل جداً من هذه الفطريات غير سام بل ويعتبر صالح للأكل أيضا، وبعضها يعيش بعلاقة جذر فطرية مع بعض النباتات الراقية، ولذلك فهي تنمو أحيانا بقرب جذوع الأشجار في الغابات والحقول.

الشكل رقم (١٥٠). الثمرة البازيدية لفطر *أمانيتا موسكاريا* *Amanita muscaria* هو أحد فطريات عيش الغراب السامة ويسمى فطر عيش الغراب الذبابي لأنه يجذب إليه الذباب ليقتله في الحال.

(عن توسكو ١٩٧٣)

☐ الفصيلة الترايكولوميتية Family Tricholomataceae

تعد هذه الفصيلة من الفصائل الكبيرة التابعة لرتبة الأجاريكات، وتضم عددا من الأنواع ذات الخياشيم النقية البياض. ومن أشهر الأنواع التابعة لهذه الفصيلة النوع: *أرميلا ميليا* *Armillaria (Armillariella) mellea* الذي يطلق عليه أحيانا اسم «فطر العسل» Honey mushroom (الشكل رقم١٥١). وعلى الرغم من أنه من الفطريات الصالحة للأكل وذو نكهة جيدة، إلا أنه يعد من أخطر الفطريات المتطفلة على جذور كثير من

الأشجار الخشبية كالصنوبر والزان وأشجار الفاكهة حيث يكمن الفطر لها في التربة ويسبب تعفنا لجذورها وضعفا عاما لها. ولهذا فإن فطر أرميلاريا ميليا له أهمية كبيرة خاصة في أوروبا والولايات المتحدة واليابان واستراليا حيث أنه ينتشر في غابات تلك البلدان وخاصة في أوقات الخريف.

والثمار البازيدية لهذا الفطر تعتبر صالحة للأكل، وعندما تكون حديثة السن فإنها تكون بلون العسل، ولها قاعدة مغلظة بعض الشيء وحلقة بارزة (طوق)، إلا أنه مع تقدمها في العمر فإنه قد يتغير لونها وكذلك تختفي الحلقة.

والثمار البازيدية لهذا الفطر لا تنمو عادة بصورة منفردة وإنما تتجمع بعضها في عناقيد حول جذور الاشجار وعلى كتل الأخشاب والفروع الميتة في الغابات ويظهر الفطر كأنه مترمم غير ضار ويتقدم الاصابة يكون الفطر خيوطا فطرية على شكل الجذور ويطلق عليها الريزومورفات Rhizomorphs (الشكل رقم ١٥٢)، لونها بني داكن إلى أسود، وقطرها يتراوح ما بين ١ إلى ٢سم، وهي تمتد وتتشعب داخل أنسجة جذور النباتات المصابة أو تنتشر في التربة إلى مسافات بعيدة عن الأجزاء المصابة، وتعتبر هذه الأشكال الجذرية من الصفات المميزة لفطر أرميلاريا.

الشكل رقم (١٥١). مجموعة من الثمار البازيدية لفطر *أرميلا ريا ميليا* ***Armillaria mellea*** المسمى بفطر العسل، وهو من الفطريات الصالحة للأكل.

(عن فيليبس، ١٩٨١)

❋ مجموعة الفطريات البازيدية المِعَدِيَّة Series Gasteromycetes

تتميز أفراد هذه المجموعة بأنها فطريات متماثلة تظل فيها الثمرة البازيدية مغلقة دائما، أو تتفتح بعد أن تنفصل الأبواغ البازيدية عن البازيديات. والطبقة الخصيبة توجد في داخل الجراب الثمري Peridium وتنطلق منها الأبواغ البازيدية فقط عن طريق فتحة محدودة، أو عن طريق تحللها أو تمزقها. ولا تقذف الأبواغ البازيدية من البازيديات بقوة كما يحدث في أفراد المجموعة السابقة. وتضم هذه المجموعة حوالي ١٢٠ جنسا و٥٢٥ نوعا، جميعها رمية المعيشة وهي تشمل فطريات العرجون الكرات النافخة Puffballs، والكمأة الكاذبة False truffles ونجوم الأرض Earth stars وفطريات عش الطير Bird's nest fungi، والفطريات القرنية المتعفنة Stink horns.

الشكل رقم (١٥٢). الأشكال الجذرية في فطر *أرميلاريا ملايا A.mellea*.

(عن فيليبس ١٩٨١)

وتعتبر فطريات الكرات النافخة من أكثر الأنواع النموذجية المعروفة لهذه المجموعة. وقد جرى في الماضي وضع هذه الفطريات جميعها في رتبة واحدة هي الليكوبيردات إلا أنه في الوقت الحاضر يختلف عدد رتب هذه المجموعة عند مختلف العلماء، وقسمها درينج (Dring 1973) إلى تسع رتب، سنتطرق في هذا الكتاب إلى مناقشة مختصرة لأربع رتب منها وهي:

١- رتبة الهمينوجاسترات Order Hymenogastrales

٢- رتبة الفالات Order Phallales

٣- رتبة الليكوبيردات Order Lycoperdales

٤- رتبة النيديولاريات Order Nidulariales

وتعتبر هذه الرتب من أكثر رتب الفطريات البازيدية المعدية أهمية نظرا لأنها تضم عددا من الفطريات المعروفة مثل فطر العرجون (الشكل رقم ١٥٣) التابعة لرتبة الهيمينوجاسترات. والكرات النافخة (الشكل رقم ١٥٨) التابعة لرتبة الليكوبيردات والفطريات القرنية المتعفنة (الشكل رقم ١٥٦) التابعة لرتبة الفالات، وفطريات عش الطيور (الشكل رقم ١٦٠) التابعة لرتبة النيديولاريات.

رتبة الهيمينوجاسترات Order Hymenogastrales

ليس هناك اتفاق بين علماء الفطريات في الوقت الحاضر على الوضع التصنيفي للهيمينوجاسترات، إذ أن هذه الرتبة تشتمل على بعض الأشكال الفطرية التي تعتبر وسطا في تركيبها بين الفطريات الخصيبة والفطريات المعدية. ويعتقد بعض علماء الفطريات بأن هذه المجموعة من الفطريات قد انحدرت من أسلاف الفطريات الخصيبة بعد أن فقدت الآلية الخاصة بتحرير الأبواغ البازيدية، أو ظهرت فيها طرق جديدة لهذا

الغرض لتتكيف بذلك على الظروف البيئية القاسية التي تواجهها في البيئة التي تعيش فيها (Alexopoulos & Mims 1979).

ومعظم الهيمينوجاسترات تنتج ثمارا بازيدية تحت التربة وتبرز فوقها عند النضج، ولهذا يطلق على معظم أفرادها بفطريات الكمأ الكاذب False truffles، وثمارها البازيدية تتكون من جزء خارجي عقيم يسمى الجراب الثمري Peridium وجزء داخلي خصيب يسمى اللب الخصيب (الجليبا Gleba)، ويكون في معظم الأفراد لحميا أو غضروفيا، وعند نضجه يمتلئ بمادة هلامية، وفي حالات قليلة يصبح مسحوقيا عند النضج. وينقسم لب الثمرة البازيدية بواسطة شقوق كثيرة تتصل مع بعضها مكونة تجويفات متعرجة تشبه «المتاهة» ومبطنة بالطبقة الخصيبة، وفيها تنشأ البازيديات التي يحمل كل منها من (٢-٤) أبواغ بازيدية يختلف شكلها حسب الأنواع. وتنتشر الأبواغ البازيدية لبعض الهيمينوجاسترات التي تكون ثمارها البازيدية فوق سطح التربة بواسطة الرياح، أما في البعض الآخر والتي تتكون فيها الثمار البازيدية تنتشر بواسطة الحيوانات الصغيرة الموجودة في بيئتها والتي تتغذى عادة على هذه الثمار، وتشمل هذه الحيوانات الحشرات والقوارض وغيرها. وفي حالات كثيرة تكون الثمار البازيدية تحت الأرضية ذات روائح قوية تجذب الحيوانات التي تتغذى عليها. ومن أشهر الأجناس المعروفة بالكمأ الكاذب والتابعة لتلك الرتبة جنس ميلانوجاستر *Melanogaster* وجنس لوكوجاستر *Leucogaster* وجنس هيمينوجاستر *Hymenogaster* وجنس رايزويوجون *Rhizopogon*. وتضم الرتبة أيضا ما يسمى بالفطريات السيكوتيويدية Secotioid fungi التي تشبه إلى حد ما الفطريات الخيشومية إذ أن ثمارها البازيدية تبقى مغلقة على الدوام ولا تنفتح إلا بعد أن تنضج الأبواغ البازيدية وتسقط من البازيديات، ولهذا فإنه يبدو أن هناك علاقة تطورية وثيقة تربط بين تلك المجموعة من الفطريات والفطريات الخيشومية أكثر من تلك التي تربطها بالفطريات المعدية.

ومن أهم الأجناس التابعة للفطريات السيكوتيويدية جنس بوداكسس *Podaxis* الذي يسمى محليا بفطر العرجون وجنس نيفاتوجاسترام *Nivatogastrum* وجنس فيللورينيا *Phyllorinia* الذي يضم عددا من الأنواع، أهمها: فيللورينيا هيركيولينا *P.herculeana* المنتشر في صحراء الجزيرة العربية. والنوع فيللورينيا ديلاسترى *P.delastrei* المنتشر في البادية السورية حيث يأكله البدو هناك (بغدادي ١٩٧٣). وتضم رتبة الهيمينوجاسترات عددا من الفصائل نذكر منها الفصيلة البوداكسية.

□ الفصيلة البوداكسية Family Podaxaceae

تشمل هذه الفصيلة عدداً قليلاً من الأجناس أهمها جنسي بوادكسس وفيللورينيا. وكان تقسيم هذين الفطرين موضع خلاف بين كثير من العلماء وذلك لأنه من الصعب جداً تحديد مدى درجة القرابة بينهما وبين المجاميع الفطرية الأخرى. وقد كان فطر بوداكسس يصنف قديماً ضمن رتبة الليكوبيردات (Bessey1950) ووضعه درينج (١٩٧٣) في رتبة مستقلة أطلق عليها رتبة البوداكسات Podaxales، إلا أن الدراسات السيتولوجية والنشوئية التي أجريت على ثماره البازيدية أكدت أن هذا الفطر يتبع رتبة الهيمينوجاسترات Hymenogastrales (Miller 1972) وقد أيد ذلك معظم علماء الفطريات ومنهم الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979) خان وخان (Khan & Khan 1979) ومكنايت (Mcknight 1985) وغيرهم.

وينتشر فطر بوداكسس (العرجون) في النطاقات المدارية وشبه المدارية المحصورة بين دائرتي عرض ٤٠° شمالاً و٢٠° جنوباً من الكرة الأرضية (Zeller 1935, Morse 1933). وأفرادها رمية المعيشة تنمو عادة في الأراضي الرملية وشبه الطينية، وتوجد عادة في المناطق التي يتراوح ارتفاعها بين ٦٥ قدما تحت سطح البحر إلى ما يصل ارتفاعه إلى ٥٠٠٠ قدم فوق سطح البحر (Khan & Khan 1979, Zeller 1935, Morse

(1933. والثمرة البازيدية للعرجون ذات حامل مميز اسطواني الشكل، وتشبه إلى حد ما في شكلها العام ثمرة الكوبراينس *Coprinus* ويتراوح طول الثمرة في بعض الأفراد إلى حوالي ٢٥سم، وعرض القلنسوة يتراوح ما بين ٦-١٠ سم، (Miller 1972, Dring 1973). وتتركب الثمرة البازيدية الناضجة من جزء خارجي عقيم يسمى الجراب الثمري Peridium، وجزء داخلي خصيب يحيط به الجراب الثمري من الخارج يسمى اللب الخصيب Gleba الذي يتحلل عند النضج التام للثمرة ويتحول إلى كتلة مسحوقية الشكل من أبواغ الفطر البازيدية الداكنة اللون.

وعلى الرغم من أن جنس بوداكسس كان معروفا لدى علماء الفطريات منذ ٣٠٠ عام، إلا أن دورة حياته لم تتضح بالصورة الكاملة بعد، ولم يحظ حتى وقت قريب بالبحث والتقصي من قبل الباحثين، وربما يرجع السبب في ذلك إلى بيئته تحت الأرضية بالإضافة إلى الصعوبات المترتبة على زراعته في المختبر والحصول على ثماره البازيدية الصغيرة. وقد أوردت العالمة مورس (Morse 1933) في المقالة التي نشرتها عن هذا الجنس وصفا تفصيليا له، واستنتجت من الدراسة التشريحية للعينات التي استخدمتها بأنها ربما تكون أطوارا مختلفة من النمو لنفس الفطر اختلفت عن بعضها نتيجة لوجودها في بيئات طبيعية متباينة.

ويعتبر جنس بوداكسس إلى عهد قريب أحادي النوع أو الطراز Monotypic بمعنى أنه يحتوي على نوع واحد فقط هو بوداكسس بستيلاريس *Podaxis pistillaris* (الشكل رقم١٥٣). إلا أن الدراسات التفصيلية التي قام بها مكنايت (Mcknight 1985) مؤخرا على الأبواغ البازيدية (من حيث الشكل، التركيب، اللون، الحجم، السمك، وطرق الانبات) لعدد من عينات فطر العرجون التي جمعت من أماكن متفرقة في جنوب غربي الولايات المتحدة، وغرب امريكا اللاتينية، وذلك عن طريق استخدامه المجهر الإلكتروني المساح Scanning electron microscope، قد أكدت بأن هذا الجنس

يضم بالإضافة إلى النوع بيستيلاريس ثلاثة أنواع أخرى هي : *P.microsporus, P.longii, P. argentinus* . وفي شبه الجزيرة العربية، ينمو البوداكسس عادة في الأراضي الصحراوية الرملية، إلا أنه إذا وجدت الظروف البيئية الملائمة فإن باستطاعته النمو في الأراضي الطينية وشبه الطينية، ويعرف لدى الكثير من عامة الناس بفطر «العرجون». وتجدر الإشارة إلى أن الثمار البازيدية لفطر العرجون، والتي تظهر عادة فوق سطح الأرض بعد نزول أمطار الشتاء، تؤكل وذات نكهة وقيمة غذائية طيبة خاصة إذا جمعت في الأطوار المبكرة من نموها. وقد وجد أن ثماره البازيدية تحتوي على عناصر غذائية قيمة، حيث إن ما يقرب من ٢٤,٣٪ من المادة الجافة للثمرة البازيدية الواحدة تتكون من البروتين (Ramasamy & Kandaswamy 1978) وعادة يُقْبِلُ سكان شبه الجزيرة العربية وبالذات في منطقة نجد على جمعها لغرض الأكل، الأمر الذي دعى الباحثين في هذه المنطقة مؤخرا الى الاهتمام بالبحث عن امكانية زراعة هذا الفطر في المملكة العربية السعودية على نطاق تجاري وقد توصلت الأبحاث الجارية حاليا في كلية العلوم، جامعة الملك سعود إلى الحصول على الغزل الفطري النقي وعلى الكتل التنموية Spawns لهذا الفطر، ولا يزال العمل جاريا للحصول على المنبت الغذائي المناسب لمحاولة زراعته تحت ظروف بيئية محكمة.

على الرغم من أن التقارير العلمية تشير إلى أنه قد تم جمع البوداكسس من أماكن متفرقة من العالم، إلا أنه يبدو أن جنوب غربي الولايات المتحدة وشمال قارة افريقيا وصحراء الجزيرة العربية هما أكثر الأماكن التي ينمو فيها هذا الفطر بشكل ملحوظ. وتظهر الحوامل البوغية للفطر في أعداد كبيرة عادة خلال شهري أبريل ومايو من كل عام. وفي منطقتي القصيم وحائل بالمملكة العربية السعودية يظهر فطر العرجون في أغلب الأحيان أثناء فصل الربيع بعد سقوط الأمطار الشتوية، وعندما تصل درجة حرارة الجو إلى حوالي ٣٥°م يبدأ الفطر النامي بالذبول إلى أن يتوقف نموه نهائيا.

الشكل رقم (١٥٣). أطوار مختلفة للثمرة البازيدية الناضجة لفطر *بوداكس بستيلاريس* ***Podaxis pistillaris*** المسمى بفطر العرجون، وهو من الفطريات المألوفة في شبه الجزيرة العربية والصالحة للأكل.

عندما تتوفر للأبواغ البازيدية الموجودة في التربة احتياجاتها من الدفء والرطوبة وغير ذلك خاصة بعد موسم سقوط الأمطار، فإن تلك الأبواغ تنبت لتعطي الغزل الفطري الابتدائي الذي يتكون خلاياه قصيرة أحادية النواة، أما الغزل الفطري الثانوي المتكون من الغزل الفطري الابتدائي فتتخذ خيوطه وهي مازالت تحت سطح الأرض نظاما متفرعا من أشكال جذرية خيطية، ويكون الشكل الجذري حاويا على كتلة متماسكة وصلبة من التربة الممتزجة بالهيفات الفطرية وتنشأ الحوامل البوغية Sporophores بصورة

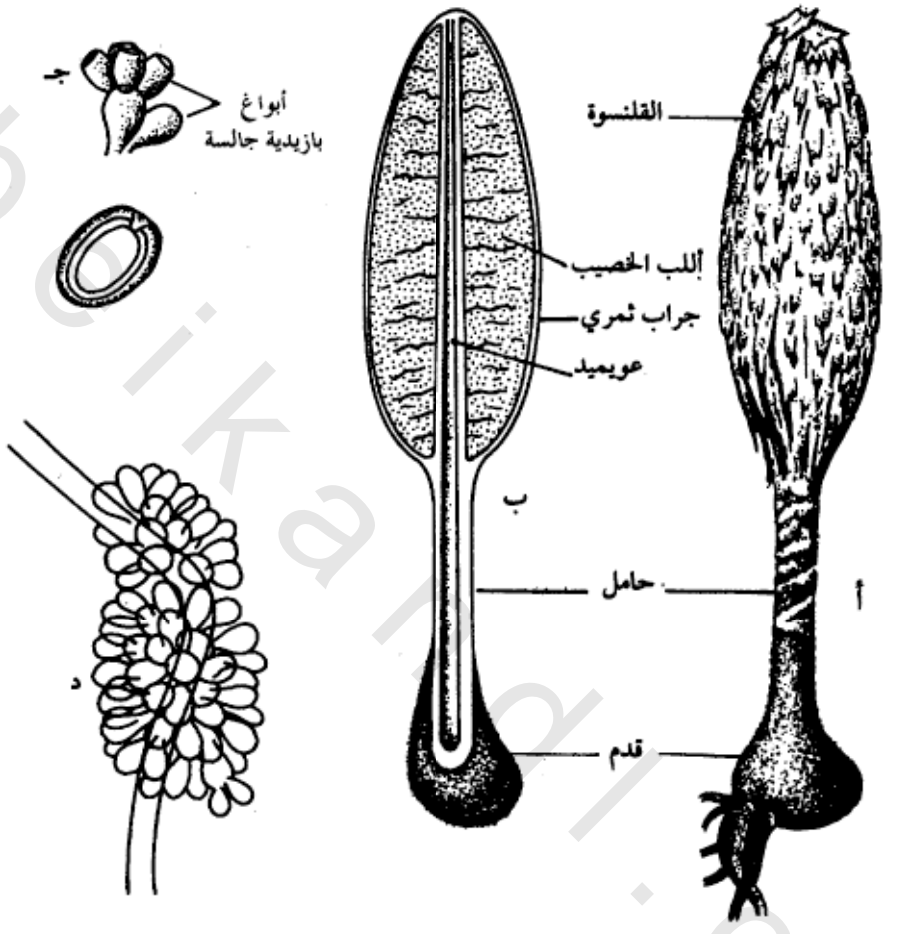
عامة على قمم الأشكال الجذرية، ثم تنمو بصورة جيدة وهي ما زالت تحت سطح الأرض، حيث يبلغ طول الواحد منها في بعض الأحيان ٧,٥ سم قبل ظهورها فوق السطح، وتكون الحوامل البوغية في هذه المرحلة من النمو متجانسة التركيب. وللفطر مقدرة ملحوظة على رفع حبيبات التربة الثقيلة (الشكل رقم١٥٤)، وبعد أن يظهر على السطح يبدأ نموه سريعا بمعدل ٢,٥سم في اليوم قريبا إلى أن يصل مرحلة النضج الكامل والتي تستغرق عشرة أيام تقريبا (Morse 1933). وفي أغلب الأحيان يتكون الحامل البوغي منفردا، إلا أنه قد لوحظ مجموعات من الحوامل البوغية نامية ملتصقة مع بعضها البعض، وقد يصل عدد هذه المجموعات في بعض الحالات إلى ستة حوامل بوغية أو تزيد، إذ تكون قواعدها مشدودة إلى بعضها البعض بواسطة خيوط قوية من الغزل الفطري، وتكون هذه الحوامل البوغية أكثر عددا في التربة الرملية بعد هطول الأمطار.

الشكل رقم (١٥٤). الحامل البوغي لفطر *بوداكسس بستيلاريس* ***P. pistillaris*** لا حظ المقدرة الملحوظة للفطر على رفع حبيبات التربة الثقيلة.

يتميز الحامل البوغي لبوداكسس منذ المراحل الأولى لنموه إلى حامل Stipe وقلنسوة Cap (الشكل رقم١٥٥أ)، ويشكل الحامل عند قاعدته انتفاخ بصلي الشكل يلتصق التصاقا وثيقا بحبيبات التربة يسمى القدم Foot (شكل ١٥٥أ) ويتكون في الثمرة البازيدية الناضجة عويميد Columella (وهو امتداد الحامل داخل القلنسوة) يصل طوله مع الحامل في بعض الأفراد إلى ٣٠ سم وسمكه من ١ – ١,٥سم تقريبا، ويوصف غالبا بأنه صلب وخشبي، ويكون في بعض الأفراد غير الناضجة نسيجي ويشكل هيفات غير متماسكة ومتوازية تمتد إلى ٣ مم في النهاية السفلى للعنق، ويستمر الحامل في نموه حتى يصل إلى قمة الجراب الثمري الذي يحيط باللب الخصيب Gleba حيث يندمج معه عن طريق برزخ ضيق هش، وقابل للكسر، وغالبا ينتهي الحامل بانتفاخ بسيط عند منطقة التقائه مع حافة الجراب الثمري، وفي المنطقة السفلى من الجراب الثمري تتمزق الطبقات الخارجية بالاتجاه الأفقي نظرا لعدم مواكبتها للنمو السريع للفطر (Morse 1933) . وقد اتخذ عالم النبات لينيس (Linneaus 1771) جهة التواء الحامل (إلى اليمين أو الشمال) قاعدة للتصنيف عموما، وتبعه بعض علماء الفطريات، إلا أن هذا يصعب الاعتماد عليه كقاعدة أساسية للتفريق بين الأفراد المختلفة للفطر.

يعطي الجراب الثمري للثمرة البازيدية الناضجة بريقا يشبه لمعان مادة المايكا Mica ويتميز إلى طبقتين، طبقة داخلية يتراوح سمكها بين ٣ إلى ٤ مم وطبقة خارجية تنفصل على هيئة قشور رفيعة وتكون في مراحل النمو النشط للفطر طليقة وغير ثابتة مما يكسب الفطر مظهرا قشريا، أما القشور التي توجد في قمة رأس الثمرة البازيدية فتكون قوية وثابتة وعند ذلك تصبح الحوامل البوغية ذات لون أبيض ثلجي جميل. وعندما ينضج الفطر تماما تسقط جميع القشور مما يكسب الطبقة الداخلية للجراب الثمري لونا زاهيا وذلك لتكشفها للخارج. ولقد اتخذ العلماء درجة الخشونة والنعومة في جدار الثمرة البازيدية مقياسا لتصنيف أفراد هذا الجنس، إلا أنها في حقيقة الأمر لا تعتبر إلا مرحلة نمو مختلفة لنفس الثمرة البازيدية.

يحيط الجراب الثمري الداخلي بطبقة اللب الخصيب Gleba (الشكل رقم١٥٥ب) التي تكون في بداية تكوينها ممتلئة بنسيج لبي هش أبيض اللون، وتلتصق التصاقا وثيقا في المراحل المبكرة من النمو بكل من العويميد والجراب الثمري الداخلي. يحتوي اللب الخصيب على خيوط شعرية Capillitial threads تمتد في صفائح الترامـا Tramal plates وعندما يكون الفطر صغيرا تكون هذه الخيوط شفافة واسطوانية ومستقيمة ونادرا ما تكون مقسمة أو متفرعة، وفي هذه المرحلة من النمو لا تعطي هذه الخيوط، أي أشكالا حلزونية، ولكن في الأفراد المسنة تصبح رمادية وغالبا تكون مفلطحة، وتعطي أشكالا حلزونية، والتمييز بين هذه الخيوط هام، إذ أنه يوضح مراحل التطور المختلفة للفطر بالاضافة إلى أن البعض يركزعليها في تصنيف أفراد الطائفة. يحتوي نسيج اللب الخصيب على حزم من البازيديات Basidia التي تترتب على شكل عناقيد بيضاوية (الشكل رقم ١٥٥د) تخرج من نقاط قريبة من التقاء خيوط الترامـا، مما يدل على أن البازيديات في هذا الفطر تصل مرحلة النضج بالتتابع كما هو الحال في الفطريات الأخرى التابعة لطائفة الفطريات البازيدية المعدية Gasteromycetes. يتميز جدار البازيديوم الناضج بتركيب غاية في النعومة، ويحمل أربعة أبواغ بازيدية ناعمة وشفافة وجالسة في غير انتظام على القمة (الشكل رقم١٥٥جـ) إلا أنه في بعض الحالات يحمل البازيديوم الواحد بوغين بازيديين فقط. عندما تنضج الثمار البازيدية فإن نسيج الطبقة الخصيبة الذي يحتوي على البازيديات والأبواغ البازيدية يتفكك ويتغير لونه تدريجيا من الأبيض إلى الأصفر ثم يتحول في النهاية إلى كتلة مسحوقية من أبواغ الفطر البنية الداكنة، التي إما أن تكون كروية أو بيضية، وتشبه في شكلها وتركيبها إلى حد كبير أبواغ فطر كوبراينس. وبعد تمزق جدار الجراب الثمري تنتشر الأبواغ إلى الخارج حيث تحمل بواسطة التيارات الهوائية إلى أماكن مختلفة، ومن ثم تنبت حينما تكون الظروف ملائمة لذلك لتعطي الفطر من جديد.



الشكل رقم (١٥٥). *بوداكسس بستيلاريس P. pistillaris*.

أ – الشكل الخارجي للثمرة البازيدية للفطر.

ب – رسم تخطيطي لقطاع طولي في الثمرة البازيدية للفطر.

جـ– أربعة أبواغ بازيدية جالسة محمولة على قمة البازيديوم، وشكل مكبر للبوغ البازيدي.

د – حزمة من البازيديات المرتبة في شكل عناقيد على أحد الخيوط الشعرية.

(عن بيسى ١٩٥٠)

obeikandl.com

رتبة الفالات Order Phallales

تعرف فطريات هذه الرتبة بالقرون النتنة، وقد سميت بهذا الاسم نسبة إلى الرائحة النتنة التي تنبعث منها عند تمدد الحامل البوغي، وتعرض لبها الخصيب. وعلى الرغم من رائحتها الكريهة، إلا أن أشكالها الظاهرية تبدو جميلة جدا لدرجة أن بعض هواة جمع الفطريات والقائمين على دراستها يفضلون الاحتفاظ بنماذج لها دون أن يتعرضوا لرائحتها العفنة، وذلك على شكل عينات محفوظة في الكحول داخل أواني زجاجية محكمة الغلق. وقد قسم العالم درينج (Dring 1973) هذه الرتبة إلى ست فصائل أهمها الفصيلتين الفالية Phallaceae والكلاثرية Clathraceae.

الشكل رقم (١٥٦). ثمرة بازيدية ناضجة لنوع ***فالاس ايمبيوديكاس Phallus Impudicus*** وهو أحد فطريات القرون النتنة، لاحظ التخت الذي على شكل القرن، وهو يحمل بداخله اللب الخصيب الذي يتحلل إلى قالب هلامي يحتوي على مادة لزجة حلوة المذاق تلتصق فيها كتل الأبواغ البازيدية وتفوح منها رائحة نتنة، وهي تقوم بجذب الحشرات إليها وخاصة الذباب الذي يساعد على نثر الأبواغ البازيدية للفطر.

(عن بورسى ١٩٧٧)

وتضم الفصيلة الفالية عددا من الأجناس أهمها جنس *فالاس Phallus* (الشكل رقم١٥٦)، الذي ينمو بصورة عامة في التربة التي تحتوي على بقايا الأوراق الميتة وقطع الأخشاب القديمة المتآكلة، ونشارة الخشب، وأكوام النفايات المتعفنة. ويتكون الغزل الفطري من خيوط فطرية سميكة ملساء، تسمى الأشكال الجذرية أو الرايزومورفات التي تمتد عدة أقدام في التربة، تنشأ بدايات الثمار البازيدية بصورة عامة على قمم الأشكال الجذرية، وتتكون الثمار البازيدية الحديثة التي مازالت مدفونة جزئيا بالتربة على هيئة تراكيب شبيهة ببيض الدجاج شكلا وحجما إلا أنها لينة قليلا (الشكل رقم١٥٧)، ويتراوح عرضها ما بين ٣-٦ سم، وتتصل بوسط النمو عن طريق الأشكال الجذرية. ويتألف الغلاف الخارجي للبيضة من طبقة ضيقة وصلبة تسمى اللفافة الخارجية Outer volva، أما الغلاف الداخلي فهو يتكون من طبقة رقيقة تسمى اللفافة الداخلية Inner volva ويوجد طبقة وسطية سميكة وجيلاتينية ترتبط بين الطبقتين الخارجية والداخلية. وتحاط هذه الطبقات من الداخل بنسيج اللب الخصيب الذي يتخذ شكل الكأس المقلوب ويسمى القبعة أو القلنسوة. وتكون البازيديات الناضجة التي تنتجها الطبقة الخصبية هراوية الشكل، ويحمل كل بازيديوم في طرفة ثمانية أبواغ بازيدية (Smith 1955).

الشكل رقم (١٥٧). بداية تكوين الثمرة البازيدية لفطر *فالاس ايمبيوديكس P.impudicus*، وهي تشبه في شكلها وحجمها بيض الدجاج.

(عن بورسى ١٩٧٧)

ويستمر نمو الثمار البازيدية تحت سطح التربة إلى أن يتم نضج الأبواغ البازيدية وباستمرار نموها تضغط على الجراب الثمري نتيجة تزايد حجم الأعضاء الداخلية فيؤدى ذلك إلى تصدع وانكسار البيضة، فيخرج منها عنق طويل أبيض اللون يستطيل بسرعة مخترقا اللفافتين الداخلية والخارجية، ويظهر فوق سطح التربة حتى يصل ارتفاعه ما بين ٨ إلى ١٥سم، ويستغرق ذلك بضع ساعات في بعض الأنواع. ويحمل العنق في طرفه البعيد القلنسوة التي تتخذ شكل القرن، ويتكون داخلها اللب الخصيب على سطح التخت. ويظهر الجراب الثمري (الجدار الخارجي للبيضة) على شكل لفافة عند قاعدة العنق. وبمجرد أن يتعرض التخت الذي يحمل اللب الخصيب فإن ذلك يؤدى إلى تحلل اللب الخصيب على هيئة قالب هلامي حلو المذاق ولونه زيتوني داكن، تلتصق عليه الأبواغ البازيدية التي يصل عددها في الثمرة البازيدية الواحدة إلى أكثر من ٢٠ مليون بوغ، ويفـــوح منه رائحة عفنة بعجز المرء عن وصفها، ولا يدرك جيدا هذه الرائحة إلا من يقومون عادة بجمعها من مواطن نموها. وتعد الحشرات وخاصة الذباب العامل الرئيسي في انتشار أبواغ الفطر إذ تجذب الرائحة الكريهة التي تنبعث من اللب الخصيب الحاوي على الأبواغ البازيدية، الذباب من مسافات بعيدة، فيتغذى عليها، وأثناء ذلك تلتصق هذه المادة المصحوبة بالأبواغ بأجزاء فم الحشرة وجسمها، وقد تمر دون أن تتأثر خلال القناة الهضمية للحشرة فتساعد بذلك على انتشار أبواغ الفطر ومن ثم إنباتها عندما تتوفر لها الظروف البيئية الملائمة للنمو لتعطي أفراداً جديدة.

رتبة الليكوبيردات Order Lycoperdales

تشمل هذه الرتبة فطريات مألوفة تسمى الكرات النافخة Puffballs (الشكل رقم ١٥٨) وفطريات نجوم الأرض Earth stars (الشكل رقم ١٥٩). وهي فطريات غير ضارة وغير سامة، ولا تسبب أمراضا للنباتات الراقية. وتبدى أفرادها ميلا شديدا إلى

تحلل لب الطبقة الخصيبة وتحولها إلى كتلة جافة من الأبواغ البازيدية الفاتحة اللون التي تتخللها بعض الخيوط الفطرية. ويحيط بالطبقة الخصيبة عند نضجها جراب ثمري يتكون في بعض الأجناس من طبقة مفردة بينما قد يتكون في أجناس أخرى من أربع طبقات.

وتتبع هذه الرتبة أربع فصائل هي :

١ - الفصيلة الأراكنية Family Arachniaceae

٢ - الفصيلة الميزوفيلية Family Mesophelliaceae

٣ - الفصيلة الليكوبيردية Family Lycoperdaceae

٤ - الفصيلة الجياسترية Family Geastraceae

وتعتبر الفصيلتان الأخيرتان من أكثرها أهمية نظرا لاحتوائها على بعض الفطريات المألوفة التي يسهل تمييزها والتعرف عليها.

وتضم الفصيلة الليكوبيردية أنواعا نموذجية معروفة هي الفطريات الكروية الاسفنجية النافخة التي تنمو عادة فوق جذوع الأشجار، وكتل الأخشاب المتحللة، أو على أرضية الغابات قرب جذوع الأشجار. ويمكن مشاهدة أنواعها بكثرة في أوقات الربيع في الحدائق المفتوحة والساحات الخضراء، وحقول الحشائش البرية. وجميع الكرات النافخة هي من النوع الصالح للأكل Edible fungi، ولو أن قليلا جدا منها يسبب عند تناوله بعض الاضطرابات المعوية البسيطة لبعض الناس. وأفضل أنواع الكرات النافخة هي التي يتم جمعها عندما تكون صغيرة السن حيث يتكون داخلها نسيج أبيض شحمي، ولكن عندما تزداد في النضج، وتأخذ الأبواغ في التكون فإن هذا النسيج ينفصل إلى غرف أو ثقوب Pores، ثم يتحول وسط الكرة بعد ذلك إلى اللون الأصفر، وعندئذ يتغير طعمها وتفسد نكهتها، ولكنها على الرغم من ذلك لا تنقلب إلى سامة.

ويحيط بالثمار البازيدية لأفراد هذه الفصيلة طبقتان من الجراب الثمري، الطبقة الخارجية منها تسمى الجراب الثمري الخارجي Exoperidium، أما الطبقة الداخلية فتسمى الجراب الثمري الداخلي Endoperidium.

وفي جنس *ليكوبيردون Lycoperdon* (الشكل رقم ١٥٨) وهو من أكثر الكرات النافخة شيوعا تكون ثمرته البازيدية ما بين كروية إلى كمثرية الشكل، وذلك تبعا للقاعدة إذا اكانت قد استطالت أو لم تستطل إلى عنق متميز. وفي هذا الجنس تتميز كل طبقة من الجراب الثمري تماما عن الأخرى، وتكون الطبقة الخارجية أحيانا متثاللة، وشوكية أو محببة. وعندما تذوى هذه الطبقة فإن الطبقة الداخلية تبقى كغشاء رقيق وسليم، ومزود بفتحة مركزية دقيقة (بويب Ostiole) تنطلق عن طريقها الأبواغ إلى الخارج بواسطة التيار الهوائي.

ويوجد في الطبقة الخصيبة عدد كبير من التجاويف الصغيرة غير منتظمة الشكل، مبطنة بالبازيديات، وتفصل بينها أنسجة مفككة تعرف بالترامـا Trama، وللبازيديوم ذنيبات أسطوانية نحيفة يحمل كل منها بوغ بازيدي كروي الشكل، وعند نضج الثمار البازيدية تتمزق البازيديات تاركة الأبواغ البازيدية داخل التجويف وبعد ذلك يتحلل لب الطبقة الخصيبة ويجف النسيج الترامي مكونا كتلة جافة من الأبواغ البازيدية الفاتحة اللون. ويكون للثمرة البازيدية الناضجة غلاف جاف جلدي عقيم هو الجراب الثمري الداخلي، ويكون هذا الغلاف مزودا بفتحة دائرية صغيرة في قمته. وعندما تثقب الثمرة البازيدية الناضجة بأي قوة خارجية كالرياح والمطر والحيوانات مثلا فإن الجدار الخارجي يعمل عمل المنفاخ وينفث سحابة من الأبواغ البازيدية التي تحمل بواسطة الرياح. ولا تنبت الأبواغ البازيدية في الليكوبيردون عادة إلا بعد أن تتعرض لفترات متعاقبة من الرطوبة والجفاف. وعند إنباتها فإنها تعطي الغزل الفطري الابتدائي الذي تكون خلاياه قصيره أحادية النواة. أما الغزل الفطري الثانوي المتكون من الغزل الفطري الابتدائي ففي كثير من الأحيان تتخذ خيوطه نظاما متفرعا من أشكال جذرية. وتنشأ الثمار البازيدية عادة طرفيا على الأشكال الجذرية، ولكنها قد تنشأ في بعض الأحيان جانبيا.

أما فصيلة النجوم الأرضية Geastraceae فهي تضم بعض الفطريات الشائعة والتي تعرف بنجوم الأرض Earth stars (الشكل رقم ١٥٩). والنجوم الأرضية هي كرات نافخة تتشقق فيها الطبقة الخارجية من الجراب الثمري في اتجاهات قطرية، وعندما تبتل بالماء فإنها تتفتح إلى عدد من الفصوص التي تنحنى وتلتوي إلى الوراء فتتخذ شكل النجمة، ولهذا تسمى أفراد هذه الفصيلة بالنجوم الأرضية. أما الجراب الداخلي فيبقى مغلقا إلا من فتحة أو ثقب في منتصفه تنطلق منه الأبواغ إلى الخارج، ولهذا فإن أي اهتزاز يسبب نفخ الأبواغ من داخل الجراب إلى الخارج عن طريق الثقب. ويتركب داخل الكرة النافخة الصغيرة السن غير الناضجة من نسيج أبيض شحمي، يتجزأ إلى غرف بازدياد النضج، وتمتلئ هذه الغرف في بعض الأجناس بهيفات متداخلة في بعضها، تنتهي أفرعها الجانبية ببازيديات، بينما في أجناس أخرى تكون الجدر مبطنة بالبازيديات.

الشكل رقم (١٥٨). الثمار البازيدية في فطر *ليكوبيردون بيرلاتم* ***Lycoperdon perlatum***، وهو أحد الفطريات النافخة.

(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

الشكل رقم (١٥٩). الثمار البازيدية لفطر نجمة الأرض جياسترام روفيسانس *Geastrum rufescens*.
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

ويعد جنس جياسترام *Geastrum* من أشهر أجناس هذه الفصيلة وأكثرها انتشارا، ويضم عددا من الأنواع أشهرها *Geastrum rufescene* (الشكل رقم١٥٩) حيث يبقى الغلاف أو الجراب الداخلي للثمرة البازيدية على حاله بينما يتشقق الغلاف الخارجي على شكل نجمة. ويكثر وجود هذا الفطر على سفوح الجبال والحقول والغابات.

رتبة النيديولاريات Order Nidulariales

يطلق على أفراد هذه الرتبة أيضا اسم الفطريات ذات الثمار العشية Birds nest fungi (فطريات عش الطير)، وترجع هذه التسمية إلى أن ثمارها البازيدية عند نضجها تتكون من عدد كبير من التجاويف التي تأخذ شكل الكأس، هي محاطة بغلاف

سميك، ويكون نسيج التراما حول كل تجويف جدارا عديد الطبقات. وتحتوي الثمرة البازيدية على عدد من الثميرات البازيدية الصغيرة Peridioles التي تتكون في القسم السفلي من الثمرة البازيدية الأم والتي تأخذ شكل الكأس، وذلك بسبب انحلال الغلاف والأنسجة المحيطة بكل ثميرة بازيدية. وتتعرض الثميرات البازيدية للخارج بشكل ولون يشبه تماما بيض الطيور وهي في أعشاشها، وهي تحتوي على البازيديات والأبواغ البازيدية. ويوجد عدد من الثميرات البازيدية الصغيرة في كل تجويف، ويصل عددها في بعض الأجناس إلى حوالي ٢٠ ثميرة.

وقد تم دراسة أفراد هذه المجموعة بالتفصيل من قبل العالم بروديه (Brodie 1975) وضمن دراسته في كتاب عنوانه«فطريات عش الطير» Bird's nest fungi.

وتشتمل هذه الرتبة على فصيلتين هما:

☐ الفصيلة النيديولارية Family Nidulariaceae

وفيها تتكون عدة ثميرات داخل الثمرة البازيدية، والتي تشبه في شكلها الكأس، وعند نضج هذه الثميرات الصغيرة، فإنها تنفصل عن بعضها وتحرر داخل الثمرة الأم، أو تتصل بالغلاف بجزء حبلي رفيع يسمى الحبل السري Funiculus وتضم هذه الفصيلة خمسة أجناس نيديولا *Nidula*، وجنس نيديولاريا *Nidularia* وهما لا يحتويان على حبل سري، ولكن الثميرات البازيدية تتغطى بمادة لاصقة، تلتصق عن طريقها الثميرات مباشرة بأول سطح صلب تقع عليه بعد قذفها من قاعدة الكأس الثمري، وجنس كروسيبيولام *Crucibulum* الذي يعد من الأجناس الجذابة في هذه الفصيلة، ويحتوي على عدد من الأنواع أهمها النوع *كروسيبيولام فولجير C.vulgare* (الشكل رقم١٦٠). وفي هذا النوع تكون الثميرات البازيدية بيضاء، وتتصل كل ثميرة

صغيرة بقاعدة الكأس الثميري بواسطة خيوط طويلة ورفيعة تسمى الحبل السرى، فعندما يهطل المطر خلال عاصفة شديدة، فإن قطرات الماء القوية تعمل على سقوط الثميرات البازيدية بعيدا عن تجويف الثمرة البازيدية الأم بمسافة قد تصل إلى حوالي مترين. وتؤدى القوة التي يتم بها قذف الثميرات الصغيرة فجأة إلى ابتلال الحبل السري، وتمدده بدرجة كبيرة قد يصل في الطول من ١٥ إلى ٢٠سم، ثم انفصاله من قاعدة الكأس الثمري محدثا بذلك فرقعة أو صوتا، وينتج عن ذلك اصطدام الكتل البوغية(الثميرات البازيدية) على أي دعامة مناسبة قريبة من الفطر كأنصال أوراق بعض الاعشاب مثلا، فتلتصق بها عن طريق الأحبال السرية ذات القاعدة الصمغية، ثم تتدلى الثميرات إلى أسفل عن طريق التفاف الحبل السري حول ذلك الجسم، وتبقى على هذا الحال إلى أن يحين موعد انبات الأبواغ البازيدية. وقد وجد أن هذه الكتل البوغية قد تلتصق ببعض الحيوانات الصغيرة والحشرات التي تحملها بعيدا عن منطقتها فتساعد بذلك على انتشارها. على الرغم من أن هذه الميكانيكية الغريبة في نشر أبواغ الفطر لا تبدو ناجحة، إلا أنها أصبحت مثار استغراب وعجب علماء الفطريات.

□ الفصيلة السفيرو بولية Family Sphaerobolaceae

وتمتاز أفرادها بتكوين ثمار بازيدية تحتوي بداخلها على ثميرة بازيدية واحدة، وفيها ينفصل اللب الخصيب بأكمله من الجراب الثمري، ويتم قذفه في عنف. وتضم جنس واحد فقط هو جنس سفيروبولاس *Sphaerobolus* ويحتوي على ثمرة بازيدية كروية الشكل إلى حد ما. ولا يزيد قطرها عن٢,٥مم، وهي مصممة بطريقة تؤدى إلى قذف اللب الخصيب الذي يحتوي على الأبواغ البازيدية بعنف يصل إلى مسافة تزيد عن أربعة أقدام، وتكون مسموعة في بعض الأحيان، ولا يحدث ذلك في الظلام. وهذا

القذف القوي ناتج عن الضغط الناجم عن انتفاخ احدى طبقات الغلاف العام للثمرة البازيدية ، ولذا يطلق على هذا الفطر بأنه مدفعية الفطريات.

الشكل رقم (١٦٠). مجموعة من الثمار البازيدية لفطر *كروسيبولام فولجير Cruclbulum vulagare* وهو أحد فطريات عش الطير.

(عن بورسى ١٩٧٧)

طويئفة الفطريات التيليوميسيتية Subclass Teliomycetidae

تعيش معظم أفراد هذه الطويئفة كطفيليات نباتية متخصصة على أوراق وثمار وسوق نباتات المحاصيل الزراعية الهامة خاصة الحبوب ، وتسبب لها خسائر كبيرة. ويطلق عليها الفطريات البازيدية الدنيا Lower Basidiomycetidae نظرا لكونها لا تنتج ثمارا بازيدية على الاطلاق كتلك التي سبق مناقشتها في الفطريات البازيدية الراقية. ويختلف شكل وتركيب البازيديوم أو مايسمى بالميسيليوم الأولي Promycelium في أفراد هذه الطويئفة إلى درجة كبيرة عن نظيره في الطويئفة السابقة ، فبينما نجد أنه في الطويئفة السابقة عبارة عن تركيب بسيط صولجاني الشكل غير مقسم ، وتنتظم على

سطحه الخارجي الأبواغ البازيدية التي يتراوح عددها ما بين ٢ إلى ٤ ، نجد أنه في هذه الطويئفة يبدأ ببوغ ساكن سميك الجدار هو البوغ التيليتي الذي يعتبر الطور الذي قضى فيه الفطر موسم الشتاء، فكل خلية من خلايا البـــوغ التيليتي عبارة عن بازيديوم أولي Probasidium ثنائي النواة، يحدث فيه اندماج النواتين عند نضج البوغ التيليتي وقبل إنباته. وفي معظم الأجناس ينبت البـــوغ التيليتي ويعطي خلية خيطية ثنائية النواة، ثم تنمو هذه الخلية في الظروف الملائمة لتكون خيط رفيع قصير مستقيم أومنحنى يتكون من خلية أو أربع خلايا غالبا، ويسمى هذا الخيط بالبازيديوم العلوي Metabasidium ويطلق عليه كذلك اسم الميسيليوم الأولي، وفي هذا الخيط يتم انقسام النواة الثنائية المجموعة الصبغية اختزاليا وتتكون أربع أنوية كل منها أحادية المجموعة الصبغية، ثم ينقسم الميسيليوم الأولي بجدر مستعرضة إلى أربع خلايا يوجد بكل منها نواة من الأنوية الأحادية المجموعة الصبغية، ثم يتكون على جدار كل خلية من الخارج ذنيب، تنشأ على قمته البوغية البازيدية، وتنتقل إليها نواة الخلية.

ومن هنا نجد أن البوغ التيليتي يعتبر من الناحية الوظيفية والخلوية بمثابة بازيديوم، ولكنها من ناحية الشكل تختلف عن البازيديوم المثالي المعروف في الفطريات البازيدية الراقية.

وتشتمل هذه الطويئفة على رتبتين هما اليوريدينات واليوستيلاجينات، والتي تضم في مجموعها أكثر من ٢٢٥ جنسا وحوالي ٦٢٠٠ نوع. ويمكن التمييز بين هاتين الرتبتين حسب مفتاح التصنيف التالي:

أ- جميع أفراد الرتبتين لا تنتج ثمارا بازيدية، أما الأبواغ التيليتية فموجودة، وأغلبها طفيليات على النباتات الزهرية.

ب- تتكون الأبواغ البازيدية على ذنيبات، وتنطلق بقوة.

رتبة اليوريدينات ..... Uredinales

ب ب- الأبواغ البازيدية تكون جالسة، ولا تنطلق بقوة.

رتبة اليوستيلاجينات ..... Ustilaginales

رتبة اليوريدينات (الأصداء) Order Uredinales(Rusts)

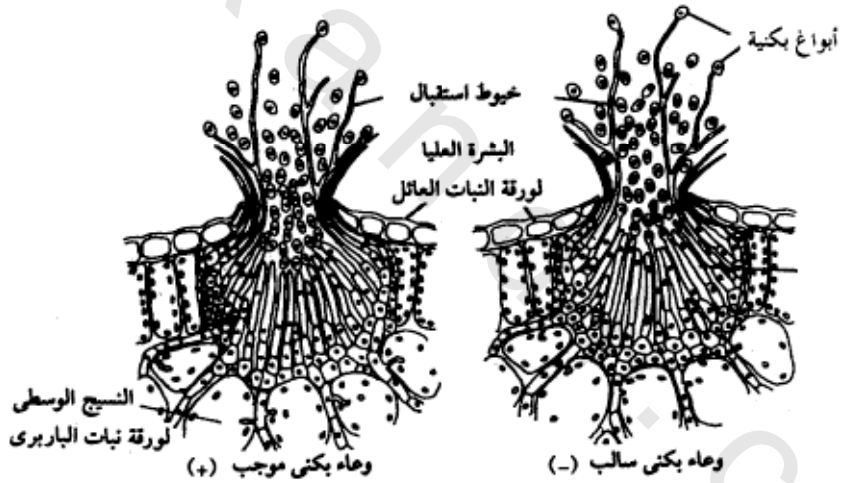
تعرف هذه الرتبة أيضا برتبة الأصداء، وهي تضم حوالي ١٣٠ جنسا تضم ما يقرب من ٤٠٠٠ نوع مختلف (Laundon 1973)، وجميعها إجبارية التطفل أي لا يمكنها أن تعيش إلا على النبات العائل الخاص بكل منها، ولا يمكن تنميتها على بيئات غذائية صناعية إلا في حالات نادرة جدا. فقد تمكن العلماء حديثا من إنماء بعض هذه الفطريات في مزارع صناعية مثل الفطر جيمنوسبورنجيوم جنيبيري *فيرجينيانى* *Gymno-sporangium juniperi-virginianae* الذي يسبب مرض صدأ التفاح، والفطر *باكسينيا جرامينيس تريتيساي* *Puccinia graminis tritici* الذي يسبب مرض صدأ الساق الأسود في القمح، وأمكن لمثل هذه الفطريات تكوين أبواغها اليوريدية والتيليتية على تلك المزارع الصناعية (اسماعيل على إبراهيم وآخرون، ١٩٧٤).

وتعتبر الأصداء من أهم المسببات المرضيةالخطيرة، إذ أنها تصيب عددا من المحاصيل الهامة مسببة لها خسائر كبيرة، وخاصة في محاصيل الحبوب. وسميت هذه الفطريات بفطريات الصدأ نظرا لظهور بعض أطوارها البوغية على سوق وأوراق عوائلها في بثرات بلون مشابه لصدأ الحديد، ويرجع لون الفطر والأبواغ الصفراء إلى وجود قطرات دهنية داخل الفطر والأبواغ.

ويتكون الغزل الفطري من خيوط فطرية متفرعة تنمو في المسافات البينية لأنسجة النبات العائل ونادرا جدا داخلها، وترسل ممصاتها داخل الخلايا لامتصاص احتياجات الفطر الغذائية وتظهر في فطريات الصدأ ظاهرة التخصص الفيسولوجي بوضوح، أي أن الفطر المعين يختص بإصابة أصناف معينة دون غيرها. كما تتميز بدورة

حياتها المعقدة، وأطوارها البوغية المتعددة حيث يظهر في دورة حياة الأصداء النموذجية خمسة أطوار بوغية مختلفة، وهي تتعاقب بانتظام، وقد أُقترِحَ اعطاؤها الأرقام الرومانية التالية:

١ – الطور صفر (Stage 0) ويعرف بالطور البكني Pycnidial or Pycnial stage ويسمى أيضاً بالطور البذيري (الأسبيرموجوني) Spermogonial stage، ويتصف بتكوين الفطر تراكيب أو أوعية دورقية الشكل تسمى الأوعية البكنية Pycnia. وتتكون هذه الأوعية عادة على السطوح العليا لأوراق النبات العائل (الشكل رقم١٦١).



الشكل رقم (١٦١). قطاع في ورقة نبات الباربرى يبين الوعائين البكنيين السالب والموجب على السطح العلوي للورقة.

ويوجد بداخلها خيوط خصيبة تحمل الأبواغ البكنية Pycniospores. والبوغة البكنية أحادية الخلية بها نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية، وهي تقوم بوظيفة أعضاء جنسية مذكرة، كما يوجد بداخل هذه الأوعية أيضا خيوط تسمى هيفات الاستقبال Receptive hyphae وتقوم بوظيفة أعضاء جنسية مؤنثة.

٢- الطور الأول (Stage I) ويعرف بالطور الأسيدي Aecial stage ويمتاز بوجود تراكيب كأسية الشكل تعرف بالكؤوس الأسيدية Aecia ، وهي تتكون عادة على السطوح السفلية لأوراق النبات المصاب في الجهة المقابلة للأوعية البكنية (الشكل رقم١٦٢) وتتكون داخلها الأبواغ الأسيدية Aecidiospores في سلاسل يفصلها عن بعضها خلايا بينية فاصلة Disjunctor cells ، كل بوغ أسيدي به نواتين منفصلتين ، كل منها تحتوي على العدد الأحادى من الكروموسومات.

الشكل رقم (١٦٢). جزء من قطاع عرضي في ورقة نبات الباربرى يوضح الكأس الأسيدي لفطر باكسينيا جراميتيس المسبب لمرض الصدأ الأسود في القمح، لاحظ شكل الأبواغ الأسيدية الحمراء اللون، والتي قد تسبب التهابات في الأعضاء التنفسية للإنسان.
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

٣- الطور الثاني (Stage II) ويسمى بالطور اليوريدي Uredial stage ويطلق عليه أيضا الطور المتكرر Repeating stage أي أن الفطر يكرر نفسه من خلال هذا الطور عدة مرات خلال موسم نمو المحصول مما يؤدي إلى انتشار المرض، وهو يعتبر من أخطر أطوار هذه الفطريات على المحاصيل الزراعية. ويتمثل بوجود بثرات Sori تسمى البثرات اليوريدية Uredio sori (الشكل رقم ١٦٣ ا)، ويوجد بداخلها الأبواغ اليوريدية Urediospores، والبوغ اليوريدي أحادي الخلية ذا نواتين مترافقتين، ويُحمل كل بوغ على حامل ينفصل عنه بسهولة، ويوجد بين الأبواغ اليوريدية عادة خيوط عقيمة.

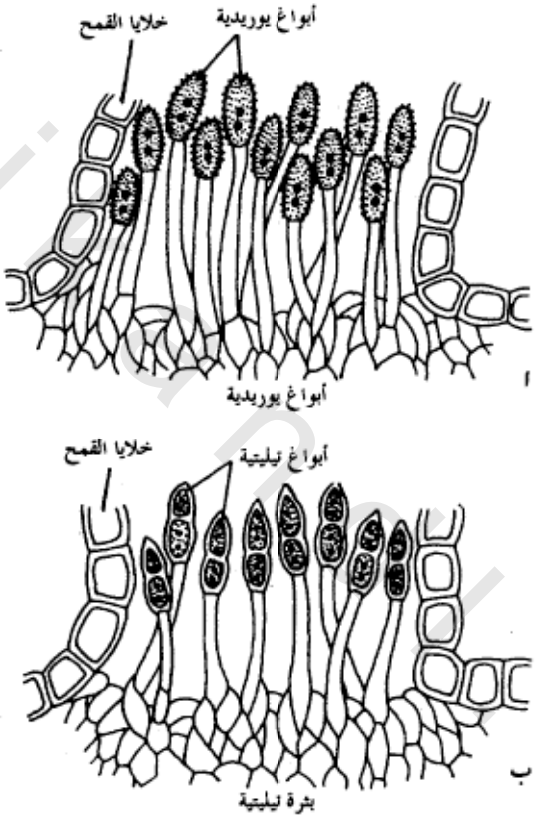
٤- الطور الثالث (Stage III) ويطلق عليه الطور التيليتي Telial stage وهو يتمثل بوجود بثرات تيليتية Teleuto sori (الشكل رقم ١٦٣ب). تتكون قرب نهاية موسم نمو المحصول المصاب، ويوجد بداخلها الأبواغ التيليتية Teleuto spores ويختلف شكل وتركيب البوغ التيليتي باختلاف الجنس الذي تنتمي إليه (الشكل رقم ١٦٥).

٥- الطور الرابع (Stage IV) ويعرف بالطور البازيدي Basidial stage ويمثله الأبواغ الجنسية التي تسمى بالأبواغ البازيدية Basidiospores (الشكل رقم ١٦٤)، وهي لا تتكون داخل البثرة بل تنشأ على البازيديوم أو ما يسمى بالميسيليوم الأولي والذي يتكون من إنبات البوغ التيليتي، أو إحدى الخلايا المكونة لها ويحمل الميسيليوم الأولي الأبواغ البازيدية. والبوغ البازيدي أحادي الخلية، صغير الحجم به نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية، ويسبق تكوين هذه الأبواغ حدوث انقسام اختزالي في خلايا الميسيليوم الأولي، وهي لا تصيب النبات العائل الذي نشأت عن أبواغه التيليتية، ولكنها تصيب عائلا آخر، فينتج عن ذلك تكوين الطور البكني الذي سبق وصفه.

المميزات العامة لفطريات الصدأ

تمتاز فطريات الصدأ ببعض الصفات العامة التي يمكن تلخيصها فيما يلي:

١ – جميع فطريات الصدأ إجبارية التطفل Obligate parasitic فلا يمكنها أن تنمو إلا على عائل حي، ولا يمكن تنميتها في بيئات غذائية صناعية إلا في حالات نادرة جدا كما أشير إلى ذلك آنفا. وغزلها الفطري مقسم ومتفرع وخلاياه أحادية النواة في

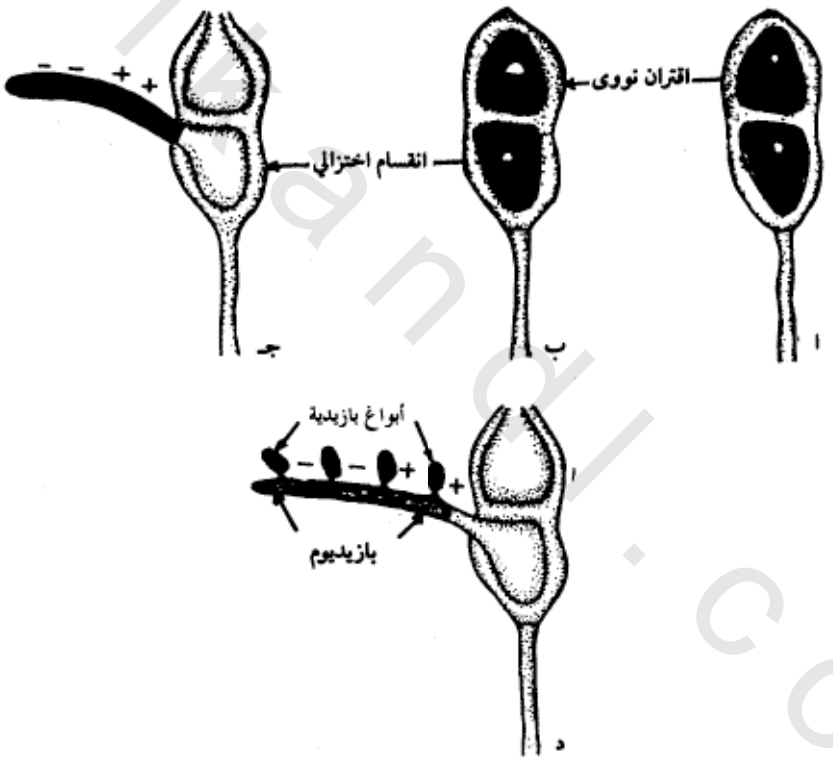


الشكل رقم (١٦٣). فطر *باكسينيا جرامينيس* ***Puccinia graminis*** المسبب لمرض صدأ الساق الأسود في القمح.

أ– قطاع مستعرض في غمد ورقة نبات قمح مصاب، ماراً بالبثرة اليوريدية، لاحظ كل بوغ يوريدي مكونة من خلية واحدة ثنائية النواة ولها عنق طويل.

ب– قطاع مستعرض مار بالبثرة التيليتية. لاحظ بشرة النبات العائل ممزقة، والأبواغ التيليتية ذات الأعناق الطويلة والتي تتكون كل منها من خليتين.

أطوار النمو الأولى، ولكن في مراحل النمو المتأخرة تصبح الخلايا ثنائية النواة، وقد أوضحت الدراسات الحديثة بواسطة المجهر الالكتروني أن السيتوبلازم في خلايا فطريات الصدأ يحتوي على الريبوسومات، الميتوكوندريا، الشبكة الإندوبلازمية، جزيئات الجليكوجين، والأجسام الدهنية. وينمو الغزل الفطري في المسافات البينية لأنسجة النبات العائل(أي أنه بين خلوي) ونادرا جدا داخلها، ويرسل ممصاته داخل خلايا العائل لاستيفاء احتياجاته الغذائية عن طريقها.



الشكل رقم (١٦٤). المراحل المختلفة في تكوين الأبواغ البازيدية في فطر *باكسينيا جرامينيس*.

أ – بوغ تيليتي ثنائي الخلايا.

ب – خلايا ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن).

جـ– خطوات تكوين البازيديوم والأبواغ البازيدية.

د – البازيديوم يحمل أربعة أبواغ بازيدية.

٢- تعتبر فطريات الأصدأ من الفطريات البازيدية الدنيا، نظرا لافتقارها للثمار البازيدية التي تمتاز بها الفطريات البازيدية الراقية.

٣- تتميز فطريات الأصدأ بدورة حياتها المعقدة، وأطوارها البوغية المتعددة Polymorphism حيث يظهر في دورة حياة أنواع الأصداء النموذجية خمسة أطوار بوغية مختلفة في تتابع منتظم، ويطلق عليها الأصداء طويلة الدورة Macrocyclic rusts، وقد يختفي طور أو أكثر من هذه الأطوار إلا أنه يتكون فيها جميعا الطور التيليتي.

٤- انبات ألبوغ التيليتي الذي يتكون غالبا من أكثر من خلية، فيخرج من كل واحدة منها هيفا قصيرة محدودة النمو تسمى بالحامل البازيدي، أو ما يطلق عليه أحيانا بالميسيليوم الأولي (Promycelium)، وهو عادة مقسما إلى أربع خلايا تحمل كل خلية منها بوغ بازيدي على حامل دقيق يسمى بالذنيب.

٥- وجود ظاهرة تباين العوائل Heteroecism في أنواع معينة منها، أي تكوين أنواع الأبواغ المختلفة لفطر ما منها، على عائلين منفصلين لا علاقة ولا صلة بينهما.

٦- قدرة بعض أنواعها على تكوين سلالات فسيولوجية Physiological races وهي عبارة عن مجموعة من السلالات الفطرية لهذا المرض تتشابه في شكلها المورفولوجي، وتختلف في سلوكها الفسيولوجي، وتنشأ بفعل طفرات Mutations وراثية ذاتية تحدث في الفطر، وتكون هذه السلالات قادرة على كسر حاجز مقاومة النبات وإحداث المرض.

٧- وجود ظاهرة التخصص الفسيولوجي في بعض فطريات الصدأ بوضوح، أي أن الفطر المعين يختص بإصابة أصناف معينة دون غيرها.

تقسيم الأصداء: يعتمد تقسيم رتبة الأصداء إلى فصائلها المختلفة على أساس الصفات المختلفة لأبواغها التيليتية والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

١- شكل وتركيب الأبواغ التيليتية (أحادية الخلية أو عديدة الخلايا).

٢- طريقة حمل الأبواغ التيليتية على حواملها، ما إذا كانت معنقة أو غير معنقة (جالسة).

ووفقا لهاتين الصفتين، فقد تم تقسيم الرتبة إلى ثلاث فصائل هي :

١- الفصيلة الباكسينية Family pucciniaceae

٢- الفصيلة الميلامبسورية Family Melampsoraceae

٣- الفصيلة الكوليوسبورية Family Coleosporiaceae

ويمكن التمييز بين هذه الفصائل على حسب مفتاح التصنيف التالي :

أ- الأبواغ البازيدية تنشأ على البازيديوم المقسم أو ما يسمى بالميسيليوم الأولي والناتج من إنبات البوغ التيليتي.

ب- الأبواغ التيليتية معنقة (محمولة على أعناق).

الفصيلة الباكسينية..... Pucciniaceae

ب ب- الأبواغ التيليتية غير معنقة (جالسة).

الفصيلة الميلامبسورية..... Melampsoraceae

أ أ- الأبواغ البازيدية تنشأ من البوغ التيليتي مباشرة عند إنباتها دون أن يتكون الميسيليوم الأولي.

الفصيلة الكوليوسبورية ..... Coleosporiaceae

☐ الفصيلة الباكسينية Family Pucciniaceae

تضم هذه الفصيلة العدد الأكبر من فطريات الأصداء، وتتميز أفرادها بأن الأبواغ التيليتية فيها تكون دائما معنقة ويختلف شكل هذه الأبواغ باختلاف الأجناس.

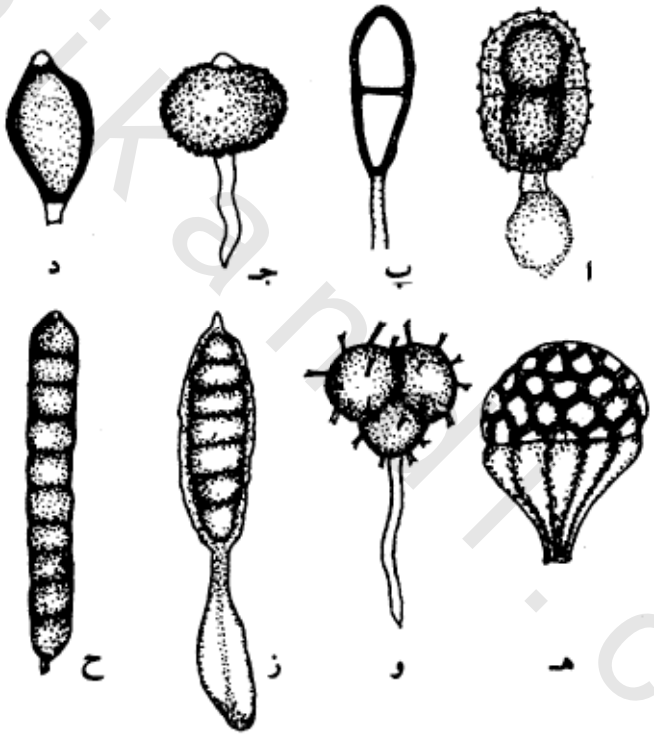
فهي قد تكون بسيطة مؤلفة من خلية واحدة، أو تكون ثنائية الخلية أو عديدة الخلايا، وقد توجد كل منها مستقلة عن الأخرى أو تتجمع داخل مادة جيلاتينية، وتحمل الخلايا التيليتية فوق حواملها إما مفردة، أو في مجاميع من حوامل بسيطة أو مركبة أي تظهر على حامل مشترك. وتتكون عادة في بثرات تحت البشرة وتكون مغطاة أوعارية. وجدر الخلايا التيليتية عادة بنية محمرة، سميكة، وقد تكون ملساء، أو مزخرفة أو محاطة بغلاف شفاف. وتضم الفصيلة عددا من الأجناس التي يمكن تمييز بعضها عن بعض تبعا لعدد الخلايا في كل بوغ تيليتي، وكذلك شكل الجدار المحيط بكل بوغ، والطور الأسيدي ونظام دورة الحياة وغير ذلك، ومن الاجناس ذات الأهمية الاقتصادية التابعة لهذه الفصيلة ما يلي:

١- جنس *يوروميسيس Uromyces*، وفيه يكون البوغ التيليتي مكون من خلية واحدة (الشكل رقم١٦٥د)، ويضم أكثر من ٦٠٠نوع أهمها صدأ الفول *Uromyces fabae* وصدأ الفاصوليا *Uromyces pisi*.

٢- جنس *باكسينيا Puccinia* وفيه يكون البوغ التيليتي مكون من خليتين (الشكل رقم١٦٥ب)، ويضم أكثر من ١٨٠٠نوع، وأهم هذه الأنواع على الاطلاق تلك التي تكون الأبواغ اليوريدية والتيليتية على أنواع الحبوب الزراعية ذات الأهمية الاقتصادية.

٣- جنس *فراجميديوم Phragmedium* وفيه تكون الأبواغ التيليتية عديدة الخلايا في صف واحد (من ٣- ٨ خلايا) ولها عنق طويل، ويحيط بها غلاف جيلاتيني (الشكل رقم١٦٥ز) ويضم حوالي ٦٠نوعا تتطفل على عائل واحد من النباتات الوردية مثل الورد والتوت وغيرها.

ومما سبق نجد أن الجنس باكسينيا يعتبر من أهم الأجناس التابعة لرتبة اليوريدينات على الاطلاق. ويضم عددا من الأنواع الفطرية طويلة الدورة التي يتطلب اكمال دورة حياتها تواجد عائلين نباتيين مختلفين، والتي تظهر فيها بوضوح ظاهرة التخصص الفسيولوجي، لذلك سيتم مناقشة هذا الجنس لإعطاء فكرة تامة عن فطريات الصدأ.



الشكل رقم (١٦٥). أنواع مختلفة من الأبواغ التيليتية تمثل أجناس من الأصداء كما يلي:

(أ) يروبيكسيس *Uropyxis* (ب) باكسينيا *Puccinia* (جـ) بيليولاريا *Pileolaria*

(د) يروميسيس *Uromyces* (هـ) رافينيليا *Ravenelia* (و) نيسوبسورا *Nyssopsora*

(ز) فراجميديوم *Phragmidium* (ح) زينودوكاس *Xenodochus*

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)

الوضع التصنيفي لجنس باكسينيا Systematic position of Genus *Puccinia*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Basidiomycotina	قسيم: الفطريات البازيديوميكوتية
Class: Basidiomycetes	طائفة: الفطريات البازيدية
Subclass: Teliomycetidae	طويئفة: الفطريات التيليوميسيتية
Order: Uredinales	رتبة: اليوريدينات
Family: Pucciniaceae	الفصيلة: الباكسينية
Genus: *Puccinia*	جنس: باكسينيا

يضم هذا الجنس حوالي ١٨٠٠ نوع، تعيش جميعها متطفلة اجباريا على عدد من نباتات الفصيلة النجيلية ذات الأهمية الاقتصادية مثل القمح، الشعير، الشوفان والشيلم... إلخ. وتسبب لتلك النباتات أمراضا تعرف بأمراض الصدأ Rust diseases. وهي ذات أهمية اقتصادية بالغة بالنسبة لمناطق زراعة القمح في العالم، فالخسارة التي تحدثها قد تكون ضئيلة أو كبيرة لدرجة أنها تتلف المحصول في الحقل. وتقدر الخسارة العالمية المتسببة عن فطريات الصدأ التي تصيب الحبوب بعشرات الملايين من الدولارات سنويا. ولذلك بادر علماء الفطريات إلى دراسة فطريات صدأ الحبوب فوجدوا ثلاثة أنواع هامة جدا من حيث انتشارها وضررها الاقتصادي وتنتمي جميعها إلى الجنس باكسينيا وهي:

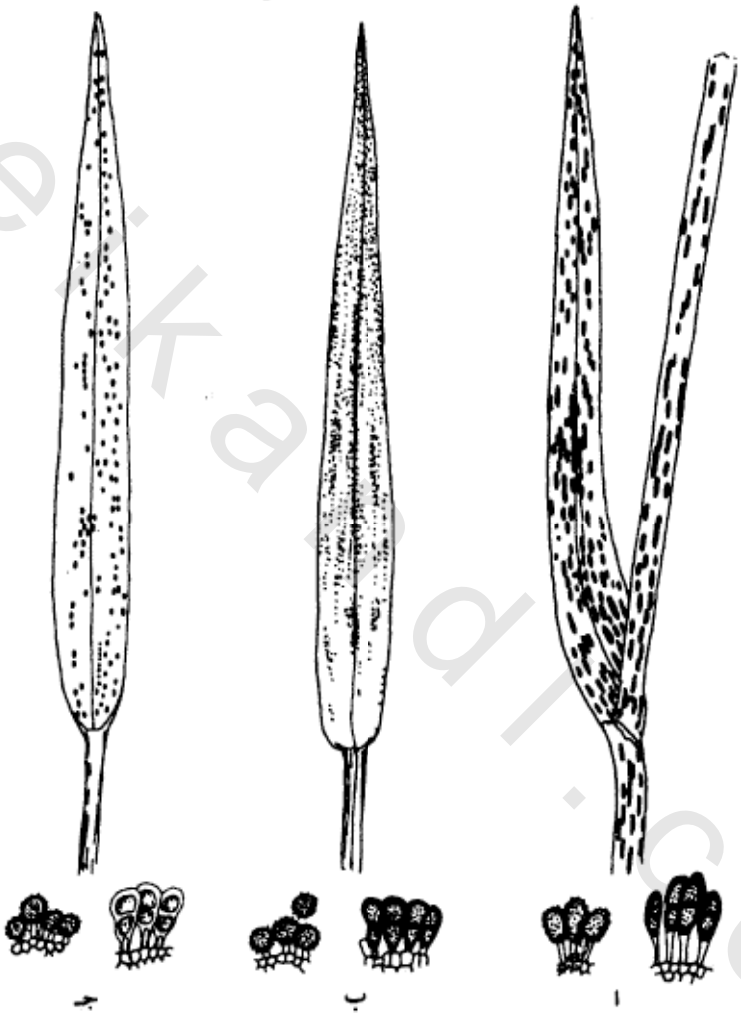
١- *باكسينيا جرامينيس* *Puccinia graminis* المسبب لمرض صدأ الساق الأسود في القمح Stem rust.

٢- *باكسينيا ريكوندیتا* *Puccinia recondita* المسبب لمرض صدأ الأوراق البني Brown leaf rust.

٣- *باكسينيا سترايفورميز* *Puccinia striformis* المسبب لمرض الصدأ المخطط (الأصفر) Stripe rust.

وقد قدرت خسائر الأنواع الثلاثة السابقة مجتمعة في أمريكا الشمالية وحدها في السنوات الأخيرة بحوالي مليون طن من القمح على الأقل سنويا. وتزداد نسبة الخسارة عن ذلك في المناطق الأقل تقدما زراعيا. ويوضح الشكل رقم (١٦٦) أعراض إصابة نبات القمح بالأنواع السابقة من جنس باكسينيا. وتجدر الإشارة إلى أن تلك الأنواع لا

تختلف فيما بينها إلا قليلا من ناحية شكلها الظاهري، إلا أنها تتفاوت كثيرا في مقدرتها على غزو النجيليات المختلفة. وفي الصفحة التالية جدولا يوضح الفروق المختلفة بين تلك الأنواع.



الشكل رقم (١٦٦). أعراض الإصابة بأصداء القمح والأبواغ التيليتية (يمين) والأبواغ اليوريدية (يسار) للفطريات المسببة.

أ- صدأ الساق الأسود ب- الصدأ الأصفر جـ- الصدأ البرتقالي.

(عن إبراهيم وآخرين، ١٩٧٤)

ويعتبر فطر باكسينيا جراميئيس المسبب لمرض صدأ الحبوب (الشكل رقم١٦٧) من أهم وأخطر الأمراض التي تصيب الحبوب في جميع أنحاء العالم المنتجة لها، وقد أثبت كل من أريكسون وهينينج (Eriksson & Henning 1984) بأن النوع الفطري الواحد من فطريات الصدأ يحتوي على عدد من تحت الأنواع Sub species والتي لا تختلف عن بعضها من الناحية المورفولوجية إلا قليلا، ولكنها تختلف عن بعضها فسيولوجيا. إذ أن كل منها متخصص بإصابة أنواع معينة من أفراد الفصيلة النجيلية ومنها.

١- *Puccinia graminis tritici* الذي يصيب نبات القمح.

٢- *Puccinia graminis avenae* الذي يصيب الشوفان .

٣- *Puccinia graminis secalis* الذي يصيب الشيلم والشعير.

٤- *Puccinia graminis oryzae* الذي يصيب الأرز.

الشكل رقم (١٦٧). صورة فوتوغرافية توضح الإصابة الشديدة لأوراق نبات القمح بمرض صدأ الساق الأسود المتسبب عن الفطر *باكسينيا جراميئيس P. graminis*.

جدول يوضح أهم الفروق بين أصداء القمح الثلاثة

أوجه المقارنة	صدأ الساق الأسود Black rust المتسبب عن الفطر *Puccinia graminis*	الصدأ الأصفر المخطط Yellow rust المتسبب عن الفطر *Puccinia striformis*	الصدأ البني أو البرتقالي Brown or Orange rust المتسبب عن الفطر *Puccinia recondita*
العائل الأول	يصيب القمح والشعير والشوفان وبعض الحشائش النجيلية.	يصيب القمح والشعير فقط وبعض الحشائش النجيلية.	يصيب القمح فقط.
الإصابة	تهاجم الساق بشدة، ولكنها توجد على أنصال الأوراق وأغمادها والسنابل والقنابات.	تهاجم الأوراق بشدة.	تهاجم الأوراق بشدة، ولكنها توجد على الأعناق والأغماد.
لون البثرات اليوريدية	أحمر، بني، ثم يصبح داكن.	ليموني أصفر.	برتقالي.
شكل البثرات اليوريدية	كبيرة ومستطيلة، ومتصلة مع بعضها وتتمزق مبكرا، وتكون مبعثرة في خطوط طولية موازية لمحور الساق، والعرق الوسطي.	تكون بيضية الشكل، ومنفصلة عن بعضها وتتمزق متأخرا، وتكون دائما مرتبة في صفوف طولية متوازية ومتجاورة.	بيضية أو مستديرة، صغيرة، ولكنها غالبا ما تكون أكبر من بثرات الصدأ الأصفر، منفصلة عن بعضها ، تتمزق مبكرا وليست مرتبة في صفوف ولكنها متجمعة وتنتشر بدون انتظام على الأجزاء المصابة.
مكان الإصابة	توجد على جميع الأجزاء الخضراء للنبات.	توجد على جميع الأجزاء الخضراء للنبات.	توجد على السطح العلوي للأوراق.
شكل الأبواغ اليوريدية	خلية واحدة مستديرة أو بيضية الشكل شوكية، تحتوي على أربع أنابيب إنبات.	خلية واحدة مستديرة الشكل تقريبا، شوكية وتحتوي على ست إلى عشر أنابيب إنبات.	خلية واحدة مستديرة الشكل، شوكية تحتوي على ثلاث إلى أربع أنابيب إنبات.
لون البثرة التيليتية	أسود.	أسود.	أسود.

obeikandl.com

(تابع) جدول يوضح أهم الفروق بين أصداء القمح الثلاثة

أوجه المقارنة	صدأ الساق الأسود Black rust المتسبب عن الفطر *Puccinia graminis*	الصدأ الأصفر المخطط Yellow rust المتسبب عن الفطر *Puccinia striformis*	الصدأ البني أو البرتقالي Brown or Orange rust المتسبب عن الفطر *Puccinia recondita*
مظهر البثرات التيليتية	مسحوقي لانفجار بشرة العائل وظهور الأبواغ.	ناعم لامع.	ناعم لامع.
شكل البثرات التيليتية	تشبه في شكلها البثرات اليوريدية، غير أنها سوداء، توجد على جميع الأجزاء الخضراء للنبات، وتقل في نصل الأوراق ولا تحاط البثرات بخيوط عقيمة.	تشبه في شكلها البثرات اليوريدية إلا أنها مسطحة، وسوداء باهتة، وتتصل مع بعضها، ولا تنفجر، وتنتفخ خلال طبقة البشرة، وتوجد على سطح الأوراق وتحاط البثرات بخيوط عقيمة.	غالباً ما تختفي البثرات التيليتية في هذا الفطر، ولكنها عندما تكون موجودة تشبه البثرات اليوريدية، وتوجد بصورة رئيسية على السطح السفلي للأوراق. وتقسم الخيوط العقيمة البثرات إلى أجزاء صغيرة.
شكل الأبواغ التيليتية	تتكون من خليتين، العلوية منها مستدقة القمة فيزيد سمك الجدار عندها، ذات حامل مستديم.	تتكون من خليتين، العلوية منهما منبسطة القمة وجدارهما من الأعلى رقيق، ذات حامل مستديم.	تتكون من خليتين، العلوية منهما منبسطة القمة وجدارها من الأعلى رقيق، وذات حامل مستديم.
الأوعية البنكية والكؤوس الأسيدية	تتكون على نبات *البارببرى Barberry* و*الماهونيا Mahonia*.	تتكون على نبات *الثاليكتروم Thalictrum* وأيضا على نبات *الإيزوبيرون Isopyron*.	لا تعرف مثل هذه الأطوار في هذا الفطر.
السلالات	تعرف منها ٢٤٠ سلالة فطرية.	تعرف منها ١٠٠ سلالة فطرية.	تعرف منها ١٤ سلالة فطرية.
عودة الإصابة السنوية	بواسطة الأبواغ اليوريدية، أو الأسيدية المحمولة بواسطة الرياح.	بواسطة الأبواغ اليوريدية، أو الأسيدية المحمولة بواسطة الرياح.	بواسطة الأبواغ اليوريدية فقط أو العوائل المحلية الملازمة.
انتشار المرض	ينتشر المرض عندد درجة حرارة ١٨-٢٤°م.	ينتشر المرض عند درجة حرارة ١٢°م ويقل إنبات الأبواغ عند درجة ٢٠°م فما فوق.	ينتشر المرض عند درجة حرارة ١٠-١٨°م ولا تحدث الإصابة عند درجة ٢٧°م فما فوق.

obeikandl.com

كما لوحظ وجود درجة أكبر من التخصص، فالفطر *P. graminis tritici* يحتوي على عدد كبير من السلالات Races والتي تختلف في درجة إصابتها على ضروب القمح المختلفة. ويسبب هذا الفطر مرض صدأ الساق الأسود في القمح، وقد سجل وجود هذا المرض وانتشاره في عدد من مناطق المملكة. ويعد الفطر من الأصداء طويلة الدورة Macrocyclic rusts الذي يتطلب إكمال دورة حياتها وجود عائلين نباتيين مختلفين، وهما أحد أفراد الفصيلة النجيلية (العائل الابتدائي) ونبات الباربري (العائل الثانوي) وتعرف باسم الأصداء ذات العائلين Heteroecious أي أن الفطر يمضي فترة من دورة حياته على نبات القمح أو أي نجيل آخر كالشعير والشوفان، ويمضي الفترة الباقية على عائل آخر هو نبات الباربري *(Berberis vulgaris)* Barberry ، أو نبات الماهونيا *Mahonia aquifolium* .

وحيث إن الفطر يمتاز بدورة حياته الطويلة، لذا فإنه يتكون أثناءها خمسة أنماط مختلفة من الأبواغ (الشكلان رقما ١٦١-١٦٤). تتكون الأبواغ البكنية Pycniospores والأبواغ الأسيدية Aecidiospores على نبات الباربري. أما الأبواغ اليوريدية Urediospores والأبواغ التيليتية Teleutospores فتتكون على نبات القمح. وتنمو من خلايا الأبواغ التيليتية حوامل بازيدية تحمل الأبواغ البازيدية Basidiospores .

دورة حياة الفطر

تبدأ الإصابة الأولية لنبات القمح (الشكل رقم ١٦٨أ) أو غيره من النجيليات في أوائل موسم النمو بواسطة أبواغ منتشرة في الهواء هي الأبواغ اليوريدية أو الأبواغ الأسيدية. فإذا ما استقر البوغ على سطح ورقة القمح وتهيأت له الظروف المناسبة للانبات انبثقت منه أنابيب انبات تدخل الأنسجة الداخلية للعائل عن طريق الثغور، ولما كان كل بوغ سواء كان يوريدي أو أسيدي أحادي الخلية ثنائي النواة، فإن الغزل الفطري المتكون منه تحتوي كل خلية من خلاياه على نواتين مترافقتين.

ويتقدم الغزل الفطري المتطفل في المسافات البينية، ويرسل ممصات إلى داخل خلايا العائل لامتصاص ما يحتاج إليه من مواد غذائية الأمر الذي يسبب استنفاذ محتوياتها وموتها. وخلال خمسة أو ستة أيام من بدء الإصابة، ونتيجة لازدياد الغزل الفطري المتطفل، يبدأ الميسيليوم في تكوين تجمعات الأبواغ وحيدة الخلية، خشنة الملمس تسمى الأبواغ اليوريدية التي تضغط على بشرة العائل مسببة تمزقها. وتنضج الأبواغ اليوريدية بعد مرور ١٠-١٢ يوما من الإصابة. ثم تبرز في مجموعات كبيرة على سطح الورقة. ولهذا تظهر على أوراق القمح بثرات مستطيلة لونها أصفر أو برتقالي تعرف بالبثرات اليوريدية Uredio sori (الشكل رقم ١٦٨جـ)، وهي إما أن تكون مبعثرة أو متحدة في خطوط طولية موازية في موضعها للمحور الطولي للساق والعرق الوسطي للأوراق. وتنتشر على الأوراق وأغمادها، والساق وقنابع الأزهار. ويختلف حجم وعدد البثرات اليوريدية باختلاف العوامل البيئية، وباختلاف درجة مقاومة العائل، فهي قد تكون صغيرة، أو تكون طويلة يزيد طولها على ١٠مم وعرضها عن ٣مم.

ويطلق على الطور اليوريدي في هذه المرحلة اسم طور الصدأ الأحمر Red rust stage، البوغ اليوريدي بيضي، أو مستدير، أو مستطيل الشكل، برتقالي اللون، ومعنق (أبعاده ١٣- ٢٤×٢١- ٤٢ميكروميتر). وهو يتكون من خلية واحدة بداخلها نواتان منفصلتان، وله جدران، جدار خارجي مسنن وغليظ Epispore، وجدار داخلي رقيق Endospore. وتحمل الأبواغ اليوريدية على حوامل من السهل أن تنفصل عنها، ولها عدد من ثقوب الإنبات (حوالي ٤ثقوب) موزعة على خط استواء البوغ، تنبثق منها فيما بعد أنابيب الإنبات (الشكل رقم ١٦٨د)، وعند انفصال الأبواغ عن البثرات، تنتشر إلى مسافات بعيدة بواسطة الرياح. وعندما تسقط على أوراق أخرى من نفس العائل أو عوائل أخرى سليمة من نفس النبات فإنها تنبت عندما تتوفر لها ظروف

الانبات المناسبة خلال بضع ساعات من وقوعها مسببة ظهور أجيال متعاقبة من الطور اليوريدي خلال موسم النمو الواحد للمحافظة على نوعها. ويلاحظ دائما أن الأبواغ اليوريدية يمكنها أن تسبب العدوى الثانوية لأوراق القمح الخضراء أثناء موسم الانبات إذا ما كانت الظروف ملائمة لحدوث الإصابة، فوظيفة هذه الأبواغ العمل على إكثار الفطر وانتشار المرض أثناء موسم انبات القمح. ويلاحظ أن النبات المصاب الذي يحمل عددا كبيرا من البثرات اليوريدية يتأثر كثيرا بالإصابة على الرغم من أن الخلايا المصابة لا تفقد حيويتها. فيقل نموه وقدرته على القيام بعملية البناء الضوئي. وفي الظروف الجافة يزداد فقدانه للماء وخاصة في منطقة الإصابة نتيجة لاستنفاد الفطر لاحتياجاته الغذائية مما يسبب اصفرار الأوراق وانكماشها.

عندما يقترب موسم النمو من نهايته، وعندما يقارب العائل مرحلة النضج، يستجيب الفطر للتغيرات الأيضية في النبات بإنتاج نوع آخر من الأبواغ تعرف بالأبواغ التيليتية، تتكون من نفس الميسيليوم المنتشر في الورقة المصابة والذي أعطي الأبواغ اليوريدية، وتتكون في بثرات بنية داكنة اللون توجد غالباً على السوق والأغماد وتعرف بالبثرات التيليتية (الشكل رقم ١٦٨و) وتكون عادة مستطيلة ومتحدة في خطوط طويلة موازية للمحور الرئيسي للنبات. ويطلق على الطور التيليتي في هذه المرحلة أسم طور الصدأ الأسود. ويتكون البوغ التيليتي من خليتين بينهما تخصر بسيط عند الحاجز المستعرض الذي يفصل بين الخليتين. وتحتوى كل خلية وهي صغيرة، على نواتين تندمجان في نواة واحدة ثنائية المجموعة الصبغية عند اكتمال نضج البوغ، وهو معنق، وله قمة مدببة، وجداره الخارجي سميك ولكنه ناعم أملس، ولونه بني داكن وتتراوح أبعهاد البوغ التيليتي من ١٦-٢٣×٣٥-٥٨ميكروميتر، وكل خلية لها ثقب إنبات قمي.

البوغ التليتي ليس له القدرة على إصابة نبات القمح، أو الباربري، ولكنه يتحمل الظروف البيئية القاسية حيث يسقط على الأرض، أو يبقى متصلا بالنبات العائل الميت، ويظل ساكنا خلال فترة الشتاء، وقبل سقوطه تتحد النواتان داخل كل خلية لتكون نواة واحدة تحتوي على ضعف عدد الكروموسات.

وتكمن خطورة المرض في أن أنسجة الساق المصابة تتلف وتموت، وبذلك تتعطل أو تقف عملية انتقال الغذاء إلى السنابل فتضمر الحبوب، وتتوقف درجة ضمورها على شدة الإصابة وميعاد ظهورها. وكلما كانت الإصابة مبكرة كلما زاد ضمور الحبوب المتكونة في السنابل.

ونظرا لأن الفطر المسبب لمرض صدأ الساق الأسود ثنائي العائل، ويمضي دورة حياته على عائلين مختلفين أحدهما القمح والآخر الباربري، إلا أنه في مناطق المملكة التي سجل وجود المرض فيها بصورة ملحوظة، فإننا نجد أن دورته تكون غير كاملة، وقاصرة على ظهور الطورين اليوريدي والتيليتي فقط عل نبات القمح. ولما كان نبات الباربري غير موجود في المملكة فإنه من المرجح أن إصابة القمح بمرض الصدأ تتسبب عن أحد المصادر التالية:

١- قد تعود إصابة القمح إلى أبواغ يوريدية قد حُمِلَتْ بواسطة الرياح من مناطق بعيدة حيث بدأت الأغزال الفطرية النامية في نباتات القمح بإنتاج أبواغ يوريدية. ولقد أظهر التقاط أبواغ يوريدية بواسطة مصايد بوغية خاصة وضعت في طائرات مسافرة مئات الأميال شمال مساحات مزروعة بالقمح من شمال أمريكا بأن أبواغ باكسينيا جرامينيس تحمل بواسطة الرياح لمسافات بعيدة (Smith 1955).

٢- من أبواغ يوريدية تتكون على بعض الحشائش النجيلية القابلة للاصابة بالصدأ، حيث يمضي الفطر فصول الصيف والشتاء.

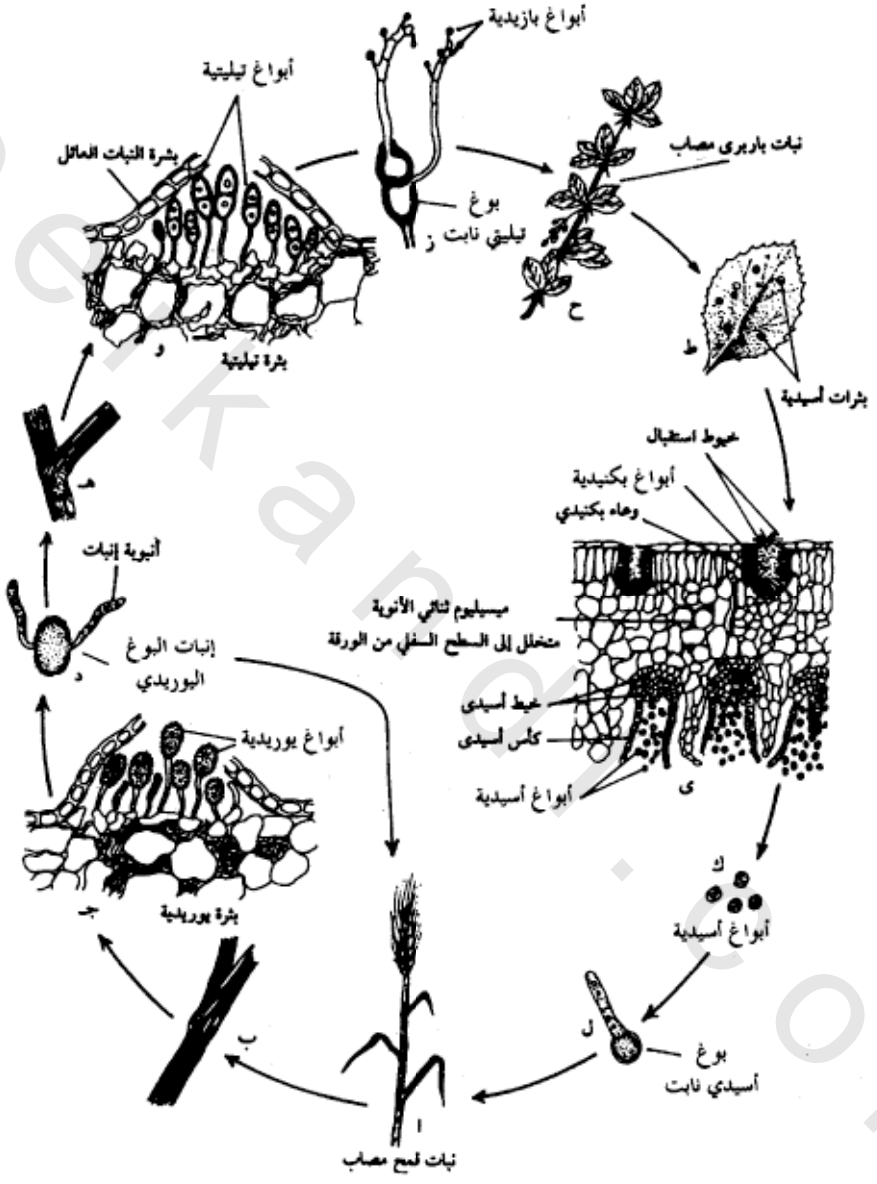
٣- قد تعود الاصابة إلى أبواغ يوريدية ساقطة في تربة المحصول المصاب، حيث تظل كامنة خلال فصل الشتاء، إذا كان المناخ معتدلا، إلى أن يظهر نبات القمح في الموسم القادم. وعندما تثير الرياح حبيبات التربة تسقط ومعها الأبواغ اليوريدية على أسطح الأوراق لتبدأ الإصابة من جديد. والرأي الأخير هو الأرجح بين الآراء الثلاثة السابقة.

وفي البلاد التي يوجد بها نبات الباربري تكون دورة حياة الفطر كاملة، فالبوغ التيليتي ينبت عند ملاءمة ظروف النمو وخاصة في الربيع، ويخرج من كل ثقب انبات حامل بازيدي (الشكل رقم ١٦٨ز). وتنقسم نواة الخلية التيليتية اختزاليا وينتج أربعة أنوية أحادية المجموعة الصبغية، وتنتقل هذه الأنوية إلى الحامل البازيدي لتترتب داخله حيث ينقسم الحامل البازيدي بجدر مستعرضة إلى أربع خلايا، كل خلية تحتوي على نواة واحدة، ثم يتكون على كل خلية من خلايا الحامل البازيدي نتوء أو ذنيب قصير ينتفخ طرفه ليستقبل النواة الموجودة بالخلية، ثم ينفصل الطرف المنتفخ ليكون البوغ البازيدي الذ يحتوي على نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية. وبذلك تتكون أربعة أبواغ بازيدية خارج الحامل البازيدي الذي يتميز هنا بأنه مقسم (الشكل رقم ١٦٨ز) ويمتاز فطر باكسينيا ومعظم الأصدأ الأخرى بأنها مغايرة الثالوس، ولهذا فإن الأبواغ البازيدية الأربعة تتميز إلى سلالتين، اثنتان من النوع السالب واثنتان من النوع الموجب، وتكون متماثلة شكلا وحجما، وتسبب اصابات متشابهة. والأبواغ البازيدية المنطلقة غير قادرة على اصابة نبات القمح، ولكن يمكنها أن تنمو إلى غزل فطري فقط في حالة سقوطها على نبات الباربري (الشكل رقم ١٦٨ح). وعندما تسقط الأبواغ البازيدية على أوراق أو أغصان حديثة النمو لنبات الباربري، فإنها تبدأ بالإنبات على سطح الورقة مرسلة انبوبة إنبات، حيث يتوسع طرفها عند ملامسته أدمة الورقة،

مكونا ما يعرف بعضو الالتصاق Appressorium ، يلتصق هذا العضو على سطح الورقة ثم يمتد من وسطه خيطا دقيقا يثقب الأدمة ميكانيكيا ، وهناك كثير من الفطريات التي تخترق سطح العائل بهذه الطريقة ، ويخترق الجدار الخارجي لخلية البشرة ، ثم ينمو ويتفرع إلى هيفات عديدة تنتشر خلال الأنسجة الداخلية للأوراق.

ينمو الميسيليوم الناتج بين الخلايا ، وهو في هذه الحالة يتميز بخلاياه الأحادية النواة ، لأنه نشأ من بوغ بازيدي ذو نواة واحدة. يتغذى هذا الغزل بواسطة ممصات يرسلها إلى خلايا العائل الحية. وبعد أربعة أيام من بدء الإصابة ينتج الميسيليوم على السطح العلوي للأوراق أوعية بكنية Pycnia (الشكل رقم ١٦٨ى) ، كروية إلى قارورية الشكل ، وتحوي فتحة ضيقة تشبه الثقب تسمى فوهة. يبطن الجزء الداخلي للوعاء طبقة عمادية من هيفات دقيقة خصيبة تعرف بالحوامل البكنية ، التي تحمل في أطرافها سلسلة من الأبواغ البكنية Pycniospores ، وهي أحادية الخلية تحتوي كل منها على نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية. ويتخلل الحوامل البكنية خيوط عقيمة. كما أن هناك نوعا ثالثا من الخيوط يعرف بخيوط الاستقبال Receptive hyphae تبرز أجزاءها العلوية من فوهة الوعاء البكني ، ووظيفتها استقبال الأبواغ البكنية التي تنتقل إليها من وعاء بكني آخر. ويقوم الأبواغ البكنية مقام الجاميطة المذكرة ، وهيفا الاستقبال تقوم مقام عضو التأنيث.

يوجد نوعان من الأوعية البكنية متشابهان شكلا ومختلفان وراثيا (أي مختلفي السلالة الجنسية) ، ويعرف أحدهما بأنه موجب (+) والآخر بأنه سالب (−) ويتوقف نوع الوعاء البكني على نوع البوغ البازيدي الناتج عنها. النوع السالب من الأوعية البكنية به خيوط استقبال سالبة وأبواغ بكنية سالبة ، والنوع الموجب من الأوعية البكنية به خيوط استقبال موجبة وأبواغ بكنية موجبة.



الشكل رقم (١٦٨). دورة حياة فطر *باكسينيا جرامينيس* *P. graminis* المسبب لمرض الصدأ الأسود في القمح.

تفرز الأوعية البكنية سائل رحيقي لزج حلو المذاق يسيل إلى الخارج عن طريق فوهة الوعاء، يجذب إليه الحشرات وخاصة الذباب، وتتجمع الأبواغ البكنية على شكل كتلة في هذا السائل الرحيقي عند فوهة البكنيدة. وعندما تنتقل الحشرة من وعاء بكني لآخر لجمع السائل اللزج يحدث عملية اخصاب أو التحام بين بوغ بكني من النوع الموجب مثلاً مع خلية طرفية لخيط استقبال من النوع السالب أو العكس. ولا يحدث أبدا التحام بوغ وهيفا من نوع واحد حيث يذوب الجدار الفاصل في منطقة الاتصال بين هيفا الاستقبال والبوغ البكني، ثم ينتقل بروتوبلاست البوغ البكني إلى هيفا الاستقبال، وتتحرك نواة البوغ البكني إلى خيط الاستقبال حيث تتكون خلية ثنائية النواة، وينشأ عن توالي انقسامها تكوين غزل فطري ثانوي جميع خلاياه ثنائية النواة، ينمو هذا الغزل الفطري ويتفرع وينتشر داخل الورقة ثم يتجه نحو السطح السفلي لورقة الباربري حيث ينتج الكؤوس الأسيدية Aecidia (الشكل رقم ١٦٨ى)، التي تكون مطمورة داخل أنسجة العائل، وتستقر فتحاتها عند سطح البشرة. والكأس الأسيدي فنجاني الشكل، ويحاط بجدار عقيم مكون من طبقة واحدة من خلايا الفطر المنضغطة يسمى الجراب الثمري أو البريديوم Peridium. يوجد عند قاعدة الكأس صفوف من خلايا عمادية ثنائية النواة، تعرف باسم الخلايا الوالدة للأبواغ الأسيدية. تبدأ الخلايا الوالدة للأبواغ الأسيدية في الانقسام مكونة سلاسل من الأبواغ الأسيدية Aecidiospores التي تتبادل مع خلايا فاصلة ثنائية النواة تعرف بالخلايا البينية Disjunctor cells. والأبواغ الاسيدية (الشكل رقم ١٦٨ك)، أحادية الخلية وتحتوي على نواتين أحاديتا المجموعة الصبغية، وهي برتقالية اللون، كروية الشكل في بداية تكوينها ثم تصبح بعد ذلك مضلعة نوعا ولكل منها جدار أملس سميك، وأبعادها ١٥-١٩×١٦-٢٣ ميكروميتر. وعندما يتم نضج الأبواغ الأسيدية تأخذ الخلايا البينية في الانحلال والاختفاء لتحرير ما بينها من أبواغ أسيدية، حيث تنطلق بقوة لتنتشر

بواسطة تيارات الهواء لتصيب القمح أو أي نبات آخر من الفصيلة النجيلية في باكورة موسم النمو حسب سلالة الفطر، ولا يمكنها أن تصيب نبات الباربري مرة أخرى. ويمكن للأبواغ الأسيدية أن تحافظ على حيويتها لفترة طويلة وعندما تسقط على نبات القمح أو أي عائل نجيلي آخر فإنها تنبت في الظروف المناسبة لتعطي أنبوبة إنبات واحدة أو أكثر (الشكل رقم ١٦٨ل). تخترق هذه الأنابيب سطح الورقة أو قاعدتها عن طريق الثغور. وينمو الميسيليوم بين الخلايا وينتشر في المسافات البينية لنسيج الميزوفيل. وهذا الميسيليوم مقسم بجدر عرضية وتحتوي كل خلية من خلاياه على نواتين مترافقتين Dikaryons، وفي مدى ١٠-١٢يوما من الإصابة يبدأ الميسيليوم في تكوين بثرات يوريدية، حيث يتفرع الغزل الفطري تحت بشرة العائل، وتنشأ من هذه الخيوط المتجمعة الأبواغ اليوريدية التي يحمل كل منها على خلية حامل منتصبة، ونتيجة لذلك تتمزق البشرة وتتكشف الأبواغ إلى الخارج، ويمكن للأبواغ اليوريدية أن تصيب نباتات القمح، بنفس الطريقة التي تحدث بها الأبواغ الأسيدية العدوى منتجة جيلا جديدا من الأبواغ اليوريدية، وهكذا يعيد الفطر المسبب لمرض الصدأ الأسود في القمح دورة حياته ثانية. ويوضح الشكل رقم (١٦٨) ملخص دورة حياة فطر باكسينيا جرامينيس المسبب لمرض صدأ الساق الأسود في القمح.

رتبة اليوستيلاجينات (التفحمات) Order Ustilaginales(Smuts)

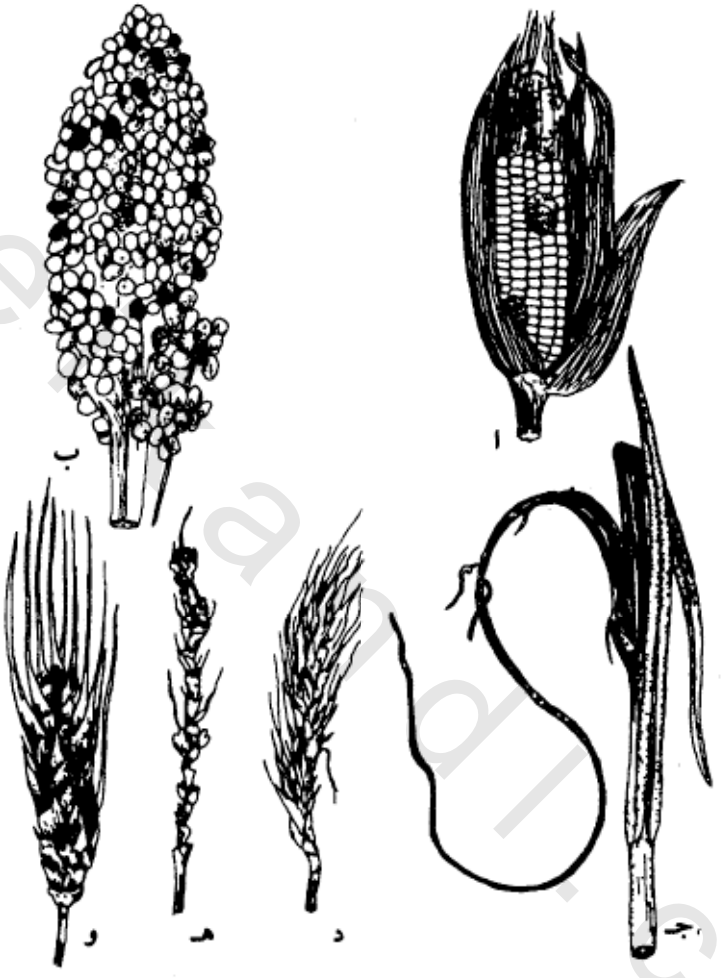
ويطلق على هذه الرتبة اسم فطريات التفحم Smut fungi (الشكل رقم١٦٩) ويشار إليها أحيانا بالخمائر البازيدية Basidiomycetous yeasts ، إذ تضم في مجموعها حوالي ١١٠٠نوع مختلف (Duran1973)، وهي أكثر أنواع الفطريات البازيدية بداءة. وفيها يكون البازيديوم إما مقسما أو غير مقسم، ويحمل كل بازيديوم عددا غير محدود من الأبواغ البازيدية أحادية الخلية، وسميت هذه الفطريات بفطريات التفحم نظرا لأن

معظمها يكون على النبات العائل في موضع الأجزاء المصابة كتلا بوغية مسحوقية سوداء اللون تشبه في مظهرها الأجسام المتفحمة أو الرماد نتيجة لتواجد ملايين من أبواغ الفطر السوداء فيها ومن هنا أشتق اسم الرتبة، ومسحوق الأبواغ المتكونة يوجد في أي مكان من النبات، على تخت الزهرة أو في المبيض، أو فوق الأزهار، أو السوق والأوراق... إلخ.

وتعتبر فطريات التفحم من الفطريات المهمة اقتصاديا، وترجع أهميتها بسبب اصابتها للمحاصيل النجيلية كالقمح والشعير والذرة وقصب السكر وغيرها، حيث تسبب لها أضرارا وخسائر كبيرة، وترجع خطورتها إلى أن النجيليات تزرع في سائر أرجاء المعمورة ولا يخلو منها بلد في العالم، وكذلك بسبب أن جزء النبات المصاب هي السنبلة، وهي الجزء الاقتصادي في النبات مما يقلل من الغلال المنتجة تجاريا.

وتوجد فطريات التفحم في الطبيعة متطفلة على النباتات الوعائية، ولكنها إذا لم تجد العائل المناسب فإنها قادرة على الحياة الرمية فوق أوساط غنية بالمواد العضوية، ولذلك فيسهل زراعتها وتنميتها صناعيا في بيئات مغذية في المختبر، بعيدا عن عوائلها، وأمكن في بعض الحالات أيضا الحصول على الأبواغ التيليتية لبعض هذه الفطريات على تلك المزارع الغذائية.

وتعتبر فطريات التفحم من المسببات المرضية النباتية حيث تتطفل داخليا في أعضاء معينة من النبات العائل وبخاصة في أزهاره، وينمو الغزل الفطري في بداية الأمر داخل خلايا النبات المصاب، ثم يصبح بعد ذلك بين خلايا النبات، ويمتص غذاؤه بواسطة الممصات، ثم يكون أبواغة التيليتية التي عرفت سابقا باسم الأبواغ الكلاميدية Chlamydospores من خلايا بينية لغزل فطري ثنائي الأنوية. ولهذه الفطريات صفات عامة مشتركة مع الأصدأ إلا أن دورة حياتها غير معقدة، ومعظم الأمراض التي تسببها لها صفات مميزة.



الشكل رقم (١٦٩). يوضح الأنواع المختلفة لأمراض التفحم:

أ- تفحم الذرة الشامية Corn smut.

ب- تفحم حبوب الذرة الرفيعة Grain smut of *sorghum*.

جـ- التفحم السوطي لنبات قصب السكر Whip smut of sugarcane.

د،هـ- سنابل نبات القمح مصابة بمرض التفحم السائب Loose smut of wheat.

و- التفحم المغطي لنبات الشعير Covered smut of barely.

وتتشابه مجموعة فطريات التفحم مع مجموعة فطريات الأصداء في كثير من الصفات نذكر منها :

١ - تشترك دورة حياتهما بوجود نوعين من الأغزال الفطرية هما الغزل الفطري الابتدائي وهو أحادي النواة Monokaryon والغزل الفطري الثانوي وهو ثنائي النواة Dikaryon.

٢ - يمثل الغزل الفطري الثنائي النواة الجزء الهام في دورة الحياة، ويبقى لفترة طويلة حيث ينتج عنه تكوين الأبواغ التيليتية.

٣- الطور المتحرك غائب في دورة حياة كل من فطريات التفحم والأصداء.

٤- تحتفظ الأبواغ التيليتية في كل من فطريات التفحم والأصداء بقدرتها على الانبات لمدة طويلة تصل لعدة سنوات، حيث تبقى خلال تلك الفترة في حالة كمون في التربة، أو على بقايا النبات المصاب، وعندما تتوفر لها ظروف الانبات فإنها تنبت لتعطي الأبواغ البازيدية.

٥- تعتبر كل فطريات التفحم والأصداء من الفطريات البازيدية الدنيا، نظرا لافتقارهما للثمار البازيدية التي تمتاز بها الفطريات البازيدية الراقية .

ولكن تختلف المجموعتان عن بعضهما في بعض الصفات التي نلخصها في الجدول التالي :

فطريات التفحم	فطريات الصدأ
١- فطريات متطفلة ولكنها ليست إجبارية التطفل بل يمكن تنميتها على مزارع صناعية.	١- فطريات إجبارية التطفل، ولا يمكن تنميتها على بيئات صناعية إلا نادرا.
٢- جميع فطريات التفحم أحادية العائل Autoecious.	٢- بعض فطريات الصدأ ثنائية العائل Heterocious والبعض الآخر أحادي العائل Autoecious.

فطريات التفحم	فطريات الصدأ
٣- إما أن يكون غزلها الفطري ما بين الخلايا Intercellular ، أو يكون نموه داخل الخلايا Intracellular.	٣- عادة يكون نمو الغزل الفطري بين الخلايا Intercellular ، ويحصل الفطر على غذاؤه عن طريق الممصات.
٤- توجد الروابط الكلابية Clamp connection بصورة مستمرة في الغزل الفطري لأفراد هذه المجموعة.	٤- الروابط الكلابية قليلة الوجود في الغزل الفطري لأفراد هذه المجموعة.
٥- تتشكل الأبواغ التيليتية عادة من الخلايا الكبيسة (البينية) للميسيليوم وتشبه في ذلك الأبواغ الكلاميدية (الشكل رقم١٧٠).	٥- تتشكل الأبواغ التيليتية من الخلايا الطرفية للميسيليوم. (الشكل رقم ١٦٣ب).
٦- الأبواغ التيليتية غير معنقة ، وتتكون من خلية واحدة بنواتين.	٦- الأبواغ التيليتية تكون معنقة في معظم الأحيان ويحتوي ألبوغ على خلية أو خليتين أو أكثر ولكل خلية نواتين.
٧- تنشأ الأبواغ البازيدية على الحامل البازيدي مباشرة "وبدون ذنيبات" وعددها غير محدود.	٧- تتكون الأبواغ البازيدية على ذنيبات تنشأ على الحامل البازيدي وبأعداد محدودة (عادة أربعة أبواغ)
٨- لا تنفصل الأبواغ البازيدية عند نضجها بقوة.	٨- تنفصل الأبواغ البازيدية عند نضجها بقوة بواسطة ميكانيكية نقطة الماء.
٩- تتكون دورة حياتها من طورين بوغيين فقط هما الطور التيليتي والطور البازيدي	٩- تشتمل دورة حياتها في الحالات النموذجية على خمسة أطوار بوغية.

وتشتمل رتبة اليوستيلاجينات على ما يقارب من ٨٥٠ نوعاً (Moore Landecker1982)، تتوزع جميعها في فصيلتين هما :

١ – الفصيلة اليوستيلاجينية Family Ustilaginaceae

٢ – الفصيلة التيليتيية Family Tilletiaceae

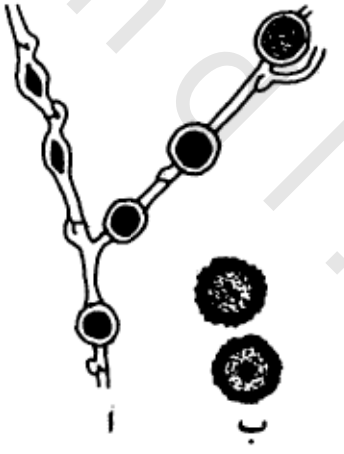
وقد بني هذا التوزيع على الأسس التالية :

١ – طريقة انبات الأبواغ التيليتية وتركيب الحوامل البازيدية عليها.

٢ – شكل وتركيب الأبواغ التيليتية (إما أن تكون فرادى أو في أزواج أو مجتمعة في كريات بوغية). وبحسب ما إذا كانت مكونات الكرية البوغية كلها خصيبة أو تتميز مكوناتها إلى أبواغ تيليتية وخلايا عقيمة (الشكل رقم١٧١).

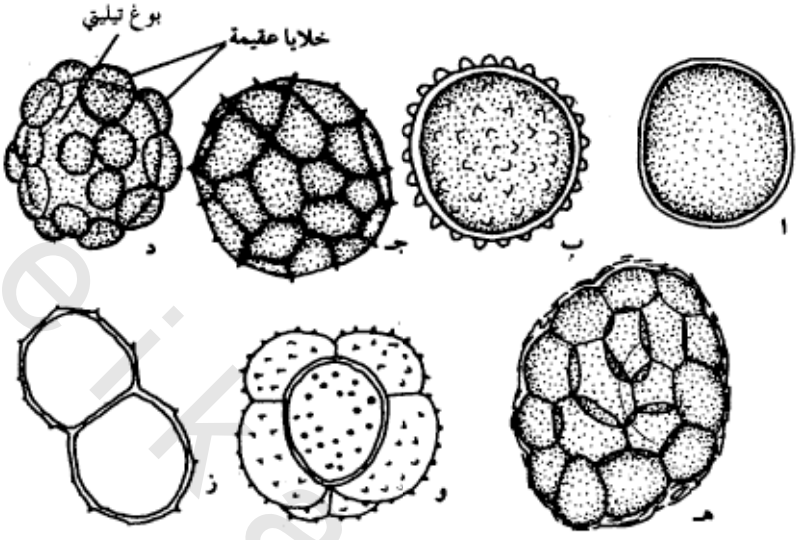
٣– تكوين وسلوك الأبواغ البازيدية.

٤ – عدم تكوين أفراد الرتبة للثمار البازيدية.



الشكل رقم (١٧٠). أ– جزء من الغزل الفطري يحتوي على الأبواغ التيليتية لأمراض التفحم المتسببة عن فطر *يوستيلاجو تريتيسای U. tritici*.

ب– أبواغ تيليتية مكبرة.



الشكل رقم (١٧١). أنواع مختلفة للأبواغ التيليتية لأمراض التفحمات المتسببة عن الفطريات:

(أ) يوستيلاجو ليفيس *Ustilago levis* (ب) يوستيلاجو مايديس *Ustilago maydis*

(جـ) تيليتيا كاريس *Tilletia caries* (د) يروسيستيس سيبولى *Urocystis cepulae*

(هـ) ثيوبيرسينيا ترينتاليس *Tuburcinia trientalis*

(و) ثيكافورا سيمينيس *Thecapbora seminis*

(ز) شروتيريا ديلاسترينا *Schroeteria delastrina*

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)

□ الفصيلة اليوستيلاجينية Family Ustilaginaceae

تتميز أفراد هذه الفصيلة بأن الحامل البازيدي الذي ينشأ عن إنبات البوغ التيليتي مقسم عرضيا إلى أربع خلايا، ومن هذه الخلايا تنشأ الأبواغ البازيدية جانبيا. وتكون الكرات التفحمية (البثرات)، التي تتكون فيها الأبواغ التيليتية، عموما كتلا عارية ومكشوفة، أو مغطاة، وتكون الأبواغ التيليتية الناضجة أحادية النواة ثنائية المجموعة الصبغية.

وينتسب إلى هذه الفصيلة حوالي ٤٠٠نوع تتبع لجنس يوستيلاجو *Ustilago* ومعظمها لها أهمية اقتصادية بالغة بسبب ما تحدثه من خسائر لمختلف المحاصيل النجيلية.

الوضع التصنيفي لجنس يوستيلاجو **Systematic position of Genus *Ustilago***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Basidiomycotina	قسيم: الفطريات البازيديوميكوتية
Class: Basidiomycetes	طائفة: الفطريات البازيدية
Subclass: Teliomycetidae	طويفة: الفطريات التيليوميسيتية
Order: Ustilaginales	رتبة: اليوستيلاجيات
Family: Ustilaginaceae	الفصيلة: اليوستيلاجية
Genus: *Ustilago*	جنس: يوستيلاجو

يمثل هذا الجنس التفحمات التي تكون فيها الحوامل البازيدية مقسمة. ويضم حوالي ٤٠٠نوع يتطفل معظمها على أفراد الفصيلة النجيلية، مثل القمح، والأرز، الشعير، الشوفان، الذرة وقصب السكر، مسببة لها مجموعة من الأمراض التي تسمى بأمراض التفحم. وهذه الفطريات لها أهمية اقتصادية كبيرة بسبب ماتحدثه من خسائر لمختلف المحاصيل النجيلية، إذ قد تخفض محصول الحبوب بنسبة تتراوح ما بين ٢٥إلى ٥٠٪ من الإنتاج الكلي.

وعلى الرغم من أن الجنس يوستيلاجو يوجد في الطبيعة متطفلا على نباتات الحبوب Cereals إلا أنه قد يكون أيضا رميا اختياريا، فقد نميت بعض الأنواع التابعة له بصورة نقية على منابت غذائية تركيبية Synthetic media. وهناك أنواع عديدة من هذا الجنس وجد أنها متباينة الثالوس Heterothallic وتعتمد فيها الإصابة النموذجية على تلقيح العائل بواسطة بوغين بازيديين من سلالتين مختلفتين. والحالة التزاوجية للأنواع

متباينة الثالوس قد تكون ثنائية أو رباعية الأقطاب. ويحدث الازدواج النووي في أقرب مرحلة ممكنة وبواسطة الاندماج الجسدي بين خليتين من خلايا الأغزال الفطرية الابتدائية الناتجة عن انبات أبواغ بازيدية مختلفة السلالة.

ومن الأنواع الأساسية التابعة لجنس يوستيلاجو والتي تسبب أمراضا لمختلف المحاصيل النجيلية نذكر:

١- *يوستيلاجو أفيني Ustilago avenae* المسبب لمرض التفحم السائب للشوفان Loose smut of oats

٢- *يوستيلاجو نودا Ustilago nuda* المسبب لمرض التفحم السائب للشعير Loose smut of barely (الشكل رقم١٧٢).

٣- *يوستيلاجو تريتيساي Ustilago tritici* المسبب لمرض التفحم السائب للقمح . Loose smut of barely

٤- *يوستيلاجو مايدس Ustilago maydis* المسبب لمرض التفحم المغطى للذرة الشامية Corn smut.

ونظرا لأن النوع الأخير *U.maydis* (الشكل رقم١٧٣) يعد من أكثر فطريات التفحم شيوعا على النطاق العالمي، لذلك يستخدم بكثرة في المختبرات العلمية كنموذج لفطريات التفحم، أثناء تدريس مادة الفطريات. وسنقوم بدراسته كمثل لهذه الفصيلة، ويمكن أن يعطي فكرة تامة عن رتبة اليوستيلاجينات.

ويتميز هذا الفطر عن أكثرية فطريات التفحم الأخرى بأن الإصابة به تكون موضعية أي تظهر الأورام والأعراض في المنطقة التي حدثت فيها العدوى، ولا ينتشر المرض داخل أنسجة النبات إلى أعضاء نباتية بعيدة عن موضع الإصابة، كما يحدث غالبا في فطريات التفحم الأخرى.

دورة حياة الفطر

في فطريات التفحم عموما لا توجد أعضاء جنسية، وبالرغم من ذلك فإن هناك تبادلا واضحا للأجيال بين جيل قصير العمر مترمم، في كل خلية من خلاياه نواة واحدة، وبين جيل آخر متشعب الميسيليوم ومتطفل على أنسجة العائل النباتي، وله خلايا ثنائية النواة Binucleate ويسمى بالميسيليوم مزدوج الأنوية Dikaryotic mycelium.

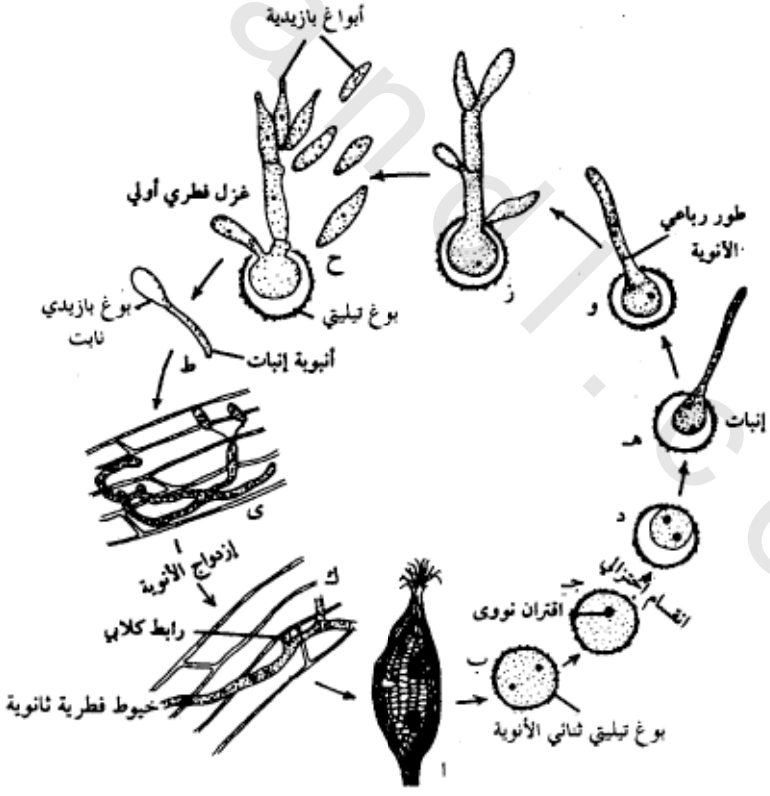
الشكل رقم (١٧٢). أعراض الإصابة بمرض التفحم السائب على نبات الشعير والمتسبب عن الفطر *يوستيلاجو نودا Ustilago nuda*.

الشكل رقم (١٧٣). أعراض الإصابة بمرض التفحم العادي على الذرة الشامية والمتسبب عن الفطر *يوستيلاجو مايدس Ustilago maydis*.

وفيما يلي وصفا لما يحدث أثناء هذه الدورة (الشكل رقم١٧٤):

تكون الأبواغ التيليتية الحديثة ثنائية النواة (الشكل رقم ١٧٤ب)، كروية، مفردة، بنية إلى سوداء اللون، ذات جدار شوكي، وقطرها يتراوح ما بين ٧-١٢ميكروميتر. تحتفظ الأبواغ التيليتية بقدرتها على الإنبات لمدة طويلة تصل لعدة سنوات، حيث تبقى خلال تلك الفترة كامنة في التربة، أو على بقايا نبات الذرة المصاب، وعندما تتوفر لها ظروف الإنبات، من رطوبة وحرارة وغيرها، تلتحم النواتان المترافقتان في البوغ التيليتي Karyogamy ليتكون من التحامهما نواة مندمجة ثنائية المجموعة الصبغية Diploid (الشكل رقم١٧٤جـ)وعند إنبات البوغ يتشقق جداره ويخرج منه أنبوبة قصيرة رقيقة الجدر تسمى الميسيليوم الأولي Promycelium (الحامل البازيدي) (الشكل رقم١٧٤هـ)، وتنقسم

نواة البوغ الثنائية المجموعة الصبغية داخل الميسيليوم الأولي اختزاليا وينتج عن ذلك تكوين أربع أنوية أحادية المجموعة الصبغية Haploid (الشكل رقم١٧٤و)، تنفصل هذه الأنوية عن بعضها بجدر مستعرضة حيث يتكون أربع خلايا يوجد بكل منها نواة أحادية المجموعة الصبغية (الشكل رقم١٧٤ز). ثم تنقسم النواة في كل خلية من خلايا الميسيليوم الأولي انقساما اعتياديا، فيتجمع في كل خلية نواتان، ترحل إحداهما إلى البوغ البازيدي المتكون لتستقر داخله. ولا تلبث الأبواغ البازيدية أن تتبرعم مرات متوالية لتعطي عددا كبيرا من الأبواغ الثانوية البيضية الشفافة. وفي فطريات التفحم ثنائية القطبية أو رباعية القطبية، يتم انعزال العوامل الوراثية التي تحكم التوالف الجنسي أثناء عملية الأنقسام الاختزالي، بحيث تتميز الأبواغ البازيدية إلى سلالات مختلفة.



الشكل رقم (١٧٤). دورة حياة فطر *يوستيلاجو مايدس U. maydis*.

تنتشر كل من الأبواغ البازيدية الابتدائية بسهولة بواسطة الرياح، وعندما تسقط على أي مكان من النبات العائل، وخاصة الانسجة الحديثة، والأجزاء النامية كالبراعم والأزهار، فإنها تنبت عند توفر الرطوبة وترسل هيفات قصيرة تخترق خلايا بشرة العائل، وينشأ عن ذلك ميسيليوم تحتوي كل خلية من خلاياه على نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية، يطلق على الميسيليوم في هذه الحالة، الميسيليوم الابتدائي Primary mycelium (الشكل رقم١٧٤ح). وينمو الميسيليوم الابتدائي تحت خلايا طبقة البشرة للنبات العائل، ثم ينمو أفقيا، وعندما يلتقي غزلان فطريان بينهما توافق يحدث اندماج بلازمي Plasmogamy بين خليتين متوافقتين Compatible cells من هذين الخيطين (الشكل رقم١٧٤ي)، وينتج عن ذلك تكون ميسيليوم مزدوج الأنوية أي تكون كل خلية من خلاياه ذات نواتين متجاورتين Dikaryons وليستا مندمجتين، وذلك عن طريق تكوين الروابط الكلابية Clamp connections، ويعرف مثل هذا الميسيليوم بالميسيليوم الثانوي Secondary mycelium (الشكل رقم١٧٤ك).

ولكن عندما تصاب نباتات الذرة ببوغ بازيدي مفرد من فطر يوستيلاجو ميدس أو بعدة أبواغ من نفس السلالة فحينئذ يتكون غزل فطري ابتدائي عديد الخلايا وأحادي المجموعة الصبغية. ولكنه لا يكون روابط كلابية ولا ينتج إطلاقا أبواغ تيليتية أو يحفز على تكوين تورمات Galls من قبل العائل. ولذلك يعتبر الميسيليوم المزدوج الأنوية هو العامل الرئيسي المسبب للإصابة، ولا تتكون الأورام على كيزان الذرة إلا بعد حدوث هذا الاتحاد، حيث يعطي داخل الأنسجة المصابة غزل فطري مزدوج الأنوية. هذا الغزل الفطري ينمو بين الخلايا ويستطيع أن يحصل على احتياجاته الغذائية إما بإرسال ممصات قصيرة متفرعة، داخل خلايا العائل أو ينمو عادة بين الخلايا دون ارسال ممصات، ويستطيع الحصول على الغذاء بفارق الضغط الاسموزي، حيث أن

الضغط الاسموزي للغزل الفطري أعلى من الضغط الاسموزي لخلايا العائل. ولا يبدي الغزل الفطري في هذه المرحلة أي أعراض خارجية على النباتات المصابة، إلا أن النشاط الأيضي لا يمكن أن نتبينه مظهريا، حيث تكون النباتات المصابه به أقل نموا وأقل ضراوة من النباتات السليمة. ومن الصعب جدا في هذه المرحلة التمييز بين النبات السليم والنبات المصاب في الطور الخضري، حيث لا تظهر الأعراض واضحة على النبات المصاب. وعندما تتكون التراكيب التكاثرية يظهر المرض واضحا حيث يعمل الغزل الفطري الثانوي على تحفيز خلايا العائل على الانقسام النشيط المتكرر مما يؤدي إلى النمو الشاذ في أنسجة العضو المصاب. وقد يصل العديد منها إلى أحجام ضخمة، مما يسبب انتفاخات وأورام كبيرة في المنطقة المصابة. وتتكون هذه الانتفاخات في بادئ الأمر من كتلة من الغزل الفطري مختلطة بنسيج العائل، وتكون هذه الأورام مغطاة بغشاء سميك جلدي القوام لونه أبيض فضي. وتظهر هذه الأورام على الأوراق والنورات والكيزان. وعند تقدم الاصابة تتحول الأورام المذكورة إلى كتل من الأبواغ التيليتية. وأخيرا تموت جميع خلايا العائل التي تقع في منطقة الورم، وتكون الأبواغ التيليتية عادة هي الأبواغ الوحيدة التي تتكون في المنطقة المصابة حيث تمتلئ منطقة الورم بكتلة مسحوقية سوداء تشبه مسحوق الفحم، وتتكون من أعداد هائلة من الأبواغ التيليتية مختلطة بالبقايا الجافة لخلايا العائل والخيوط العقيمة.

وقد يجف الغشاء المغلف للورم تدريجيا حتى ينفجر فتتعرض الأبواغ التيليتية للانتشار على هيئة مسحوق أسود اللون تذروه الرياح، وهذا ما تتميز به فطريات التفحم. ومما تجدر الإشارة إليه، أن الإصابة الناتجة عن هذا الفطر جهازية غير أن الأبواغ التيليتية تتكون في مناطق معينة، وهي الأعضاء التكاثرية للنبات، وعند الحصاد تختلط الأبواغ التيليتية بالحبوب السليمة وتلتصق بها، وعند انبات الحبة في

الموسم القادم تنبت الأبواغ معها، وفي وقت واحد. أو أن الأبواغ التيليتية تبقى في التربة أو على بقايا النباتات المصابة، أوفي السماد البلدي الناتج من مواشي تغذت على نباتات مصابه، ثم تنبت عندما تتهيأ لها الظروف المناسبة لتحدث بذلك إصابات جديدة للعائل بالطريقة السابق شرحها.

☐ الفصيلة التيليتية Family Tilletiaceae

فطريات هذه الفصيلة لا تكون ثمارا بازيدية، وتمتاز بأن الحامل البازيدي فيها غير مقسم بحواجز، وينتهي بخصلة من الأبواغ البازيدية يتراوح عددها ما بين ٨-١٦ أو أكثر. وتكون الأبواغ البازيدية طويلة ضيقة منجلية أو مغزلية الشكل، وكثيرا ماتكون متحدة في أزواج، وتستطيع أن تتزاوج وهي لا تزال محمولة على البازيديوم، أو عند سقوطها منه. أما الأبواغ التيليتية فهي كروية تقريبا، خشنة الملمس، شبكية السطح، وذات لون بني فاتح، ومفردة، وقد يكون عليها زوائد شفافة أو خالية منها. وقد تكون داخل مجاميع أو كرات بوغية.

وتختلف الفصيلة التيليتية عن الفصيلة اليوستيلاجينية من ناحية طريقة انبات الأبواغ التيليتية، فقد وجد أن الأبواغ البازيدية في الفصيلة التيليتية تظل على الدوام على اتصال بالبازيديوم، ولا تنفصل، ولاتنتشر بنفس طريقة الانفصال وانتشار الأبواغ البازيدية المعروفة. ولكنها تندمج في أزواج مكونة تركيبا على شكل حرف H تنشأ عليه كونيدات هلالية الشكل تحتوي كل منها على نواتين حيث تنفصل وتنتشر بنفس الطريقة التي تنتشر بها الأبواغ البازيدية في كثير من الفطريات البازيدية الأخرى. ثم تنبت الكونيدات وينشأ عنها غزلا فطريا مزدوج الأنوية، وهو الذي يحدث العدوى في البادرات الصغيرة. وسنتخذ جنس «*تيليتيا*» كمثال لهذه الفصيلة.

الوضع التصنيفي لجنس تيليتيا

Systematic position of *Telletia*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Basidiomycotina	قسيم: الفطريات البازيديوميكوتية
Class: Basidiomycetes	طائفة: الفطريات البازيدية
Subclass: Teliomycetidae	طويفة: الفطريات التيليوميسيتية
Order: Ustilaginales	رتبة: اليوستيلاجينات
Family: Tilletiaceae	الفصيلة: التيليتية
Genus: *Tilletia*	جنس: *تيليتيا*

يضم هذا الجنس حوالي ٤٠ نوعا تتطفل جميعها على أفراد الفصيلة النجيلية وأشهرها النوعان تيليتيا كاريز *Tilletia caries* وتيليتيا فويتيدا T.foetida (الشكل رقم١٧٥) اللذان يتطفلان على القمح، ويسببان له مرض يسمى مرض التفحم المغطى أو النتن Bunt or stinking smut of wheat، وترجع تسميته بالنتن إلى رائحته المميزة التي تشبه رائحة السمك المتعفن.

وينتشر المرض المتسبب عن هذين النوعين في كل مناطق زراعة القمح في العالم، غير أن الخسائر المتسببة عنه بدأت تقل في السنوات الأخيرة، وأصبح المرض الآن أقل خطرا من السابق، وذلك بعد استنباط اصناف مقاومة له من القمح، ومعاملة التقاوي بالمبيدات الفطرية الفعالة قبل زراعتها لتطهيرها وقتل أبواغ الفطر التي تكون مختلطة بها أو ملتصقة على سطوحها. وتقلل الإصابة بهذه الفطريات من كمية المحصول، ومن نوعية الدقيق الناتج حيث يصبح لونه داكنا كلما ازدادت نسبة أبواغ الفطر المختلطة به، وتصبح الحبوب غير صالحة للتسويق إذا زادت كمية الأبواغ التي تحملها عن حد معين.

ويتشابه النوعان تشابها كبيرا في صفاتهما وفي دورة حياتهما، ولكن يختلف كل منهما عن الآخر في شكل وتركيب جدار البوغ التيليتي، فهي في النوع *T.foetida* كروية أو بيضية سميكة الجدار ولونها بني فاتح وذات جدار أملس، ويتراوح قطرها بين ١٧-٣٢ ميكروميتر، بينما هي في النوع *T.caries* كروية الشكل سميكة الجدار، مزينة بنقوش شبكية مضلعة، بارزة على السطح، ويتراوح قطرها بين ١٥-٢٣ ميكروميتر (الشكل رقم١٧١جـ).

الشكل رقم (١٧٥). سنابل القمح تظهر عليها أعراض الإصابة بمرض التفحم المغطى أو النتن (يسار)، المتسبب عن الفطر *تيليتيا فويتيدا Tilletia foetida*. وسنبلة قمح سليمة (يمين).

دورة حياة الفطر

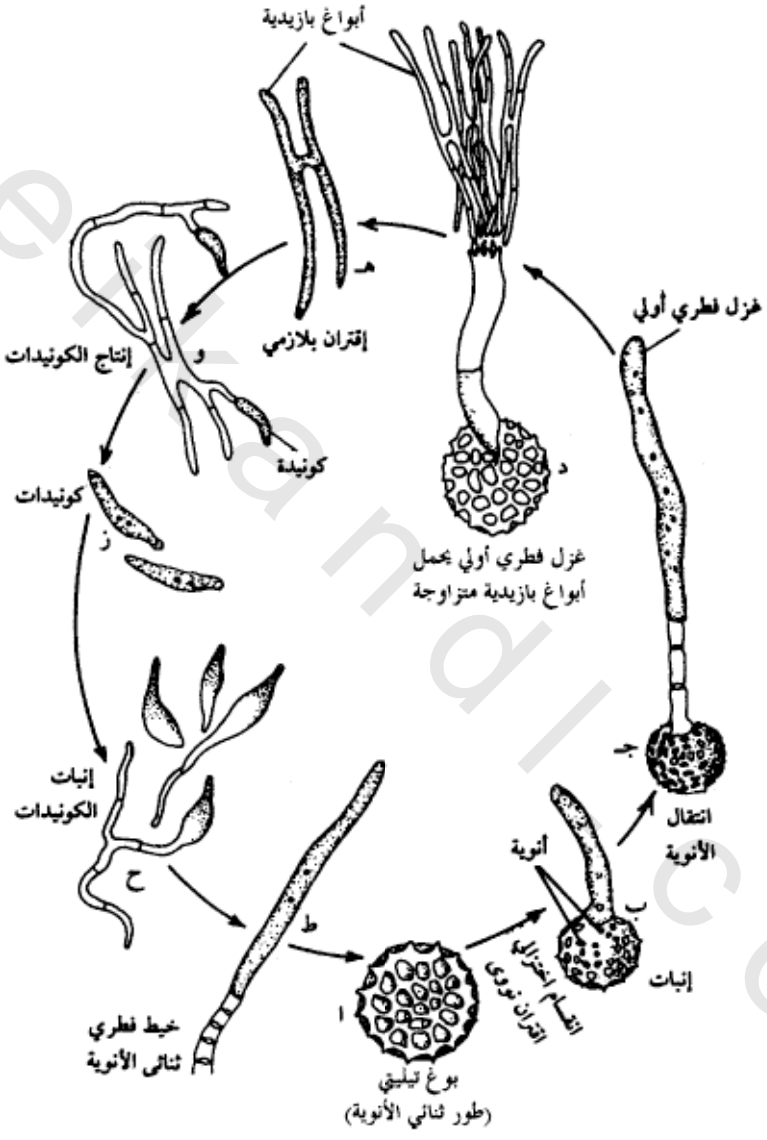
تصاب نباتات القمح بهذه الفطريات عادة وهي في طور البادرات. وتحدث الاصابة إما عن طريق الأبواغ البازيدية أو عن طريق الكونيدات. وعند إنبات الكونيدات (الشكل رقم ١٧٦) فإنه ينتج عن ذلك تكوين غزل فطري ثانوي ثنائي النواة، وهو يعتبر الطور الجسدي الأساسي في دورة حياة هذه الفطريات، وتظهر عليه الروابط الكلابية، وتخترق الغزل الفطري الثانوي بادرات القمح فينمو ما بين خلايا العائل أو داخلها. ويستطيع أن يحصل على احتياجاته الغذائية بارسال ممصات، وباستمرار نمو الغزل الفطري يصل إلى قاعدة الورقة الأولى للبادرة، ولايبدى الغزل الفطري في هذه المرحلة أي أعراض خارجية على النبات المصاب.

ويستمر الغزل الفطري في التقدم علويا حتى يصل القمة النامية للنبات، فيستحث نموه ويزداد، وعندما يبدأ النبات بتكوين السنابل يغزو جميع أجزاء السنبلة حتى قبل خروجها من الغمد المحيط بها. وفي هذه المرحلة لا يلاحظ وجود الفطر من الخارج. ومن الصعب التمييز بين النباتات المصابة والسليمة إلا بعد ظهور السنابل حيث تبدو النباتات المصابة أقصر بقليل من النباتات السليمة. ويلاحظ أن السنابل المصابة يكون لونها أدكن قليلا من السنابل السليمة عندما تكون النباتات خضراء. وتبقى خضراء مدة أطول قبل الجفاف، إلا أنه من الصعب تمييز السنابل السليمة من المصابة إلا بعد مشاهدة الحبوب. كما أن قنابع وسفا السنابل المصابة تبتعد عن بعضها وتشكل زاوية كبيرة مع محور السنبلة بسبب اتساع الحبوب المتفحمة. وتكون مبايض النباتات المصابة حوالي ضعف الحجم الاعتيادي، والأسدية ناقصة النمو صغيرة الحجم. ويكون هناك زيادة سريعة في كمية الغزل الفطري ثنائي النواة داخل المبايض النامية، وهذا يتبعه نمو معظم الخلايا ثنائية النواة إلى أبواغ تيليتية كروية الشكل أحادية الخلية. وتؤدي هذه التغيرات إلى أن تظهر حبة القمح المصابه مغطاة بغلاف أو غشاء خارجي نصف شفاف هو كل ما تبقى من نسيج الفلقة، بينما تحولت جميع محتويات الحبة إلى مسحوق أسود أو بني قاتم، دهني الملمس له رائحة كريهه تشبه رائحة السمك المتعفن، ويتكون هذا المسحوق من أبواغ التفحم التيليتية التي يوجد منها في الحبة الواحدة من٦-٩ ملايين بوغ. ويطلق على مثل هذه الحبوب اسم كرات التفحم Smut balls. ويتحور شكل الحبة المصابة فتصبح ضامرة قصيرة مكورة، ويكون لونها بنيا أو رماديا بدلا من اللون الاعتيادي الأصفر الذهبي، وأخدودها غير واضح، ولا أثر للجنين عليها، وفي العادة تصاب جميع أو معظم حبوب السنبلة. وفي الظروف الاعتيادية لا تتفتح هذه الكرات، ولا تتحرر الأبواغ التيليتية الموجودة بداخلها حتى الربيع التالي.

وعند درس القمح فإن نسبة معينة من كرات التفحم تتكسر عند تعرضها للضغط أثناء عملية الحصاد والدراس، فتختلط الأبواغ التيليتية المتحررة من كرات

التفحم المتكسرة مع الحبوب السليمة وتلوثها سطحيا، وتبرز مع الحبوب السليمة أثناء زراعة محصول القمح التالي. أو تخرج الأبواغ التيليتية مع الهواء خلف الآلة الحاصدة الدارسة وتسقط على التربة فتلوثها. وعندما تأخذ الأبواغ التيليتية في النضج فإن النواتين الموجودتين فيها تندمجان. وعند زراعة الحبوب الملوثة أو الحبوب السليمة في تربة ملوثة بأبواغ الفطر، فإن الأبواغ التيليتية تنبت عند تعرضها لرطوبة التربة، وتعطي عند إنباتها أنبوبة قصيرة غير مقسمة تسمى بالميسيليوم الأولي أو الحامل البازيدي حيث تنتقل إليه النواة الثنائية المجموعة الصبغية، وهناك تنقسم انقسامات متعددة أولها انقسام اختزالي حيث يتكون داخل الحامل البازيدي ٨أو ١٦أوأكثر من الأنوية البنوية أحادية المجموعة الصبغية. ثم تنشأ على قمة الحامل البازيدي أبواغ بازيدية يتراوح عددها بين ٨-١٦ بوغ على كل حامل. وتنتقل إلى كل بوغ نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية. والبوغ البازيدي مقوس عديم اللون، طويل ورفيع. كثيرا ما تتزاوج الأبواغ البازيدية قبل انفصالها عن الحامل البازيدي. وعندئذ يحدث اندماج بلازمي بين كل بوغين بازيديين متوافقين من هذه الأبواغ (بوغ سالب الإشارة مع آخر موجب) خلال هيفا تنمو من وسط إحداهما إلى الآخرى، ولذلك يتشكل تركيب على شكل حرف H تنتقل فيه إحدى النواتين إلى جوار الأخرى. ثم تتكون على الأبواغ الملتصقة ذنيبات تنتهي بانتفاخ، وتنتقل نواتا البوغين المتزاوجين إلى هذا الانتفاخ حيث تنشأ عليه كونيدات هلالية الشكل، تحتوي كل منهما على نواتين، حيث تنفصل وتنتشر بنفس الطريقة الآلية التي تنتشر بها الأبواغ البازيدية في كثير من الفطريات البازيدية المألوفة. ثم تنبت الكونيدات وينشأ عنها غزل فطري ثنائي النواة يخترق بادرات القمح الصغيرة فينمو ما بين خلايا بشرة العائل، ثم ينضج إلى غزل فطري يستقر داخل أنسجة العائل، محدثا بذلك عدوى جديدة للنبات، وعادة تحدث العدوى على البادرة الصغيرة للقمح قبل ظهورها فوق سطح التربة.

ويمثل الشكل رقم (١٧٦) دورة حياة فطر تيليتيا كاريس.



الشكل رقم (١٧٦). دورة حياة فطر *تيليتيا كاريس* ***Tilletia caries***.

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)