الباب الثاني

الفطريات كمسببات لأمراض النبات

The Fungi as Causes of Plant Diseases

الفصل الأول

تركيب جسم الفطريات وتعضياتها

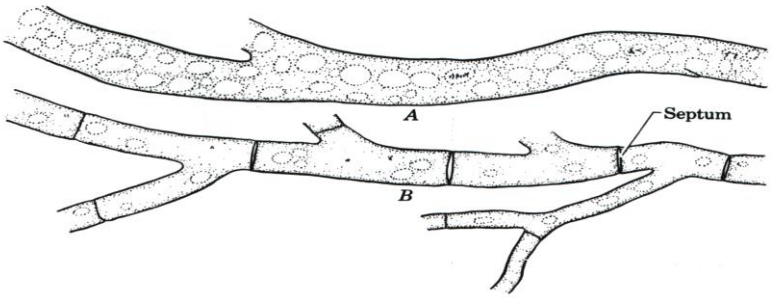
يتكـــون جســـم الفطـــر عنـــد بعـــض الفطريـــات مثـــل الفطريـــات المخاطيـــة (Myxomycetes) من كتلـة هيوليـة (سيتوبلاسمية) عديدة النـوى وبـدون جـدر خلويـة تدعـى بلاسموديوم (Plasmodium).

وقد يتكون جسم الفطر من خلية واحدة (Unicellular) ذات جدار خلوي حقيقي، ويصـادف هذا النمط في بعض الفطريـات التابعـة لقسم الفطريـات الحقيقيـة Eumycota مثل الخمائر.

أما جسم الفطر في معظم الفطريات الحقيقية يتكون من خيوط فطرية يدعى كل منها Hypha (وجمعها Hyphae)، ومجموع هذه الخيوط الفطرية المكونة لجسم الفطر يعرف باسم المشرة Thallus أو المشيجة Mycelium (وجمعها Mycelia). و يتألف الخيط الفطري من غلاف خارجي، وتجويف داخلي (Lumen) مملوء بالهيولى. وتنشأ الخيوط الفطرية عادة من إنبات الأبواغ Spores حيث تعطي أنبوبة إنبات واحدة أو أكثر (Germ-tube)، والتي تنمو وتستطيل لتشكل خيوطاً فطرية.

عند الفطريات الراقية، تصبح الخيوط الفطرية مقسمة بعدد قليل أو كبير من الجدر العرضية Septa (ومفردها Septum) إلى خلايا. تحتوي الخلية الواحدة على نواة واحدة أو أكثر تبعاً لنوع الفطر ومرحلة تطوره. وللجدر الخلوية ثقوب (Pores) تسمح بمرور وجريان الهيولى، ومكونات الخلية الأخرى من خلية إلى أخرى.

وفـي بعض الفطريـات تكون الخيـوط الفطريـة غير مقسمة بحـواجز Aseptate، حيـث أن المشـيجة بكاملهـا تشـكّل خليـة عملاقـة كثيـرة النـوى، وتـدعى هـذه البنيـة فـي الفطريات بالمدمجة الخلوية (مشيجة غير مقسمة Coenocytic) (الشكل 2 – 1).



الشكل 2 – 1: (A) جزء من خيط فطري غير مقسّم (Coenocytic)، (B) جزء من خيط فطري مقسّم.

تحتوي الفطريات الزقية Ascomycetes والدعامية Basidiomycetes على خيوط فطرية مقسمة، بينما معظم الفطريات السوطية Mastigomycotina تكون خيوطها الفطرية غير مقسمة بحواجز، وتتشكل الحواجز فيها فقط لفصل أعضاء التكاثر عن بقية المشيجة.

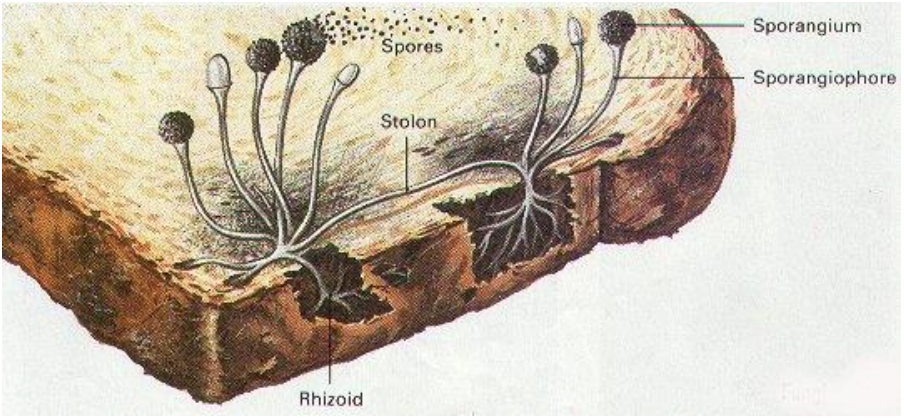
وعندما يكون جسم الفطر مؤلفاً من خلية واحدة يمكن لهذه الخلية أن تتبرعم مرات متتالية لتعطي سلسلة من الخلايا البرعمية المرتبطة بعضها مع بعض، ولكنها سهلة الإنفصال لتشكيل ما يدعى بالمشيجة الكاذبة Pseudomycelium، وتصادف المشيجة الكاذبة بشكل خاص عند الخمائر، وتتمكن بعض الفطريات الخيطية مثل فطريات الميكورالس Mucorales أن تأخذ شكل المشيجة الكاذبة بوجود تركيزات عالية من السكريات في الوسط الذي تنمو فيه.

التركيبات الجسمانية المتخصصة Specialized somatic structures .

تكوّن المشيجة في دورة حياة بعض الفطريات تركيبات جسمانية متخصصة بأداء وظائف محددة، ومن هذه التركيبات:

1 – أشباه الجذيرات أو الجذيرات الفطرية Rhizoids

الجذيرات الفطرية هي عبارة عن تفرعات خيطية تشبه جذور النباتات تتكون في قاعدة المشيجة، أو في قاعدة الحامل البوغي Sporangiophore (الشكل 2– 2). تتخصص في تثبيت المشيجة على الوسط، وتقوم أيضاً بامتصاص الماء والعناصر المغذية. وتتصل عادة كل مجموعة من هذه الجذيرات مع المجموعات الأخرى مشكّلة شبكة واسعة في الوسط بفضل الأرآد أو المدّادات الخيطية الفطرية الهوائية (Stolons) كما هي الحال عند الفطر *Rhizopus* sp. وتنفرد الفطريات الدنيا (Zygomycetes و Chytridiomycetes) بتكوينها، كما وقد تتشكل عند الأنواع المتطفلة والرمية الأخرى.



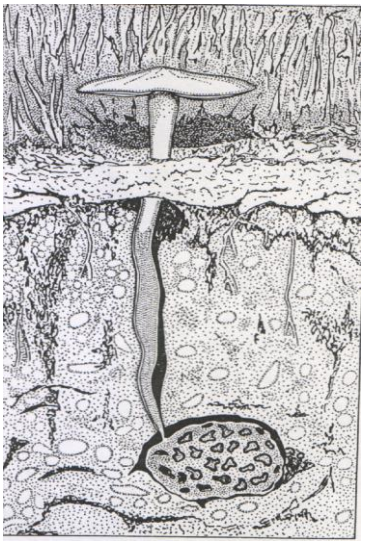
الشكل 2 – 2: جذيرات فطرية Rhizoids متشكلة في قاعدة حوامل الأكياس البوغية Sporangiophores، ويصل بين كل مجموعتين من أشباه الجذور خيوط فطرية هوائية (رئد أو مدّادة) Stolons للفطر *Rhizopus* sp. على قطعة من الخبز.

2 – الجذور الكاذبة أو السوق الثمرية شبه الجذرية Pseudorrhizas

قد تنمو أحيانا مشيجة بعض الفطريات على مصدر غذائي أو مواد مطمورة على مسافة قد تكون كبيرة أحياناً تحت سطح التربة. فمن أجل وصوله إلى سطح التربة لتشكيل

أجسامه الثمرية، تتحد الخيوط الفطرية بعضها مع بعض لتشكل عاموداً أسطوانياً أو أكثر له قوام صلب، ليحمل كل منها جسماً ثمرياً على مستوى سطح الأرض.

ولو نظرنا لتوضع الجسم الثمري، نجد في الحقيقة أن الجذر الكاذب هو عبارة عن استمرار لساق الجسم الثمري شبيه بالجذر الوتدي حيث يقوم بتأمين الاتصال بين الجسم الثمري ومصادر الغذاء الموجودة على عمق معين تحت سطح التربة (الشكل 2 – 3).



الشكل 2 – 3: ثمرة دعامية للفطر *Termitomyces cartilaginous* متشكلة على ساق شبه جذري Pseudorhiza نشأ من قرص للنمل الأبيض على مسافة 0.9 م تحت سطح التربة (عن TALBOT، 1971).

3 – الجدائل أو الحبال الفطرية Rhizomorphs

تتجمع الخيوط الفطرية بعضها مع بعض لتكوين تركيب حبلي كضفائر مجدولة تشبه الجذور شكلاً، وتسهم في نشر الفطر إلى مسافات بعيدة عن منشئه، و توسيع دائرة انتشاره (الشكل 2 – 4). وقد تتشكل الريزومورفات في التربة أو تحت قلف الأشجار كما في الفطر *Armillaria mellea*، إذ إن هذا الفطر يتمكن من العيش لعدة عقود على الأخشاب الضخمة بصورة رمية، ومن هذا المصدر الغذائي الكبير ينتشر ليهاجم العوائل الحية بواسطة الجدائل الفطرية Rhizomorphs التي تنمو وتمتد عبر التربة لتلامس جذور النباتات السليمة. وتستطيع الجدائل الفطرية أن تنمو في الطبقات السطحية من

التربة لمسافة تزيد عن ثلاثة أمتار، وتخترق الجذور بفعل الضغط الميكانيكي من جهة، والفعل الأنزيمي من جهة أخرى.

الشكل 2 – 4: الجدائل الفطرية Rhizomorphs للفطر *Armillaria mellea* تحت القلف على جذع شجرة مصابة.

4– الأجسام الحجرية (المتحجرات) Sclerotia (مفردها Sclerotium)

تنشأ الأجسام الحجرية من تجمع الخيوط الفطرية، وتشابكها بعضها مع بعض بتراص شديد، وحباكة نسيجية دقيقة تشبه النسيج البرانشيمي عند النباتات الراقية، مكوّنة كتلاً خيطية (Stromata) مختلفة الأشكال والأحجام تنفصل عن الوسط الذي تتكون عليه وتصبح مستقلة تماماً، وهي ذات قوام صلب ولون داكن وغالباً ما تكون سوداء (الشكل 2 – 5).

وتعد الأجسام الحجرية وسيلة من وسائل التكاثر والانتشار عند الفطريات، وهي قادرة على مقاومة الظروف غير المناسبة. وتختلف قدرة الأجسام الحجرية على الاستمرار في الحياة باختلاف الفطر المكوّن لها من عدة شهور إلى عدة سنوات. وإذا وجد الجسم الحجري في ظروف غذائية وبيئية مناسبة، فإنه ينبت ليعيد دورة حياة الفطر من جديد.

الشكل 2 – 5: الأجسام الحجرية (القاسية) Sclerotia (مشار إليها بأسهم). (A) الأجسام الحجرية للفطر *Claviceps purpurea* المسبب لمرض مهماز الشيلم. (B) الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotinia sclerotiorum* متشكلة داخل سوق نباتات اللفت الزيتي.

5 – الأجسام الحجرية الكاذبة Pseudosclerotia ومفردها Pseudosclerotium

الأجسام الحجرية الكاذبة عبارة عن خليط بنيوي من خيوط الفطر، ومواد هشة أخرى كالرمل والطين، أو بقايا نباتية مختلفة المنشأ. لذا فإنها تختلف عن الأجسام الحجرية بأنها ليست مكوّنة بصورة نقية من مواد فطرية. والشكل الأكثر شيوعاً من الأجسام الحجرية الكاذبة، والتي تمتاز الرميات بمقدرتها على تشكيل مثل هذه الأجسام، تتكوّن من تربة رملية مجبولة مع مشيجة الفطر، وتصادف تحت سطح التربة في قاعدة أشكال مختلفة من الأجسام الثمرية للفطريات الراقية. كما تعتبر المحنطات Mummies أجسام حجرية كاذبة، إذ إنها تتكون من بنيات الفطر المختلطة مع بقايا

أنسجة الثمرة الجافة، كما هي الحال في المحنطات المتشكلة بعد إصابة ثمار التفاح و اللوزيات بمرض العفن البني المتسبب عن الفطر *Monilinia* sp.، حيث يمكنها أن تعطي ثماراً فطرية عند توفر الظروف المناسبة (الشكل 2 – 6).

الشكل 2 – 6: جسم حجري كاذب Pseudosclerotium للفطر *Polyporus basilapiloides* إذ يلاحظ وجود ثمرة دعامية متشكلة عليه فوق سطح التربة (عن TALBOT ، 1971).

6 – الوسائد أو المطارح الفطرية Stromata

يستخدم مصطلح الوسادة الفطرية (ستروما) للإشارة إلى الأنسجة المكوّنة من خيوط فطرية متشابكة ومتراصة، وتتكوّن عادة تحت أو على سطح العائل (الشكل 2 – 7)، وتأخذ أشكالاً مختلفة فقد تكون على شكل قشور منتظمة أو أجسام كروية أو بيضوية مختلفة الأبعاد والألوان، وتعتبر الستروما مرحلة من مراحل تكوين الاثمارات الفطرية، إذ قد يطرأ عليها تمايز يؤدي إلى تكوين فراغ في مركزها يتحول إلى طبقة خصيبة تعطي الأبواغ ليتشكل بذلك البكنيد أو الوعاء البكنيدي (Pycnidium)، أو إلى أجسام حجرية نظراً لأنها تعطي عند الإنبات أجساماً ثمرية، أو تتمايز الستروما لتكوين الكويمة الكونيدية (Acervulus).

الشكل 2 – 7: وسائد فطرية للفطر *Epichloe typhina* ، ويبيّن الشكل اليساري تضاريسها السطحية.

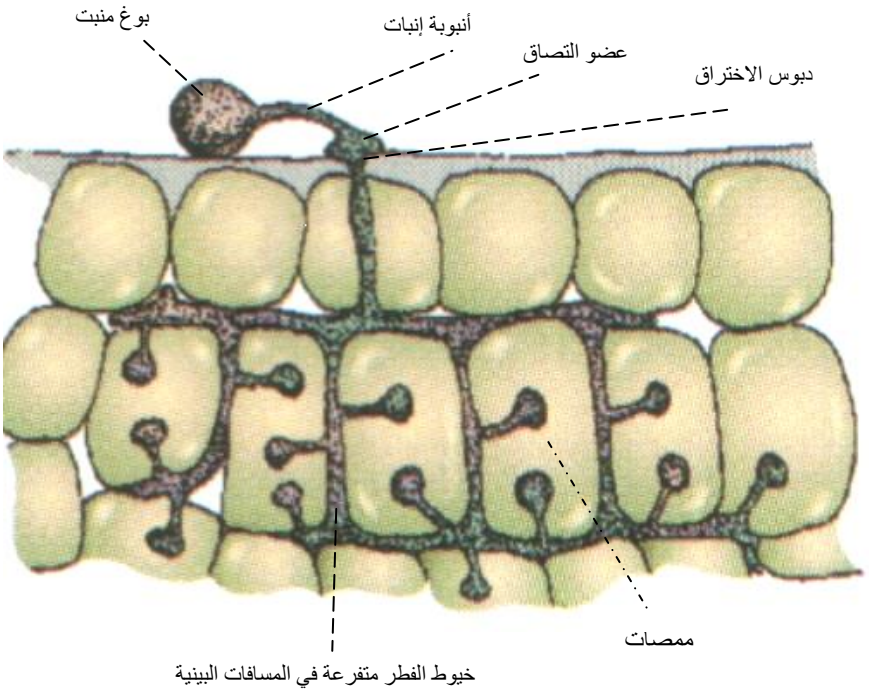
7 – أعضاء الالتصاق Appressoria (مفردها Appressorium)

أعضاء الالتصاق عبارة عن انتفاخات مفلطحة بسيطة أو مفصصة تتشكل عند التصاق أنابيب الإنبات بسطح صلب أو بقشيرة أوراق النبات، وتكون أحياناً محاطة بمادة لزجة تعزز عملية الالتصاق. تتشكل أعضاء الالتصاق في بعض الفطريات المتطفلة مثل الفطريات المسببة لأمراض البياض الدقيقي (Erysiphales)، أو قد تتشكل أيضاً في أنواع أخرى من الفطريات التي تنمو على سطوح صلبة أخرى كالزجاج مثلاً.

تساعد هذه الأعضاء على تثبيت الفطر على سطح العائل أو على السطوح الصلبة الأخرى التي ينمو عليها، ويخرج من وسطه نتوء شوكي بشكل الدبوس يسهل اختراق الفطر لأنسجة العائل (الشكل 2 – 8).

8 – الممصات Haustoria (مفردها Haustorium):

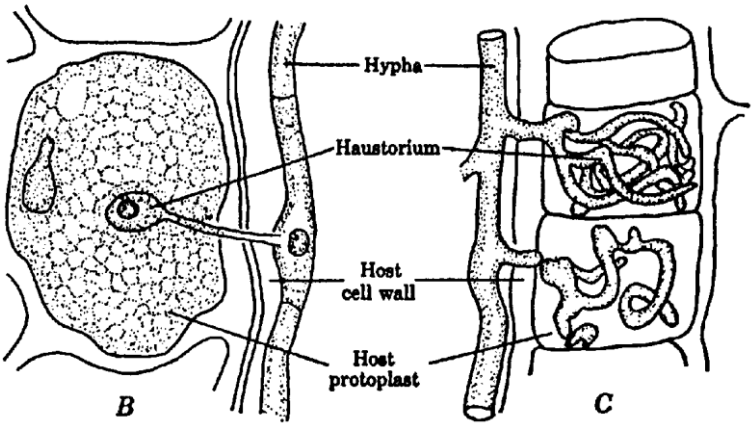
ترسل خيوط الفطريات المتطفلة أعضاء دقيقة تدعى الممصات داخل خلايا النبات تؤمن امتصاص الماء والمواد الغذائية، و تتشكل هذه الممصات إما من الخيوط بين الخلوية أو من أعضاء الالتصاق Appressoria بعد حدوث الاختراق، أو من خيوط خارجية على سطح النبات.



الشكل 2 – 8: أعضاء الالتصاق Appressoria التي تتشكل عند ملامسة أنبوبة الإنبات لسطح الورقة.

تتشكل الممصات عند الفطريات المتطفلة على النبات، وبشكل خاص عند فطريات الصدأ Uredinales، وفطريات البياض الدقيقي Erysiphales، وفطريات البياض الزغبي Peronosporales. وتأخذ الممصات أشكالاً وأبعاداً مختلفة جداً، فقد تكون كروية أو بيضاوية أو مفصصة أو متفرعة (الشكل 2 – 9)، ويمكن أن نجد العديد منها في الخلية نفسها.

وقد دُرست الممصات بشكل خاص عند فطريات البياض الدقيقي والبياض الزغبي، وقد تبيّن أن هيولى خلايا النبات المضيف ليست مُختَرقة بالممصات ولكنها غالباً مُنغمدة، حيث أن الممصات تكون محاطة بطبقة من الكالوز تدعىExtrahaustorial matrix، والتي تكون بدورها محاطة أيضاً بالغلاف الهيولي لخلايا البشرة بحيث تمنع هذه الطبقة التماس المباشر بين الفطر وخلايا النبات المضيف.



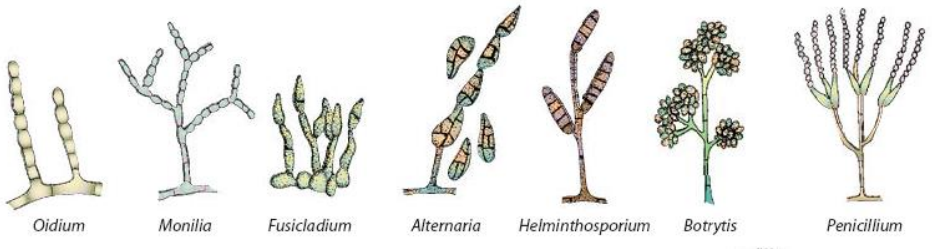
الشكل 2 – 9 : أشكال مختلفة من الممصات Haustoria

9 – الحوامل البوغية Conidiophores أو Sporophores

توجد الخيوط الفطرية عادة في أنسجة العائل بين الخلايا Intercellular، ولما كان من الضروري أن تكون الأبواغ معرضة للجو الخارجي كي تستطيع الانتشار بالطرق المختلفة، لذا كان من الضروري تشكيل أعضاء خاصة تنمو إلى خارج الأنسجة لتحمل الأبواغ وتمكنها من الانتشار، وتدعى هذه الأعضاء بالحوامل البوغية Sporophores أو Conidiophores. وتتشكل الحوامل البوغية بشكل عامودي على الخيوط الفطرية، وقد تكون مفردة أو بمجموعات، وتختلف الحوامل البوغية بأطوالها وأشكالها وطريقة تفرعها وعدد الأبواغ التي تتشكل عليها (الشكل 2 – 10)، وتعد كل هذه الصفات من الأسس التي يعتمد عليها في التفريق بين الأجناس الفطرية المختلفة.

قد تنمو الحوامل البوغية بأعداد كبيرة بجانب بعضها البعض وترتفع في الهواء، وقد تتلاصق دون اتحاد جانبي فيما بينها لتكون ما يسمى بالحبيكة (Sporodochium)، وقد تتلاصق وتتحد جانبياً لتكوين هذه الأعضاء تحت بشرة أوراق العائل وسوقه، وعندما تتمزق البشرة تتعرض الأبواغ للانتشار، ومن أمثلة ذلك بثرات فطريات الصدأ.

كما تتكوّن الحوامل البوغية في طبقة متمايزة تغلّف السطح المطل على جوف الأوعية البكنيدية، والأوعية السبرموغونية أو الأوعية المنطفية.



الشكل 2 – 10: نماذج مختلفة من الحوامل البوغية عند الفطريات

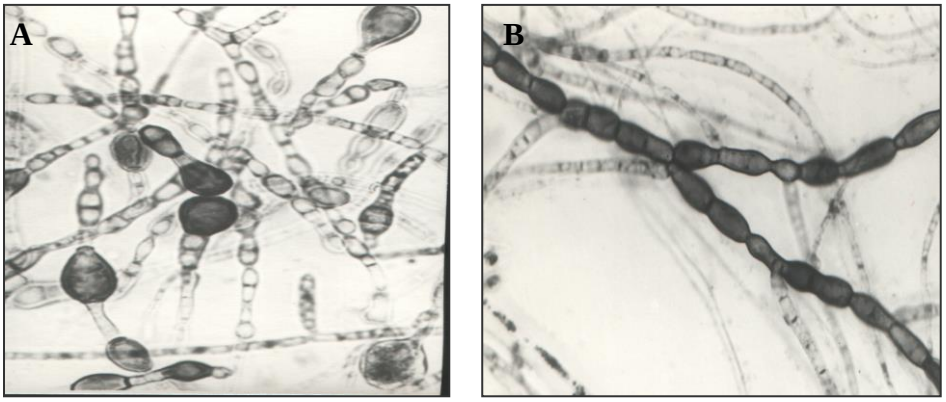
وقد تتكوّن الحوامل البوغية (Basidia) على سطوح الصفائح Gills المتكوّنة على السطح السفلي لقبّعة الثمرة الدعامية (Carpophore) لبعض الفطريات الدعامية كما في فطر عيش الغراب.

10 -– الأبواغ المغطاة أو الكلاميدية Chlamydospores

في بعض الفطريات، وفي شروط خاصة للوسط، يتغلظ جدار الخلية الفطرية التي تمتلئ بالمدخرات الغذائية، وتصبح مستديرة الشكل، وذات غلف عديمة اللون أو داكنة لاحتوائها على أصبغة الميلانين. وقد تكون منفردة أو بسلاسل، بينية أو طرفية، وقد يتحول أحياناً الخيط الفطري بالكامل إلى سلسلة من هذه الأبواغ (الشكل 2 – 11). ولا توجد عادة آليات خاصة لانفصال هذه الأبواغ وانتشارها، إلا أنها تنفصل عن بعضها بانحلال القطع أو الأجزاء الخيطية الفطرية التي تفصل بينها، ولهذا تبقى منفصلة على الوسط الذي تشكلت عليه. تعتبر الأبواغ الكلاميدية طريقة من طرق التكاثر اللا جنسي، وهي قادرة على مقاومة الظروف القاسية لتنبت من جديد عندما تصبح الظروف مناسبة. ومن أمثلة الفطريات التي تشكل هذا النوع من الأبواغ الفطر *Fusarium* sp.، و *Phoma* sp.. وقد يطلق اصطلاح البوغ الكلاميدي أيضاً على الأبواغ التيلية ثنائية النواة المميزة لفطريات التفحم Ustilaginales، والتي تتشكل بنفس الطريقة.

تمتاز بعض الفطريات بمقدرتها على تحويل جزء من خيوطها إلى سلاسل من الخلايا غليظة الجدر، داكنة اللون، تقاوم ظروف الوسط غير المناسبة، وتدعى بالمشيجة المعمرة Perennial mycelium أو الساكنة Resting mycelium، وتتشابه إلى حد كبير مع الأبواغ الكلاميدية كما هي الحال عند الفطر *Verticillium* sp.

وقد يتجزأ الخيط الفطري إلى خلايا منفصلة تحتفظ كل منها بشكلها المضلع، وتدعى بالأبواغ المفصلية Arthrospores.



الشكل 2 – 11: (A) أبواغ كلاميدية طرفية وبينية. (B) تحول كل خلايا المشيجة إلى أبواغ مقاومة تدعى بالمشيجة الساكنة Resting mycelium. (عن فضول)

الفصل الثاني

تصنيف الفطريات وطرائق تكاثرها

Taxonomy and reproduction of fungi

يعتمد تصنيف الفطريات على العديد من الأسس والقواعد:

1 – بنية جسم الفطر: تقسم الفطريات استناداً لبنية مشائجها إلى قسمين مختلفين:

1.1 - قسم الفطريات المخاطية Myxomycota: تمتاز بوجود البنية الأميبية أو الشبيهة بها في دورة الحياة، وتُعتمد أحياناً تسمية الفطريات العارية Gymnomycota. إذ إن جسم الفطر يتكون من كتلة بروتوبلاسمية هلامية عارية وحيدة النواة كما في الفطريات المخاطية الخلوية أو كثيرة النوى، وتمتاز بغياب الجدر الخلوية، و تدعى بالبلاسموديوم Plasmodium الذي لا يملك شكلاً محدداً، ويتحرك بحركة آميبية، وتتوقف حركته فقط قبل التكاثر مباشرة.

يضم هذا القسم أربعة صفوف، أهمها صف الفطريات المخاطية النباتية Plasmodiophoromycetes، ومن أنواعه *Plasmodiophora brassicae* المسبب لمرض الجذر الصولجاني على الصليبيات، و*Spongospora subterranea* المسبب لمرض الجرب المسحوقي على البطاطا. تتكاثر هذه الفطريات لاجنسياً عن طريق الأبواغ السابحة ثنائية السياط الملساء، أما التكاثر الجنسي فيتم عن طريق إتحاد أشفاع من الأبواغ السابحة.

2.1- قسم الفطريات الحقيقية Eumycota: وتتصف بمشيجة خيطية، ولهذا تدعى الفطريات الخيطية Filamentous fungi. كما وتقسم الفطريات الحقيقية بدورها اعتماداً على صفات الخيوط الفطرية إلى:

1.2.1- فطريات ذات مشيجة خيطية غير مقسمة، وتسمى أيضاً بالفطريات الدنيا Lower fungi، حيث أن الخيوط الفطرية تكون غير مقسمة وتشكل مدّمجة خلوية.

2.2.1- فطريات ذات مشيجة خيطية مقسمة، وتسمى أيضاً بالفطريات الراقية Higher fungi، خيوطها الفطرية مقسمة بجدر مستعرضة إلى عدد كبير من الخلايا.

تقسم الفطريات الدنيا استناداً إلى طريقة التكاثر اللاجنسي إلى قسمين:

1 – تحت قسم الفطريات السوطية Sub- division Mastigomycotina:

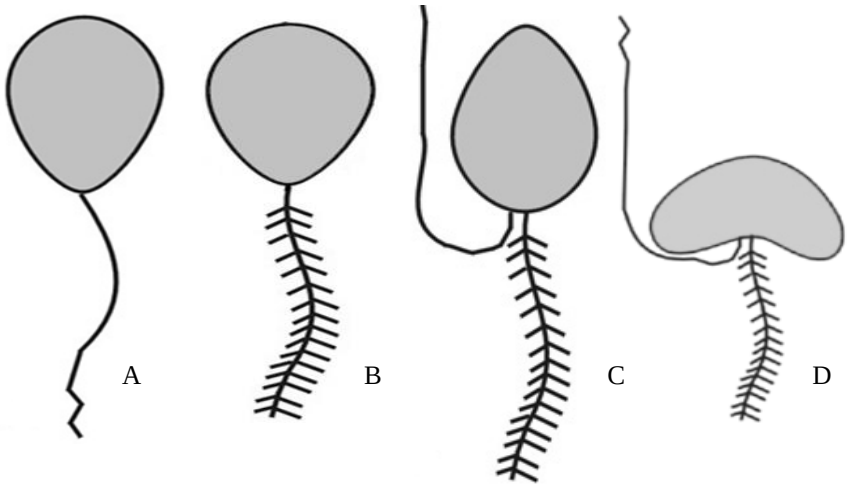
تمتلك هذه الفطريات طوراً متحركاً في دورة الحياة، حيث يتم التكاثر اللاجنسي بواسطة أبواغ سابحة. ويعتبر عدد السياط وطريقة توضعها على البوغ السابح من الصفات الأساسية التي يعتمد عليها في تقسيمها إلى ثلاثة صفوف (الشكل 2 – 12):

- أبواغ سابحة وحيدة السوط أملس وخلفي..... صف الفطريات الكيتريدية Class Chytridiomycetes .

- أبواغ سابحة وحيدة السوط أمامي وريشي ..... صف الفطريات الكيتريدية الخيطية Class Hyphochytridiomycetes .

- أبواغ سابحة ثنائية السياط، إحداهما أملس والآخر ريشي .... صف الفطريات البيضية Class Oomycetes .

ويمكن أن نميز في الفطريات البيضية نموذجين من الأبواغ السابحة: أبواغ سابحة أولية Primary zoospores ذات سوطين أماميين إحداهما أملس أو عديم الشعيرات يتجه نحو الخلف، والآخر مزين بشعيرات دقيقة جداً ويسمى بالسوط الريشي ويتجه نحو الأمام كما في الرتبة Saprolegniales، وأبواغ سابحة ثانوية Secondary zoospores ذات سوطين جانبيين كما هي الحال في كل الرتب.

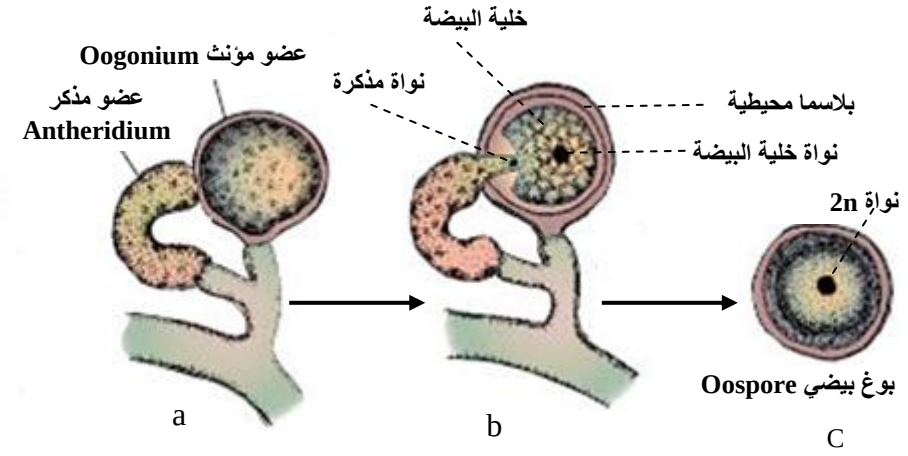


الشكل 2 – 12: النماذج المختلفة من الأبواغ السابحة عند الفطريات السوطية Mastigomycotina: (A) بوغ سابح وحيد السوط أملس وخلفي عند الفطريات الكيتريدية Chytridiomycetes. (B) بوغ سابح وحيد السوط أمامي وريشي عند الفطريات الكيتريدية الخيطية Hyphochytridiomycetes. (C) بوغ سابح ثنائي السياط الأمامية، إحداهما ريشي والآخر أملس عند الفطريات البيضية من الرتبة Saprolegniales. (D) بوغ سابح ثنائي السياط الجانبية، إحداهما ريشي والآخر أملس عند رتب الفطريات البيضية كافة.

وتنتهي عملية التكاثر الجنسي عند الفطريات البيضية بتشكيل البوغ البيضي Oospore. وذلك عن طريق تلامس الأكياس العروسية: الكيس الذكري Antheridium والأنثوي Oogonium، والتي تنشأ في نهاية الخيوط الفطرية، ونادراً ما تكون بينية، وتفصلها عن هذه الخيوط جدر مستعرضة، و العضو المؤنث كروي أو كمثري الشكل، وأكبر حجماً من العضو المذكّر الذي يكون غالباً مستطيل الشكل، و يتميز في العضو المؤنث طبقتان الأولى بروتوبلاسمية محيطية ذات قوام خفيف وتدعى بالهيولى المحيطية Periplasm، وبرتوبلاسما داخلية ذات قوام كثيف وتسمى هيولى البيضة Ooplasm التي تحتوي على نواة واحدة وحيدة المجموعة الصبغية (الشكل 2 – 13). وقد يوجد في كيس البيض خلية بيضية واحدة Oosphere أو أكثر تقوم بوظيفة الأعراس المؤنثة. وقد يحدث التكاثر الجنسي بين الأعضاء المذكرة والمؤنثة على نفس

المشيجة في الأنواع متجانسة المشائج، أو على مشيجتين مختلفتين في الأنواع متخالفة المشائج.

يلتصق العضو المذكر والعضو المؤنث ويرق الجدار عند نقطة الاتصال، و يرسل العضو المذكر أنبوبة إخصاب تخترق جدار العضو المؤنث في نقطة الاتصال الرقيقة وتصل إلى الخلية البيضية. يفرغ العضو المذكر محتوياته عن طريق أنبوبة الإخصاب معطياً نواة ذكريه واحدة أو أكثر، لتتوضع نواة مذكرة بالقرب من كل خلية بيضية، ثم تتحد النواتان المؤنثة والمذكرة ويتم بذلك الإخصاب، ثم ينكمش العضو المذكر ويتلاشى، ويتكوّن البوغ البيضي Oospore محاطاً بجدار سميك.



الشكل 2 – 13: مراحل الإخصاب عند الفطريات البيضية. (a) انقسام النواة داخل العضوين الذكري والأنثوي، وقد بدأت النوى في كيس البيض بالهجرة باتجاه الطبقة المحيطية، (b) ظهور البروتوبلاسما المحيطية، ومرور النواة المذكرة إلى داخل الخلية البيضية Oosphere، (c) حدوث الاتحاد النووي، وتشكل البوغ البيضي.

ويتم إنبات البوغ البيضي بإحدى الطريقتين التاليتين:

* إنبات غير مباشر ينتج عنه العديد من الأبواغ السابحة سالكاً سلوك الكيس البوغي، أو أنه يرسل حاملاً ينتهي بكيس بوغي، ويحدث هذا الإنبات عند توفر رطوبة عالية ودرجة حرارة أقل من 18 °م (10– 12 °م).

* إنبات مباشر معطياً أنبوبة إنبات تنمو لتكوّن مشيجة فطرية، ويحدث ذلك عادة في الجو الجاف نسبياً ودرجة حرارة أعلى من 18 °م.

يضم صف الفطريات البيضية العديد من الفصائل، من أهمها الرتبة Peronosporales، والتي تضم بدورها ثلاث فصائل:

– فصيلة البيثياسيه Family Pythiaceae: ومن أهم أجناسها *Pythium* ، ويطلق على الأمراض التي يسببها هذا الجنس أسماءً مختلفة مثل تحلل البذار، وسقوط البادرات، وتعفن الجذور،.....الخ. والجنس *Phytophthora*، ومن أنواعه المهمة *P. infestans* المسبب لمرض اللفحة المتأخرة على البطاطا والبندورة و*P. citrophthora* المسبب لتصمغ أشجار الحمضيات.

– فصيلة البيرونوسبوراسيه Family Peronosporaceae: وتضم الأنواع المسببة لأمراض البياض الزغبي Downy mildew.

– فصيلة الألبوجيناسيه Family Albuginaceae: ومن أنواعها *Albugo candida* المسبب لمرض الصدأ الأبيض على الصليبيات.

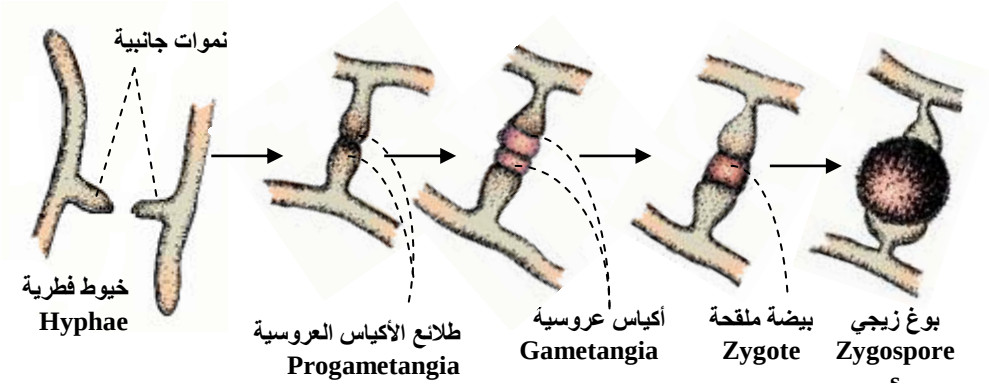
2 - تحت قسم الفطريات الزيجية Sub-division Zygomycotina:

تتكاثر هذه الفطريات لا جنسياً بواسطة أبواغ غير متحركة تدعى بالأبواغ السبورانجية Sporangiospores تتشكل في أكياس بوغية Sporangia (مفردها Sporangium)، وتشكل في طور تكاثرها الجنسي أبواغاً زيجية Zygospores، تنشأ من اتحاد كيسين عروسين متشابهين مظهرياً.

تتشكل الأبواغ الزيجية بشكل عام بخروج نموّين من خيطين فطريين متقابلين يتجهان نحو بعضهما حتى تتلامس أطرافهما لتشكل طلائع الأكياس العروسية Progametangia. تتكثف الهيولى وتهاجر النوى إلى قمة طليعة الكيس العروسي، ثم يفصل عن باقي الخيط الفطري بحاجز عرضي ليتشكل بذلك الكيس العروسي

Gametangium، وجزء سفلي يدعى حامل الكيس العروسي Suspensor. تزول الجدر الفاصلة بين الكيسين العروسين المتلامسين، ثم يحدث اندماج هيولي ونووي لتتشكل البيضة الملقحة Zygote التي تحتوي على نوى ثنائية المجموعة الصبغية، وتكون في البداية محاطة بجدار رقيق نشأ من جدر الأكياس البوغية، ثم تنمو البيضة الملقحة إلى بوغ زيجي، ويتكون جدار سميك تحت الجدار الرقيق الذي يتمزق مع نمو البوغ الزيجي Zygospore أو "Zygosporangium"، ويصبح لونه داكناً، وتظهر عليه تزيينات (الشكل 2 – 14). يسكن البوغ الزيجي لفترة، ثم ينبت بعد حصول الانقسام الاختزالي للنوى ليعطي أنبوبة بوغية تنتهي بكيس بوغي، أو أنه ينمو مباشرة بتكوين أنبوبة نمو ومن ثم مشيجة متفرعة.

يتم التكاثر الجنسي بين خيطين فطريين متماثلين بالحجم والشكل من مشيجتين مختلفتين بالنمطية التآلفية Mating type ويرمز لكل منهما بإشارة السالب (-) أو الموجب (+)، و توصف هذه الفطريات بأنها متخالفة المشائج Heterothallic كما هي الحال عند معظم الأنواع. وتوصف بعض أنواع الفطريات الزيجية بأنها متماثلة المشائج Homothallic، أي يمكن لخيوط المشيجة نفسها أن تتزاوج وتشكل بوغاً زيجياً.



الشكل 2 – 14: مراحل تشكل البوغ الزيجي Zygospore عند الفطريات الزيجية.

وتقسم الفطريات الراقية إلى ثلاثة تحت- أقسام :

1- تحت قســـــم الفطريات الزقيـــــة Class) Sub-division Ascomycotina (Ascomycetes).

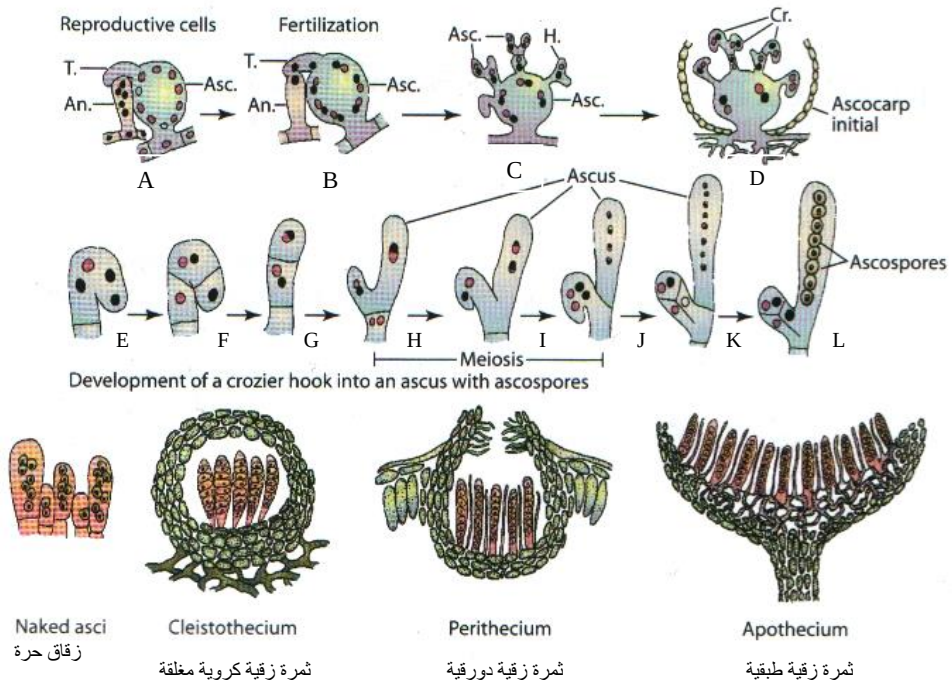
يتم التكاثر اللاجنسي في عدد كبير من هذه الفطريات بواسطة الأبواغ الكونيدية التي تؤدي دوراً مهماً في انتشارها. وتنتهي عملية التكاثر الجنسي بتكوين الأبواغ الزقية Ascospores التي تتشكل داخل الزقاق Asci (مفردها Ascus). وفي معظم الفطريات الزقية تتكون الزقاق ضمن إثمارات زقية Ascocarps.

يتكوّن من مشيجة الفطر المقسّمة العضو الأنثوي Archicarp (الجسم القوسي أو الأوالة الثمرية)، والذي يتكون من منسل زقي Ascogonium وهو عبارة عن انتفاخ ينبثق عنه عند الطرف العلوي عنق أو شعرة جنسية تعرف بالشعرة الأنثوية Trichogyne التي تعد بمثابة عضو استقبال، أما العضو الذكري Antheridium فيتكون من عنق منطفي ومنطفة طرفية.

يقترب العنق حتى يلامس الكيس الذكري، ويلتف عليه حيث يتكشف في الكيس الذكري فتحة تمر من خلالها النوى الذكرية إلى العنق، وتنفذ إلى المنسل الزقي الذي يحتوي على عدد كبير من النوى، إذ تنتظم هذه النوى الذكرية والأنثوية في أشفاع دون أن تندمج مع بعضها، بينما تتكوّن براعم على سطح المنسل الزقي وتنمو وتتفرع لتشكل الخيوط الزقية المخصبة التي تهاجر إليها أشفاع النوى. ثم تتشكل حواجز في الخيوط الزقية، وبالتالي تتكون خلايا كثيرة النوى في قاعدة الخيوط المخصبة وقليلة النوى في قمتها، وتحتوي الخلايا القمية على شفع واحد من النوى (الشكل 2 – 15).

يرتفع من الخيوط الحاملة للأكياس الذكرية والأنثوية عدد كبير من الخيوط التي تحيط بالخيوط المخصبة وتتخللها، كما يتكون من الخلية القمية في الخيوط المخصبة انحناء يدعى بالخطاف أو الشص Hook = Crozier، وتتوضع النواتان في منطقة الانحناء، ثم تنقسم كل نواة إلى نواتين في نفس الوقت، وينتج عن ذلك تكوين أربع نوى:

اثنتـان غيـر أختـين تتوضـعان فـي منطقـة الانحنـاء، وتتوضـع الثالثـة فـي نهايـة الانحنـاء والرابعة في قاعدتـه، ثـم يتكـون جداران يفصـلان النـواتين غيـر الأختين فـي الخليـة تحـت الطرفيـة مـن الشـص وتلـك النـواة الموجـودة فـي نهايـة الشـص المنحنـي فـي خليـة طرفيـة والنـواة الرابعـة فـي الخليـة القاعديـة، وتصـبح الخليـة المتوسـطة أو تحـت الطرفيـة ذات النواتين غير الأختين زقاً إذ تتطاول وتتضخم وتتحد نواتاها وهي أخر مرحلة من مراحل التكاثر الجنسي، ثم تندمج الخليـة الطرفيـة فـي نهايـة الانحنـاء مـع الخليـة القاعديـة فيتكـون شفع نووي جديد فيه نواة ذكرية وأخرى أنثوية، ومنها يتكون فرع جـانبي قصـير منحنـي جديد (Crozier) ....وهكذا دواليك.



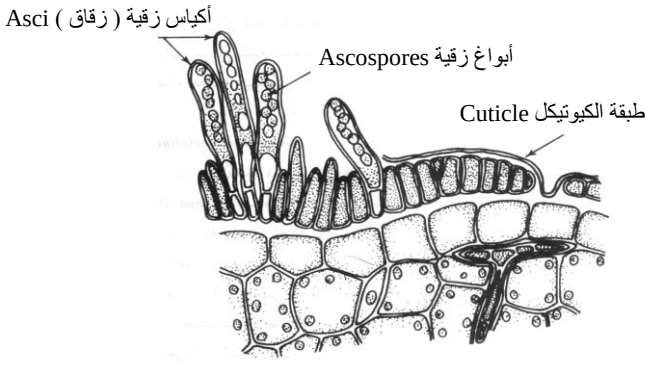
الشكل 2 – 15: مخطـط عـام يبـيّن عمليـة التكـاثر الجنسـي، ونشـوء الزقـاق عنـد الفطريـات الزقيـة. A: الأكيـاس العروسـية Gametangia. B: انـدماج هيـولي واقتـران نـووي. C: تشـكل الخيـوط الفطريـة المولـدة للزقـاق D.Ascogenous hyphae: تشكل الشص Crozier وبداية تشكل الثمرة الزقية. E: انقسام نووي Mitosis. F: تشكل الخلية الزقية الأم Ascus mother cell. G: تشكل البيضة الملقحة Zygote. من H حتى L : مراحل تشكل الأبواغ الزقية داخل الزق. (عن Agrios, 2004) .

ينتج من الاتحاد النووي في خلية الزق نواة مضاعفة المجموعة الصبغية، تنقسم هذه النواة في البداية انقساماً اختزالياً يؤدي إلى تكوين أربع نوى أحادية الصيغة الصبغية يليه انقسام عادي، وينتج عن ذلك تكوين ثماني نوى نصفية الصيغة الصبغية تتجمع حولها الهيولى لتشكل ثمانية أبواغ زقية تنتظم في صف واحد داخل الزق الذي يستطيل، وفي نفس الوقت تستطيل الخيوط الفطرية المحيطة بالزقاق أو بينها لتتكون منها الخيوط الفطرية العقيمة Paraphyses وغلاف الثمرة الزقية. قد تنقسم أيضاً نواة البوغ الزقي في بعض الأحيان قبل أن تخرج من الزق، ويتبع ذلك تشكل حواجز تفصل هذه النوى لينتج عن ذلك بوغ ثنائي أو متعدد الخلايا.

تكون الزقاق، عارية أو داخل ثمار Ascocarps، وتنتظم في طبقة تسمى الطبقة الخصيبة Hymenium، وهي طبقة من الزقاق يتخللها خيوط فطرية عقيمة.

وتقسم الفطريات الزقية اعتماداً على معايير وأسس متعددة ومختلفة كشكل وبنية الثمار الجنسية، ووجودها أو عدمه، إلى تحت الصفوف التالية:

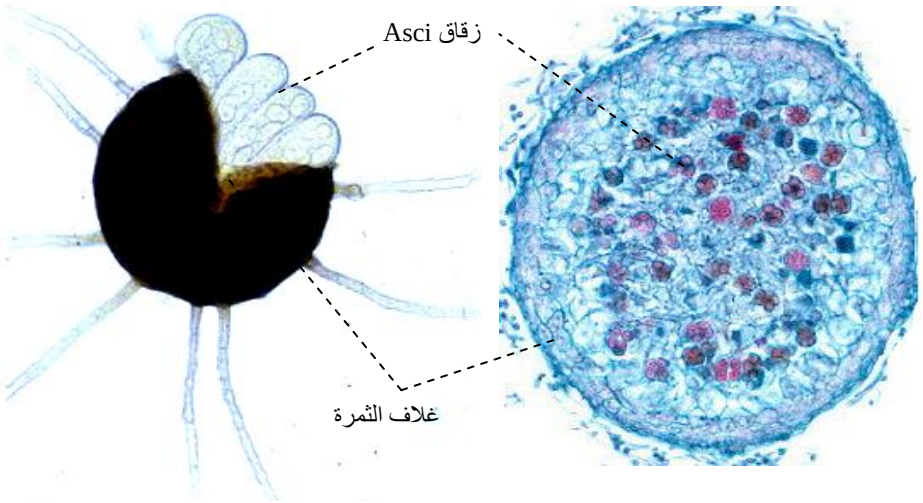
- تحت صف الفطريات الزقية الأولية Hemiascomycetidae: وتتصف بغياب الثمرة الزقيّة. إذ توجد الزقاق عارية. ومن أمثلة الفطريات التابعة لهذه المجموعة الفطر *Taphrina deformans* المسبب لمرض تجعد أوراق الدراق (الشكل 2 – 16).



الشكل 2 – 16: مخطط توضيحي يبيّن وجود الزقاق بصورة عارية على سطح بشرة النبات المصاب بالفطر *Taphrina deformans* .

- تحت صف الزقيات الثمرية الكروية المغلقة Plectomycetidae وتتصف بوجود الزقاق داخل جسم ثمري مغلق Cleistothecium .

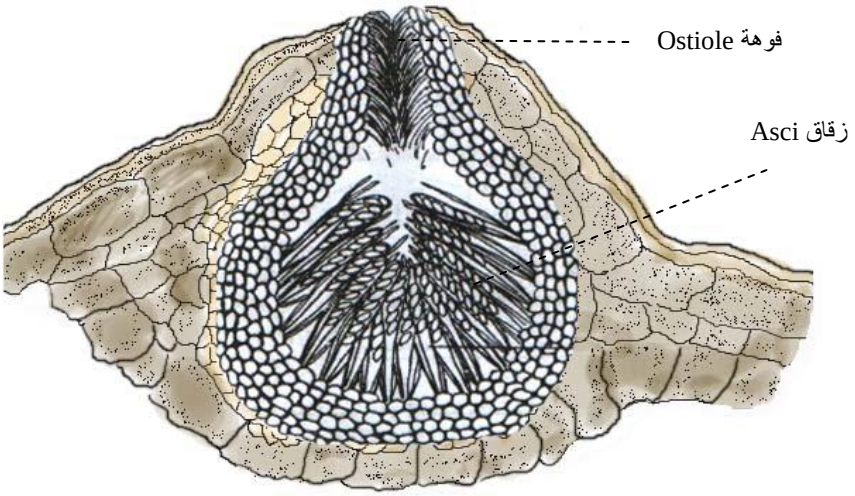
تمتاز الثمار الزقية من هذا الطراز بأنها كروية الشكل، وتتوزع بداخلها الزقاق بدون انتظام، وليس لها فتحة مميزة، وإنما يتصدع جدارها أو يتمزق بغير نظام مما يسمح بتحرر وانتشار الزقاق والأبواغ الزقية. وتكوّن أفراد رتبة Erysiphales التي تتبعها الأنواع المسببة لأمراض البياض الدقيقي، هذا الطراز من الثمار الزقية التي يحيط بها زوائد مختلفة الأشكال والتفرعات، وتتوضع الزقاق بداخلها بانتظام (الشكل 2 –17).



الشكل 2 – 17: ثمرة زقية مغلقة Cleistothecium. (A) ثمرة زقية لفطريات البياض الدقيقي. (B) مقطع في ثمرة زقية مغلقة إذ يلاحظ توزع الزقاق بداخلها بدون انتظام .

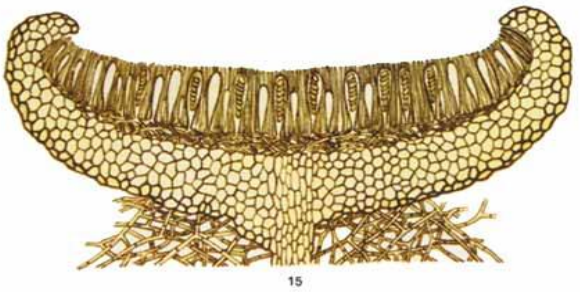
- تحت صف الزقيات الثمرية الدورقية Pyrenomycetidae وتتصف بوجود الزقاق ضمن جسم ثمري دورقي ذي فوهة Perithecium.

الثمرة الزقية دورقية الشكل أو كمثرية وإلى حد ما قارورية ذات عنق متمايز به فوهة Ostiole تسمح بخروج الزقاق والأبواغ الزقية التي توجد بداخلها بانتظام وبشكل متوازٍ (الشكل 2 – 18).



الشكل 2 – 18: مخطط تمثيلي لمقطع عرضي في ثمرة زقية دورقية Perithecium ، إذ يلاحظ وجود فوهة Ostiole في أعلى الثمرة تسمح بتحرر الزقاق منها .

- تحت صف الزقيات الثمرية الطبقية Discomycetidae: وتتصف بتوضع الزقاق فوق حشية فطرية خصبة (Stroma) تعطي جسماً ثمرياً طبقياً أو قرصياً Apothecium (الشكل 2 – 19).



الشكل 2 – 19 : مقطع عرضي في ثمرة زقية من الطراز الطبقي Apothecium

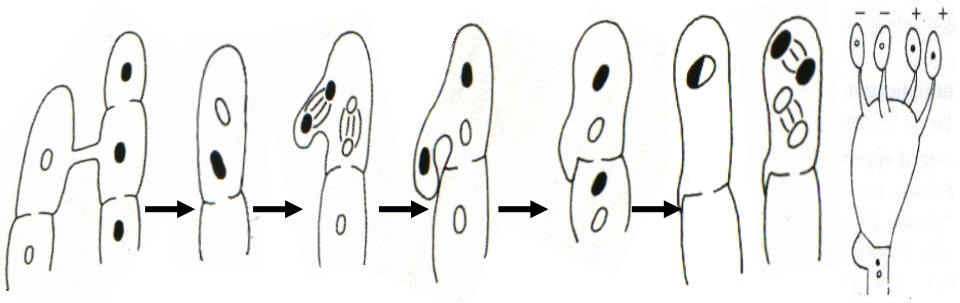
- تحت صف الزقيات الثمرية الدورقية الحشوية Loculoascomycetidae وتتصف بتوضع الزقاق في حُجر داخل الحشية أو الوسادة الفطرية Stroma.

2 - تحت قسم الفطريات الدعامية (البازيدية)

(Class Basidiomycetes) Sub-division Basidiomycotina

تتكاثر هذه الفطريات جنسياً معطية أبواغاً دعامية Basidiospores تجتمع على حوامل بوغية خاصة تدعى الدعامات Basidia (مفردها دعامة Basidium) في رباعيات علوية أو جانبية.

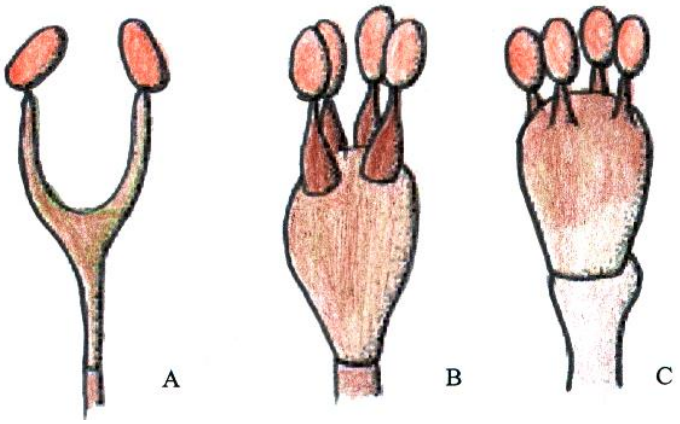
وكما هي الحال في طريقة نشوء الزقاق، تنشأ الدعامة على خلية طرفية في خيط الفطر ثنائي النواة، تنفصل عن باقي الخيط الفطري بحاجز عرضي يتكون عليه الرابط الكلابي Clamp connection أو المخلبي Hook. تنقسم النواتان إلى أربع نوى تذهب نواتان غير أختين نحو نهاية الخيط، وتذهب نواة أخرى من النواتين غير الأختين الآخرتين إلى النهاية السفلى من الخيط، والنواة الثانية إلى البروز الجانبي. يتكوّن حاجز يفصل البروز عن الجزء النهائي وحاجز آخر عند قاعدة البروز. ينحني البروز الجانبي باتجاه الخلية السفلى من الخيط حيث تحمل نواة واحدة ويظهر بينهما فتحة تمر عبرها النواة الموجودة في البروز لتدخل الخلية السفلية، وبذلك تحصل هذه الخلية على نواتين غير أختين. تستطيل الخلية القميّة لتكوين الدعامة التي تحتوي على نواتين أحاديتي الصيغة الصبغية، تتحدان لتكوين نواة ثنائية الصيغة الصبغية، ثم تنقسمان انقساماً نصفياً لتعطيا أربع نوى كل منها أحادية الصيغة الصبغية، وتحمل الأبواغ الدعامية على سلاميات أو رؤيسات Sterigmata (الشكل 2 – 20).



الشكل 2 – 20 : مراحل تشكل الدعامات والأبواغ الدعامية Basidiospores عند الفطريات الدعاميه.

وتعتبر الصفات الشكلية للدعامات Basidia (مفردها Basidium) من الصفات الأساسية في تصنيف الفطريات الدعامية، إضافة لكونها تتشكل في أجسام ثمرية أو أن تكون حرة، واعتماداً على ذلك تقسم إلى تحت الصفوف التالية:

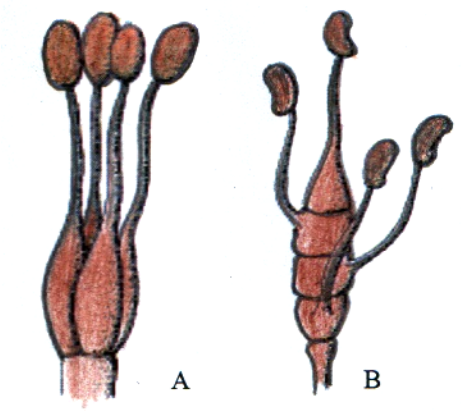
- تحت صف الدعاميات متماثلة الدعامات Holobasidiomycetidae، تتكوّن الدعامة من خلية واحدة غير مقسمة، وتدعى بالدعامة الكاملة Holobasidium (الشكل 2 – 21).



الشكل 2 – 21: أشكال مختلفة من الدعامات الكاملة Holobasidia. (A) الفطر *Dacrymyces* . (B) الفطر *Tulasnella*. (C) دعامة كاملة نموذجية.

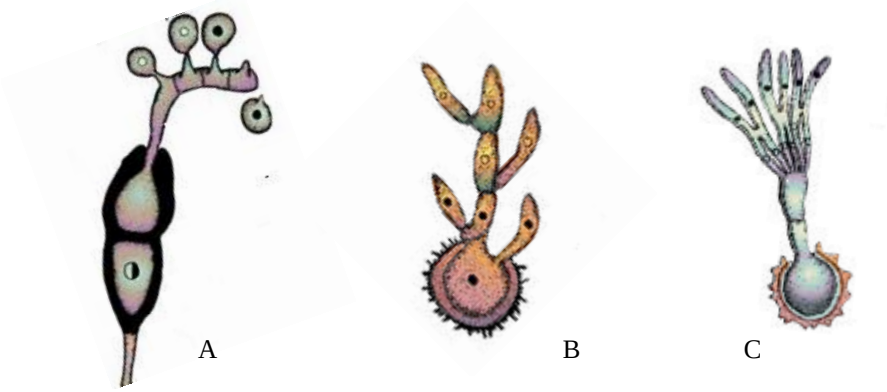
تتكون دعاماتها في ثمار دعامية. ومن الأنواع التابعة لهذه المجموعة الفطر *Armillaria mellea* الذي يتطفل على جذور وجذوع الأشجار المثمرة والحراجية، ويسبب مرض عفن الجذور الأبيض White root rot.

- تحت صف الدعاميات المتباينة Heterobasidiomycetidae أو المقسمة Phragmobasidiomycetidae، تكون الدعامة مقسّمة طولياً أو عرضياً إلى أربع خلايا (الشكل 2 – 22).



الشـكل 2 – 22: أشـكال مختلفـة مـن الـدعامات المقسـمة طوليـاً أو عرضـياً Phragmobasidia. (A) الفطـر *Tremella*. (B) الفطر *Auricularia* .

- تحت صف الدعاميات ذات الأبواغ التيلية Teliomycetidae. الثمرة الدعامية غائبة، وتنشأ المشيجة الأولية Promycelium أو Metabasidium من إنبات البوغ التيلي.



الشكل 2 – 23: (A) نشـوء الدعامة مـن إنبات بوغ تيليتي عند الفطر *Puccinia* sp. (B) إنبات البوغ التيلي عند الفطر *Ustilago mydis*، إذ يلاحظ أن الأبواغ الدعامية تحمل جانبياً . (c) إنبات البوغ التيلي إلى دعامة تحمل في قمتها الأبواغ الدعامية عند الفطر *Telletia* sp.

تضم هذه المجموعة الرتبتين التاليتين:

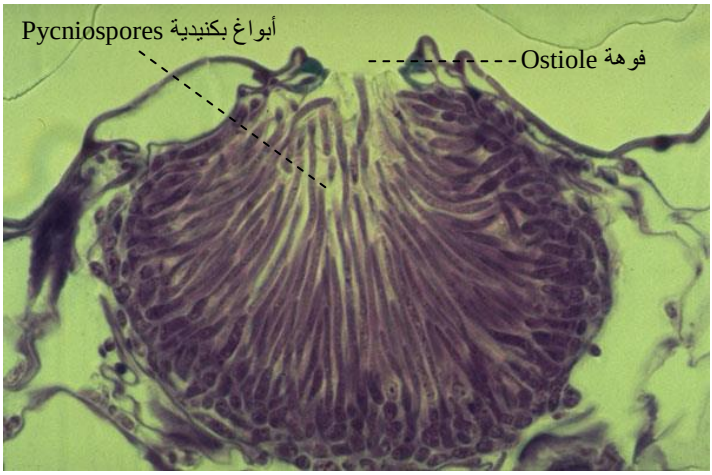
1 – رتبة الفطريات المسببة لأمراض التفحم Order Ustilaginales

2 – رتبة الفطريات المسببة لأمراض الصدأ Order Uredinales

3- تحت قسم الفطريات الناقصة Sub-division Deuteromycotina (Adelomycotina).

فطريات لا يعرف لها طور تكاثر جنسي، وتتكاثر فقط لا جنسياً بواسطة الأبواغ الكونيدية. وتعتبر معظم الفطريات الناقصة أطواراً لاجنسية للفطريات الزقية، يعتمد عندئذ في تصنيفها بشكل أساسي على طريقة تشكل الأبواغ الكونيدية وأماكن نشوئها، وتقسم استناداً إلى ذلك إلى الرتب الشكلية التالية:

- الرتبة الشكلية: Form-order Sphaeropsidales، تتشكل الأبواغ ضمن أوعية بكنيدية Pycnidia (مفردها Pycnidium). وتتكون البكنيدات من تجمع الخيوط الفطرية وتشابكها لتشكل ستروما مكورة صماء، ثم يحدث تحلل أنزيمي في مركزها يؤدي إلى تكوين تجويف يحتوي فقط على المواد الهلامية الناتجة عن التحلل Mucilage، وتتمايز خلايا الطبقة الداخلية المبطنة للفراغ للتحول إلى طبقة خصيبة تحمل الحوامل البوغية والأبواغ البكنيدية. تتجمع الأبواغ في جوف البكنيد، وتختلط مع المادة الهلامية، ثم يتكوّن للبكنيد فوهة علوية يتحرر من خلالها الهلام البوغي على شكل سحابة تستقر في قمة البكنيد، أو تتحرر بصورة خيوط تدعى Cirrhi (الشكل 2 – 24).

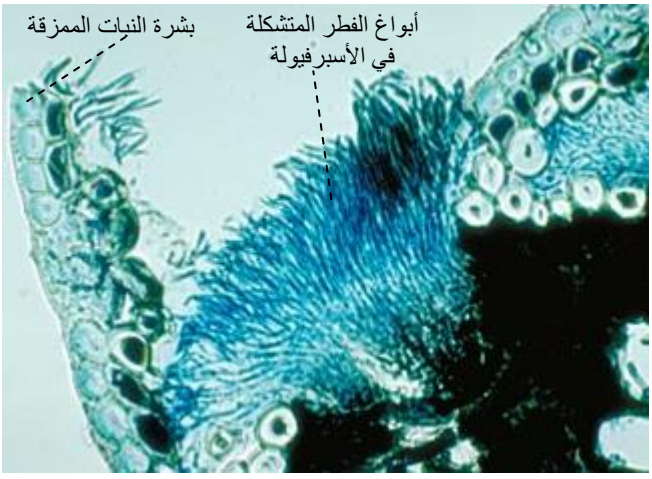


الشكل 2 – 24: مقطع عرضي في بكنيد داخل أنسجة النبات للفطر *Mycosphaerella craminicola*

وتتكوّن الثمار البكنيدية على سطح النبات في مكان الإصابة، وقد تكون غاطسة في أنسجة النبات المصاب، حيث تشاهد فوهاتها والهلام البوغي الناتج منها.

ومن الفطريات التابعة لهذه الرتبة الشكلية: *Phoma* spp.، *Septoria* spp.، *Ascochyta* spp.، و *Diplodia* spp.

- الرتبة الشكلية Form-order Melanconiales، تتشكل الأبواغ في أسيرفيولات Acervuli (مفردها Acervulus)، أي في كويمة بوغية. والتي تتكون تحت بشرة النبات المضيف. حيث تتجمع الخيوط الفطرية، وتتشابك في نسيج متماسك لتكوين وسادة خيطية أو مطرحة فطرية Stroma تحت بشرة المضيف المصاب بالفطر. تتمايز الطبقة السطحية العليا من الستروما، وتتخصص في تكوين الحوامل البوغية المنتصبة، وتتجمع الأبواغ تحت البشرة، مما يؤدي إلى تمزق البشرة نتيجة ضغط الأبواغ عليها لتحرير الأبواغ وانتشارها (الشكل 2 – 25).



الشكل 2 – 25: مقطع في أسيرفيولة Acervulus للفطر *Mycosphaerella pini* في أنسجة النبات المضيف، ويلاحظ تمزق بشرة النبات نتيجة ضغط الأبواغ الفطرية عليها.

ومـن أهـم الفطريـات التابعـة لهـذه الرتبـة الشـكلية: *Gloeosporium* spp.، *Colletotrichum* spp.، *Marssonina* spp. المسببة للعديد مـن أمـراض التبقـع والأنثراكنوز.

- الرتبـة الشكلية: Form-order Hyphales، تضـم جميـع الأنـواع التـي تتكوّن أبواغهـا على حوامل بوغية Conidiophores فوق المشيجة مباشرة.

ومن أهم الفطريات التابعة لهذه الرتبة الشكلية:

- *Botrytis* spp: ومن أنواعه *B. fabae* المسبب للتبقع البني (التبقع الشوكولاتي) علـى الفول، و *B. cinerae* المسبب لمرض العفن الرمادي على عناقيد الكرمة.

- *Verticillium* spp.: تسـبب بعـض أنواعـــه أمـراض الـذبول الوعـائي (Wilt diseases) مثل مرض ذبول الزيتون واللوزيات والقطن والبطاطـا والباذنجـان، .....الخ. وتمتاز أنواعه بتكوين أجسام حجرية دقيقة Microsclerotia، تبقى في التربة مقاومة للظروف غير المناسبة حفاظاً على حياتها.

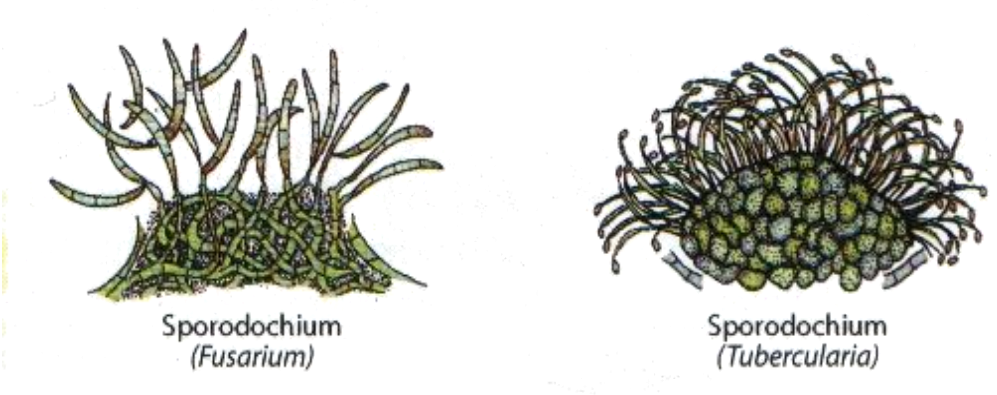
- *Monilia* spp.: تتطفل بعض أنواعـه علـى أشـجار الفاكهـة (التفاحيـات واللوزيـات) مسببة مرض العفن البني لثمارها.

- *Alternaria* spp.: تحـدث بعـض أنواعـه عفنـاً لـدرنات البطاطـا وثمـار البنـدورة والفليفلة ....الخ، إضافة إلى تبقعات على الأوراق.

- *Cercospora* spp.: تسبب أنواعـه أمراض التبقع مثل مرض تبقع أوراق الشوندر السكري الذي يسببه النوع *C. beticola*.

- *Helminthosporium* spp.: ومن أهم أنواعه *H. gramineum* الذي يسبب مرض التخطـيط الـورقي (Stripe disease)، أو مـرض السـنبلة الصـمّاء " Deaf ear disease"، أو مرض العمى Blindness.

يمتـاز أفـراد هـذه الرتبـة التابعـة للفصـيلة الشـكلية Tuberculariaceae بتكـوين تركيبـات تـدعى بالوسـائد البوغيـة أو الحبائـك البوغيـة Sporodochia، ومفردهـا Sporodochium، وهي عبارة عن خيوط فطرية منتصبة ومتشابكة مع بعضها، غير متراصـة (الشـكل 2 – 26)، تُحمـل الأبـواغ علـى نهايـات تفرعاتهـا القصـيرة والمنتهيـة بسـلاميات تسـمى الفياليدات Phialides تتكوّن عليها الأبـواغ فـي سلاسل وتحـاط بمـادة هلامية.



الشكل 2 – 26: مخطط تمثيلي للسبورودوكيوم Sporodochium .

ويعد الجنس الشكلي *Fusarium* من أهم وأكبر الأجناس التابعة لهذه الفصيلة. ويسبب البعض من أنواعه مرض الذبول الوعائي للكثير من نباتات المحاصيل والخضار والزينة وأشجار الفاكهة، ومن أمثلتها مرض ذبول البطيخ، ومرض ذبول النخيل، وذبول البندورة. ويمتاز فطر الفيوزاريوم بتكوين أنواع مختلفة من الأبواغ: أبواغ كونيدية كبيرة Macroconidia، أبـواغ كونيديـة صـغيرة Microconidia، والأبـواغ الكلاميديـة أو المغطاة Chlamydospores.

- الرتبة الشكلية Form-order Agonomycetales، (المشائج العقيمة Form-order Mycelia sterilia)

لا يتكوّن على مشائجها أي نوع من الأبواغ. وتتكاثر بتجزئة المشائج، وتكوين الأجسام الحجرية Sclerotia. ومن أجناسها:

Rhizoctonia spp.: وهو من فطريات التربة (Soil-borne)، ويتطفل على الكثير من النباتات المزروعة من محاصيل وخضار. ومن أهم أنواعه *R. solani*، وهو الطور الناقص للفطر *Thanatephorus cucumeris* المسبب لمرض القشرة السوداء على البطاطا (Black scurf of potatoes).

Sclerotium spp.: واسع الانتشار والتخصص على العوائل النباتية المختلفة مثل البطاطا والفول والكرنب والذرة الصفراء والثوم. ومن أنواعه *S. cepivorum*، وله مشائج بيضاء قطنية المظهر، تتحول إلى أجسام حجرية صغيرة تبقى في التربة محتفظة بحيويتها لمدة 10 سنوات، ويسبب هذا النوع مرض العفن الأبيض White rot، ويلحق خسائر كبيرة في زراعة الثوم في بلادنا.