المحاضرة الاولى

علم الفطريات : تعريفه وتاريخه

علم الفطريات Mycology :- هو العلم الذي يهتم بدراسة الفطريات من حيث المظهر والتركيب والتكاثر وطبيعة المعيشة ويشمل جميع أشكال الفطريات من أدناها تطورا (الفطريات البسيطة التركيب) إلى أرقاها في سلم التطور , وتتالف التسمية العلمية اللاتينية لعلم الفطريات mycology من مقطعين الأول mykes ويعني فطر المشروم و المقطع الثاني logos وتعني علم أما العلماء الذين يختصون بدراسة علم الفطريات يعرفون باسم mycologist . ان التسمية العلمية للفطريات هي Fungus ومفردها Fungi وهو مصطلح لاتيني يشير إلى فطر المشروم mushroom .

وتقع الفطريات ضمن مجموعة الكائنات حقيقية النواة Eukaryota ولذا فهي تتبع مملكة خاصة بها يطلق عليها مملكة الفطريات Myceteae حسب ما ورد في Whittaker عام 1969 , وثالوسها الفطري (Thallud) Filamentous Soma لا يحتوى على جذور وسيقان وأوراق كما هو معروف في النباتات الراقية وهذه الكائنات تتباين في حجمها وقاوامها وطبيعة معيشتها وطرق تكاثرها وهي تشبه الطحالب من حيث تركيبها الجسدي فهي أما أن تكون وحيدة الخلية أو خيطيه أو تشابك خيوطها لتكوين تراكيب خلوية ، ولكنها تختلف عن الطحالب اختلافا جوهريا من حيث خلو غزلها الفطري من مادة الكلوروفيل (اليخضور) والبلاستيدات الخضراء ولذلك فهي من كائنات غير ذاتية التغذية Heterotrophs أي انها لا تستطيع ان تعيش كالطحالب معتمدة على نفسها .

وقد اخذ علم الفطريات في التقدم منذ بداية القرن الحالي وذلك بفضل التوسع في طرق البحث العلمي حيث تشعبت الدراسات في هذا العلم واتسعت آفاقها اتساعا كبيرا حتى صار من المتعذر أن يلم عالم واحد بجميع شعبها ومن هنا بدا التخصص فقسم علم الفطريات إلى عدد من الفروع الرئيسية التي يكاد أن يصبح كل فرع منها علماً مستقبلاً بذاته شأنه في ذلك شان بقية العلوم الأخرى واهم هذه الفروع : بيئة الفطريات Fungal ecology ، فسيولجيا الفطريات Fungal physiology ، وراثة الفطريات Fungal geneties ، وعلم الفطريات الصناعية Industrial mycology وعلم الفطريات الطبية Medical mycology ، إلى غير ذلك من فروع هذا العلم التي تستجد كل يوم .

تاريخ علم الفطريات History of Mycology

يعتقد العلماء ان الفطريات ظهرت على الارض قبل ملايين السنيين وفقا الى دراسة المتحجرات والاثار و يعتقد ان وجودها يعود الى ما قبل 500 مليون سنة في بداية العصر الديفوني اي تمتد بالعمق التاريخي الى ظهور النباتات والحيوانات , ولكن لا توجد وثائق مدونة ومكتوبة تحدد ظهور وتطور الفطريات على الارض ولكن توجد بعض المظاهر التي تؤشر على تداخل الفطريات في حياة الانسان في التأريخ القديم , اذ تشير الكثير من المصادر الاغريقية والرومانية الى معرفة الفطريات خصوصا الانواع التي يمكن تميزها بالعين المجردة مثل فطريات عش الغراب (mushroom) ذات الشكل المظلي والكمأ (truffels) وغيرها . ومنذ أن بدأ الانسان يبحث عن الغذاء بدأ يجمع ويأكل الفطريات وبدأ يميز بين الفطرات السامة والفطرات التي تؤكل وهي المشروم والكمأ اما السامة فهي Toadstoolsوهي كلمة المانية معناها (Death chair الكرسي المميت) .وان الكلمة الاغريقية Mykes استخدمت لبعض انواع العراهين , ومن هنا جاءت تسمية علم دراسة الفطريات بالـ Mycology , ويمكن تلخيص المحطات التاريخية لدور الفطريات في حياة الانسان سابقا بالنقاط التالية :-

- سجل يوروبيدس (480-406 ق.م) اول وفاة لامراة وافراد اسرتها نتيجة لتناول فطر بازيدي سام .
- ذكرها ارسطو (384-322 ق.م) في مؤلفاته وحاول تحديد نشأة الكائنات الحية الدقيقة وهو يكون بذلك قد مهد لنظرية التوالد الذاتي .
- درس ثيوفراستوس (372-287 ق.م) الفطريات وتعجب منها لكونها لا تمتلك جذور و ساق وبراعم واوراق وازهار او ثمار
- وجد الباحثون فطر الكرات النافثة puffballs في زجاجات مغلقة محفوظة منذ (138 ق.م) في زمن القيصر الروماني هارديان وقد ثبت لاحقا ان لها استخدامات علاجية في إيقاف النزيف
- اشار الروماني Pliny (79-23 ق.م) لأول مرة الى وجود بعض الفطريات التي تؤثر على العقل والادراك وتسبب ما يعرف بالهلوسة
- اول الكتابات العلمية كانت للعالم Antony vanleeuwn hoock التي أشار فيها الى الخمائر والفطريات وبعض الاحياء المجهرية الأخرى كان تحت عنوان " اسرار الطبيعة المكتشفة بالمجهر"
- بدأت زراعة الفطريات الصالحة للاكل كالفطر الزراعي عام 1650 في فرنسا ثم انتقلت الى اوربا والولايات المتحدة الاميريكية .
- قام العالم Miles Berkeley عام 1841 بتصنيف الفطريات الكيسية الكبيرة التي كانت توجد على الأشجار والتي تميزت بالوانها الزاهية كاللون البرتقالي او الأصفر

- تم خلال الفترة من 1750 الى 1850 جمع معلومات دقيقة عن علاقة الفطريات بالامراض النباتية وكان الفضل يعود للعلماء Michelli , Tillet , Fontana , Privost , Fabricius وغيرهم اما العالم De Bary يعتبر مؤسس علم امراض النبات وقد حدد مفهوم العامل الممرض والوبائيات واليات التطفل .

تركزت الملاحظات الاولى على الفطريات اللحمية كما أن معرفة الانسان بالفطريات قديمة بقدم استخدام الانسان للخمر والخبز المتخمر ولكن هذه المعرفة لم تتخذ طريقها الى المعرفة العلمية الأ بعد أختراع المجهر من قبل العالم فان ليفنهوك (1632-1723) وتحديدا عام 1663 عندما اكتشف البكتريا وشاهد الخمائر تحت المجهر . وكان أول رسم تخطيطي للفطريات بيد العالم روبرت هوك (1635-1730) وتحديدا عام 1667 الذي رسم الحوافظ البوغية للفطر *Mucor* spp والابواغ التيلية للفطر *Puccinia* spp ولكن مايعاب على هوك أنه أعتقد ان الابواغ التي اطلق عليها Seed poods تنشا ذاتياً وبعد نشؤها تبدأ بالتكاثر كما اعتقد ايضاً ان الابواغ التيلية تنشأ من أنسجة الاوراق (نظرية النشؤ الذاتي)، بينما العالم الايطالي ميشالي Micheli الذي اثبت ان الفطريات لا تنمو ذاتيا بل من فطريات نمت قبلها وقد استخدم المجهر ميشالي بشكل واسع في دراسة مظهر الفطريات وتكاثرها ونشر الكثير من البحوث عن الفطريات عام 1729 في كتابه Nova plantarum genera واستمد شهرته كعالم فطريات و حصل على لقب مؤسس وابوعلم الفطريات (Founder and father of fungi)

واستمرت الدراسات حول الفطريات لاحقاً ومن بين مشاهير العلماء بالفترة اللاحقة هو العالم بيرسن Persoon (1837- 1755) الذي أستطاع بعد تحسين المجهر من وصف العديد من أنواع الفطريات التي وضعها في كتابه Synopsis methodical fungarum (ملخص منهجية الفطريات) , اما العالم فرايس Fries فقد اهتم بدراسة العراهين والفطريات المجهرية بعد تحسين المجهر ووضعها في كتابه Systema Mycologicum ويعتبر كتابه هذا مرجع مهم في تصنيف الفطريات وخصوصا البازيدية Hymenomycetes وعدت طريقته في تشخيص الفطريات اللحمية على اساس الصفات الحقلية المهمة واستمرت لأكثر من 100 عام .

أستمرت الدراسات المجهرية بتشخيص مختلف أنواع الفطريات العائدة الى الاصداء والتفحمات والفطريات العائدة الى رتبة Moniliales التي تعود الى الفطريات الناقصة . فقد ضم العالم كوردا (1849- 1809)Corda في كتابه Icon's fungorumالمؤلف من 6 أجزاء تفاصيل مهمه عن تصنيف الفطريات اللحمية والمجهرية. اما العالم أنطوان دي باري (1888- 1831) Anton Debary الذي يعد هذا العالم مؤسس علم الفطريات الحديث فقد قام باعمال بارزة في مجال علم الفطريات منها :

1- أكتشاف دورات الحياة للعديد من الفطريات مثل فطريات الاصداء والتفحمات

2- قام بدراسة عائلة Prenosporaceae المسببة لمرض البياض الزغبي

3- درس فسلجة الفطر Sclerotinia

4- أثبت ان الفطر Phytophthora infestans يسبب مرض اللفحة المتاخرة على البطاطا

اما العالم Oscar Brefed (1888- 1831) فقد قام بدراسة الفطريات من خلال تنميتها في مزارع نقية وتحت ظروف بيئية نقية ونشر أبحاثه في 15 جزء . اما العالم الايطالي سيكاردو Saccardo 1845 -1920 فقد قام بجمع الدراسات المختلفة في الفطريات ووضعها في 25 مجلد سميت Saccardo Syllogue Fungorum ويعد هذا العالم من مشاهير علم تصنيف الفطريات فنظامه التصنيفي للفطريات المبني على مجاميع الابواغ (اللون وتقسيم البوغ والشكل وغيرها على اساس الصفات المظهرية) شائع من عام 1880 ولحد الان .. وقد تطور علم الفطريات في القرن العشرين والحادي والعشرون نتيجة تطور العلوم الاخرى كعلم الخلية والوراثة والكيمياء الحياتية والفسلجة والبايولوجيا الجزيئية واصبحت الان تدخل في انتاج الهرمونات والمضادات الحياتية والادوية والاغذية والكحولات .....الخ .

الاهمية الاقتصادية والبيئية للفطريات

تعتبر الفطريات جزء مهم من الحياة لانها تدخل في السلسلة الغذائية للكائنات الحية باعتبارها احياء محللة Decomposers ولاجل توضيح اهمية الفطريات لابد من القاء الضوء على منافع واضرار الفطريات بشكل علم والتي يمكن تلخيص اهم فوائد الفطريات بالنقاط التالية :-

1. تعمل الفطريات على تحويل المواد العضوية النباتية والحيوانية الى مركبات بسيطة التركيب تدخل ضمن السلسلة الغذائية لتستفيد منها الاحياء الاخرى من خلال قدرتها على إنتاج مدى واسع من الانزيمات التي تعمل على هضم المواد العضوية وتحويلها الى مواد ابسط .
2. بعض الفطريات تكون ذات قيمة غذائية للإنسان لاحتوائها على نسبة عالية من البروتينات والعناصر الغذائية كفطر الكماء والفطر الزراعي اذ تشكل نسبة البروتينات في فطر عش الغراب حوالي 3-4 % من الوزن الرطب للفطر .
3. تستخدم الفطريات في انتاج بعض المضادات الحياتية كالبنسلين الذي يستخدم في علاج الامراض البكتيرية . كان سابقا يستخدم مسحوق فطريات الكرات النافثة العملاقة مع الثوم كعلاج شعبي فعال لوقف النزيف الدموي

ومنع تلوث الجروح بالجراثيم المسببة للتقيح وقد استخدمت فطريات الكرات النافثة أيضا في الحرب العالمية الأولى لتضميد الجروح عند نقص الضمادات الطبية , هناك بعض الاشنات (تمثل الاشنة علاقة تعايشية بين بعض الفطريات والطحالب) التي كانت تستخدم قديما ولا زالت تستخدم حاليا في علاج بعض الحالات المرضية مثل اشنة الكلب dog lichen التي تستخدم في علاج الجروح السطحية الناتجة عن عض الكلاب المسعورة وكذلك اشنة حشيشة الرئة lung wort التي يشبه شكلها رئة الانسان لها استخدامات علاجية في بعض امراض الرئة . وقد بينت العديد من الدراسات الجديثة دور واهمية الفطريات في علاج العديد من الامراض منها (خفض الالام العصبية , علاج الخمول العصبي , التهاب القصبات المزمن , زيادة مقاومة الجسم لارتفاع حرارته عند الإصابة بالرشح , معالجة التهاب الكبد الفيروسي و العديد من الامراض الأخرى).

4. تستخدم بعض الفطريات في الصناعات الغذائية كصناعة الاجبان والمعجنات والخمور كالفطر *Penicillium* الذي يدخل في صناعة الاجبان والفطر *Saccharomyces* spp وذلك لما لها دور في عملية التخمر ويدخل في صناعة المعجنات والخمور وذلك بسبب قدرتها على المعيشة اللاهوائية .
5. تلعب دور مهم في انتاج بعض منظمات النمو الشبيه بالهرمونات النباتية كالاوكسينات الذي له دور مباشر في تحسين النمو الخضري والجذري للنبات والجبرلينات التي لها اهمية في تعجيل عملية التزهير وزيادة عدد العقد الزهرية وبالتالية زيادة الثمار ومن الفطريات التي وجد ان لها القدر على انتاج مثل هذه المركبات الفطر *Trichoderma* spp .
6. بعض الفطريات تكون نوع من العلاقات التعايشية مع جذور العديد من النباتات ويطلق على هذا النوع من العلاقات باسم علاقة جذر- فطر Mycorrhiza وقد استغلت هذه الخاصية في تحسين نمو النبات لا سيما في الترب الفقيرة بالعناصر الغذائية . كيف يتم ذلك ؟
7. تعتبر بعض الفطريات افضل بديل عن استخدام الاسمدة والمبيدات الكيميائية وتسمى بتقنية التسميد الحيوي Biofertilizer التي تعرف على انها تقنية استخدام الفطريات كبديل للتسميد الكيميائي

س/ وضح دور الفطريات كعامل مهم للتسميد الحيوي وما الفرق بين الأسمدة الكيميائية والاسمدة الحيوية الفطرية ؟

اما تقنية السيطرة الاحيائية Biocontrol تعرف على انها استخدام كائن حي (فطر) في الحد من نمو وامراضية وانتشار كائن حي اخر (الممرض) .

س/ ماهي اهمية كل من التقنيتين ؟ وماهي صفات الفطر الذي يجب ان يستخدم كمبيد حيوي ؟

فيما يخص اضرار الفطريات يمكن تلخيصها بما يلي :-

1. تسبب الفطريات تلفا للمحاصيل الغذائية المخزونة عند توفر الظروف البيئية المناسبة لنموها وقد يصل الفقد الى 10% .
2. تسبب العديد من الفطريات خسائر اقتصادية كبيرة في مجال الزراعة لكونها تسبب العديد من الامراض للنبات لا سيما النباتات الاقتصادية كالحنطة والشعير والرز وغيرها اذ تشكل الامراض الفطرية نسبة 75% من الامراض التي تصيب النبات.
3. العديد من الفطريات تنتج السموم التي تؤثر سلبا في صحة الانسان والحيوان مثل سموم الافلاتوكسين الذي ينتج من قبل بعض انواع الفطر *Aspergillus* والاوكراتوكسين والسترنين والباجولين التي تنتج من قبل الفطر *Penicillium* فضلا عن انواع اخرى من السموم , كما ان بعض الفطريات تسبب امراضا مختلفة للانسان والحيوان .

المحاضرة الثانية

المميزات العامة للفطريات

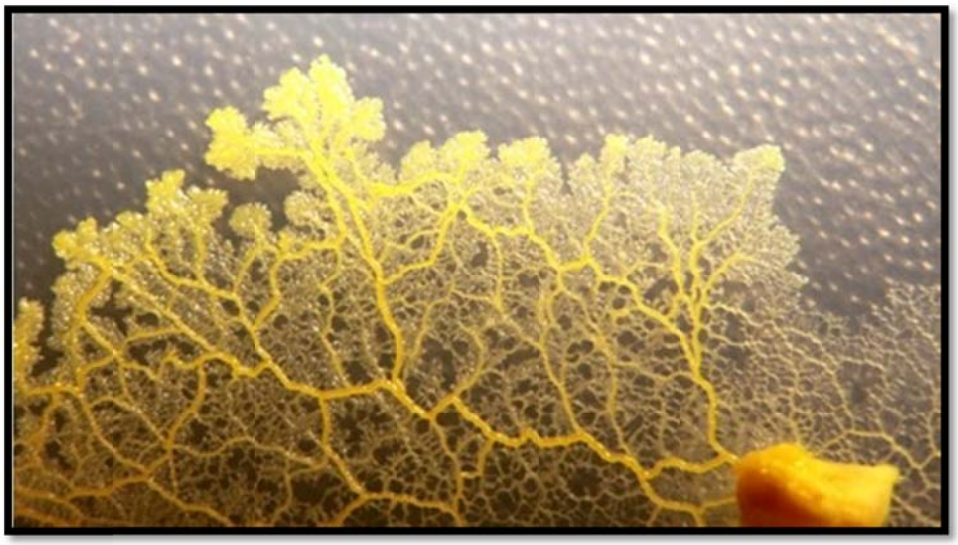
تعتبر الصفات العامة للفطريات ذات اهمية كبيرة لانها تعد البوابة لعملية تصنيف الفطريات وتتلخص هذه الصفات بالشكل او المظهر الخارجي , طبيعة التغذية , مكونات الجدار الخلوي , عدد الانوية , طرق التكاثر واخيرا التوزيع او الانتشار وغيرها .

المظهر الخارجي (الشكل) Thallus Morphology

يكون جسم الفطر بشكل ثالوس Thallus ويمكن تعريف الثالوس على انه جسم او مجموعة من الخلايا غير متمايزة الى ساق , اوراق , جذور وفاقدة للانسجة الوعائية وعلى هذا الاساس يمكن ان يكون جسم الفطر على عدة اشكال وهي :-

* **احادية الخلية Unicrllular** :- كما في الفطريات الواطئة كالفطريات الكتريدية Chytrids اذ ان الفطر الذي يكون بشكل خلية واحدة تمثل كل من الطور الخضري Vegetative stage و تتحول لاحقا الى خلايا تكاثرية جنسية او لاجنسية اي تتحول الى الطور التكاثري Reproductive stage ان الفطريات التي يتحول جسمها باكمله الى تراكيب تكاثرية تعرف باسم الفطريات كلية الاثمار Holocarpic fungus ولا يمكن ان يتواجد كلا الطورين في ان واحد في مثل هذا النوع من الفطريات .

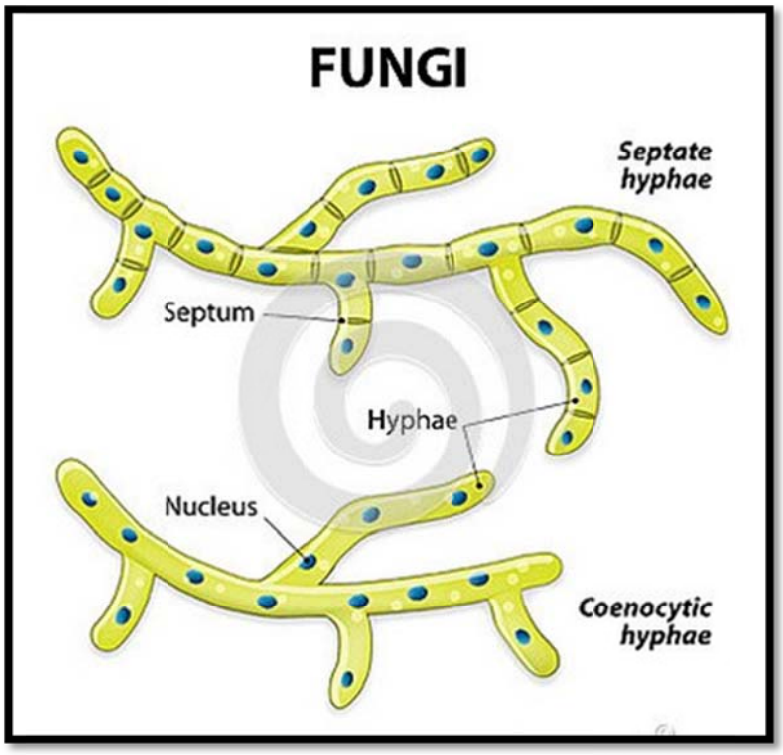
* **بلازموديوم Plasmodium** :- كما في الفطريات الهلامية اذ يكون جسم الفطر بشكل كتلة بروتوبلازمية عديدة الانوية عديمة الجدار الخلوي كما في الصورة ادناه .



*** ثالوس خيطي Filamentous thallus :-** يتكون نتيجة لنمو البوغ Spore تركيب انبوبي دقيق مجوف يعرف باسم الخيط الفطري او الهايفا Hypha وتعتبر الخيوط الفطرية من اكثر الاشكال شيوعا في الفطريات اذ ان جسم الغالبية العظمى من الفطريات يتكون من الخيوط الفطرية وهذا النوع من الفطريات تكون تراكيب تكاثرية خاصة مع وجود التراكيب الخضرية لذا تعرف بانها حقيقية الاثمار Eucarpic . ان تجمع الخيوط الفطرية مع بعضها يشكل الجسم الخضري للفطر والي يعرف بالغزل الفطري Mycelium وان تشابك الخيوط مع بعضها يعطيها مظهر يشبه نسيج الخلايا النباتية يشبه الضفائر Plectenchyma والذي قد يكون مفكك Moven ويسمى عندها بالكاذب Pseudoparenchyma او يكون غير مفكك عندها يسمى Prosenchyma وتحت هذا النوع من الغزل الفطري تندرج اغلب الفطريات , وينمو الغزل الفطري على وسط النمو يمثل قوام الفطر Substratum ويكون الغزل الفطري هو المسؤول عن جميع العمليات الحيوية في الفطر والتي تضم الامتصاص والهضم والتغذية و التنفس و الإخراج والنمو وتكوين التراكيب التكاثرية . في بعض الاحيان يكون الخيط الفطري غير ملون ويصطبغ حسب وسط النمو الا انه في بعض الفطريات يكون الخيط الفطري ذي الوان مميزة حمراء , صفراء , سوداء , زرقاء و خضراء وغيرها وتتكون هذه الصبغات في منطقة جدار الخلية اي ان جدار الخلية هو الذي يظهر لون الخيط الفطري , ان نمو الخيط الفطري يكون من النوع القمي Apical growth . وقد يكون الخيط الفطري متفرع Branched او انه قد يكون غير متفرع non branched . بصورة عامة يقسم الخيط الفطري الى نوعين حسب وجود الحواجز او عدم وجودها وهي :-

a) **خيط فطري غير مقسم Aseptate hypha :-** وفي هذا النوع لا يكون الخيط الفطري مقسم بحواجز Spetate بل تكون بشكل مدمج خلوي Coenocytic اذ يكون الخيط الفطري عديد الانوية ولكن نجد انه في بعض الاحيان يكون الخيط الفطري المدمج خلويا بعض الحواجز في بعض الاماكن وذلك يكون لعدة اسباب منها عندما يبدا الفطر بتكوين التراكيب التكاثرية , وعندما يقوم بعزل المناطق التي تعرضت للضرر وهذا النوع من الحواجز تكون فاقدة للثقوب .

b) **خيط فطري مقسم Spetate hypha :-** وهذا النوع من الخيوط الفطرية يكون فيها الخيط مقسم بحواجز , يقسم الحاجز Spetate الخيط الفطري الى مجموعة من القطع Segments التي تمثل خلايا والتي قد تكون احادية او ثنائية او متعددة الانوية وتكون هذه الحواجز ذات موقع عرضي ونادرا ما تكون مائلة او طولية . ان وجود الحواجز في الخيط الفطري يوفر دعامة ميكانيكية للخيط الفطري كما ان الفصل بين خلايا الخيط الفطري بواسطة الحواجز لا يكون كاملا لوجود الثقوب فيها مما يسمح بعملية مرور المواد والعناصر الغذائية وانتقالها .

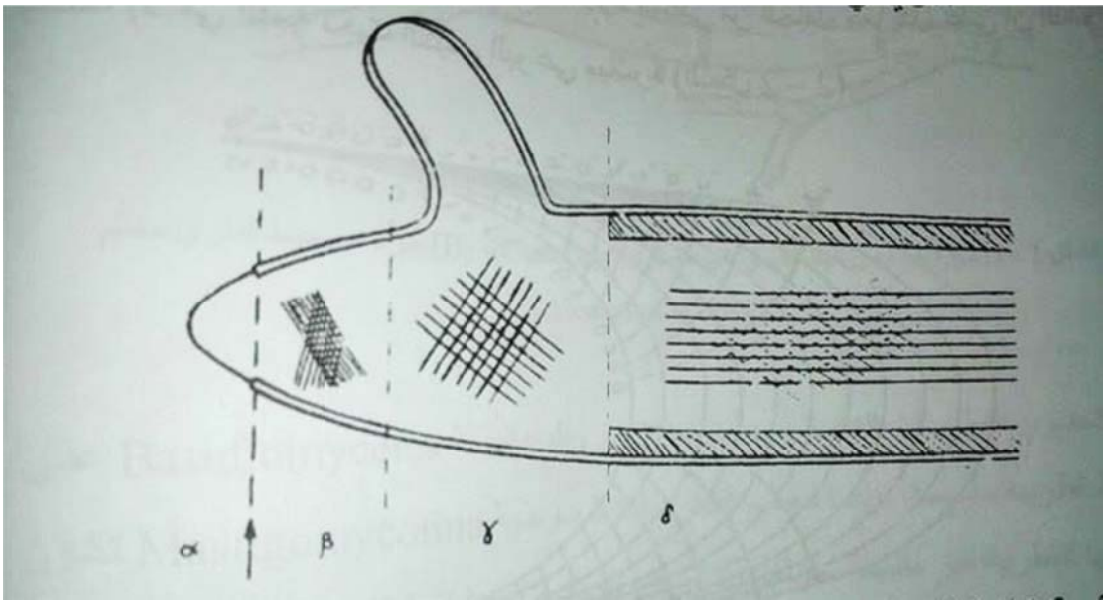


شكل يوضح الخيط الفطري المقسم والخيط الفطري غير المقسم (مدمج خلوي)

نمو الخيوط الفطرية Growth of hyphae

تختلف الخيوط الفطرية في سرعة نموها اذ تتراوح بين 0.1 – 6 ملم /ساعة وتتوقف سرعة النمو على سرعة وصول المواد الغذائية الى قمة الخيط اذ ان النمو للخيط الفطري يبدأ من القمة ويبلغ طول هذه المنطقة الفعالة التي تقع في قمة الخيط 100 مايكرون وتصل المواد الغذائية اليها من الجزء القديم للخيط الفطري وتوجد فجوة كبيرة تفصل المنطقة الفعالة في القمة عن الجزء القديم من الخيط ويمكن تقسيم هذه المنطقة القمية حسب وظيفتها الى اربع مناطق هي :

1- المنطقة الفا α : وهي المنطقة الطرفية من الخيط وتكون خالية من الجسيمات النشطة
2- المنطقة بيتا β : وهي اكثر المناطق فعالية ونشاطا حيث يتم فيها تصنيع المواد
3- المنطقة كاما γ : وهي منطقة واسعة نسبيا ويبدأ فيها تفرع الخيط الفطري
4- المنطقة دلتا δ : يجري في هذه المنطقة تصنيع مواد الجدار الخلوي



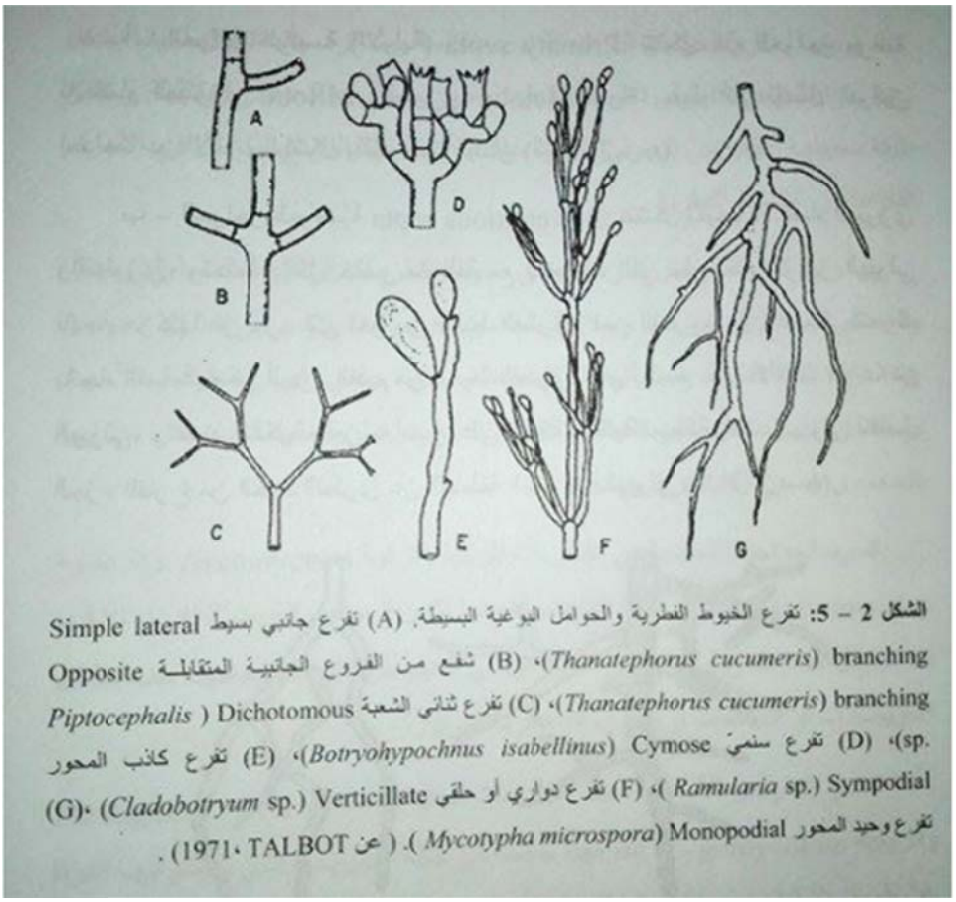
شكل يوضح تقسيم قمة الخيط الفطري حسب الوظيفة

تتميز المنطقة القمية للخيط بكونها ذات جدران خلوية رقيقة تصبح اكثر صلابة كلما ابتعدنا عن القمة , ليس بالضرورة ان يكون الخيط الفطري انبوبي او اسطواني الشكل دائما ففي الفراغات بين جزيئات التربة يتسع الخيط ليملأ الفراغ او انها تضيق لتستطيع المرور خلال الأماكن الضيقة وبالتالي تصبح غير منتظمة في قطرها ولكن هذا العدم الانتظام يستمر فقط لمسافات قصيرة وهذا ما يمكن ملاحظته أيضا عندما تخترق قمم الخيوط الفطرية الخلايا النباتية فان هذه المنطقة تتضيق ويستدق شكلها لتشكل ما يعرف بدبوس الاختراق penetration peg .

تفرع الخيوط الفطرية Branching of hyphae

اشرنا سابقا ان التفرع يبدأ من المنطقة كاما في القمة وتختلف طريقة تفرع الخيط الفطري تبعا لنوع الفطر فيكون :

- قد يكون التفرع الخيط مفرد ويقع على جانب واحد من الخيط الفطري وتعد هذه الحالة الأكثر شيوعا بين الفطريات .
- قد يكون التفرع جانبي وعلى جانبي الخيط بشكل متقابل opposite
- قد يكون التفرع حلقي اذ يمكن ان يخرج ثلاثة او اكثر من الفروع الجانبية التي تترتب بشكل حلقي verticillate
- يمكن ان يكون التفرع ثنائي الشعبة dichotomous ويحدث من القمة مباشرتا اذ ان قمة الخيط الرئيسي تتوقف عن الاستطالة وتتشعب الى فرعين متماثلين لتتابع بعد ذلك قمم هذه الفروع النمو



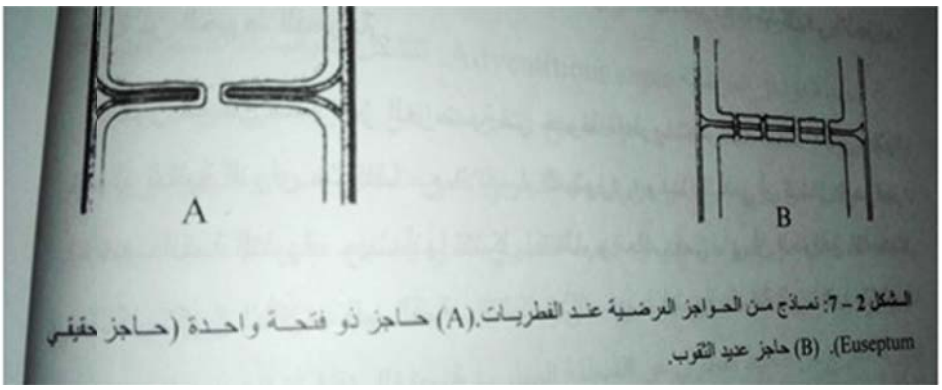
الشكل 2 – 5: تفرع الخيوط الفطرية والحوامل البوغية البسيطة. (A) تفرع جانبي بسيط Simple lateral branching (*Thanatephorus cucumeris*)، (B) شفع من الفروع الجانبية المتقابلة Opposite branching (*Thanatephorus cucumeris*)، (C) تفرع ثنائي الشعبة Dichotomous (*Piptocephalis* sp.)، (D) تفرع سنميّ Cymose (*Botryohypochnus isabellinus*)، (E) تفرع كاذب المحور Sympodial (*Ramularia* sp.)، (F) تفرع دواري أو حلقي Verticillate (*Cladobotryum* sp.)، (G) تفرع وحيد المحور Monopodial (*Mycotypha microspora*). (عن TALBOT، 1971).

شكل يوضح تفرع الخيوط الفطرية والحوامل البوغية

وعلى هذا الأساس يمكن تميز نمطين من التفرعات هي : تفرع كاذب المحور Sympodial branching وفي هذه الحالة لا يلاحظ وجود محور رئيسي للتفرعات اذ يتوقف النمو في قمم التفرعات ويستمر النمو في الفروع الجانبية الحديثة المتشكلة تحت القمة , اما النمط الثاني فهو ما يعرف بالتفرع وحيد المحور Monopodial branching وهو الأكثر شيوعا وفي هذا النمط لا تتوقف قمة الخيط الرئيسي عن النمو وتكون اكثر نشاطا من الفروع الجانبية المتشكلة تحتها . تمتاز الافرع بامتلاكها لنفس صفات الخيط الفطري الذي نشأت منه كما بإمكانها إعطاء فروع ثانوية أخرى وهكذا ووجود مثل هذه التفرعات الثانوية الى زيادة كثافة الغزل الفطري .

تشكل الحواجز في الخيوط الفطرية

تبدا الحواجز في التكون عند النمو القمي وتكون الخلية الجديدة ويتكون الحاجز بشكل حلقة داخلية انبوبية تبدا بالنمو الى الداخل باتجاه الجهة الاخرى حيث تبدا اقطار الثقوب بالاختزال مع الزيادة العرضية للحاجز ليكون في النهاية جدار عرضي او حاجز Septum , الا انه تبقى بعض الثقوب الصغيرة موجودة داخل هذا الحاجز مما يسمح باستمرار مرور السايتوبلازم من خلية الى اخرى وتكون الثقوب في بعض الفطريات اكثر تعقيدا كما في الفطريات البازيدية اذ تكون حافة الثقب منتفخة Swollen rim والتي تعطي للثقب مظهر يشبه الكاس وتسمى هذه الثقوب باسم Dolipore .



الشكل 2 – 7: نماذج من الحواجز العرضية عند الفطريات.(A) حاجز ذو فتحة واحدة (حاجز حقيقي Eusceptum). (B) حاجز عديد الثقوب.

شكل يوضح الفتحات التي توجد في الحواجز

ويمكن تقسيم الحواجز الى نوعين : حواجز أولية primary septa وهي تتشكل عند الانقسام الاختزالي او الاعتيادي للنواة اذ تقوم هذه الحواجز بنفصل الانوية المنقسمة بعضها عن بعض لتكون بذلك خليتان بنويتان .

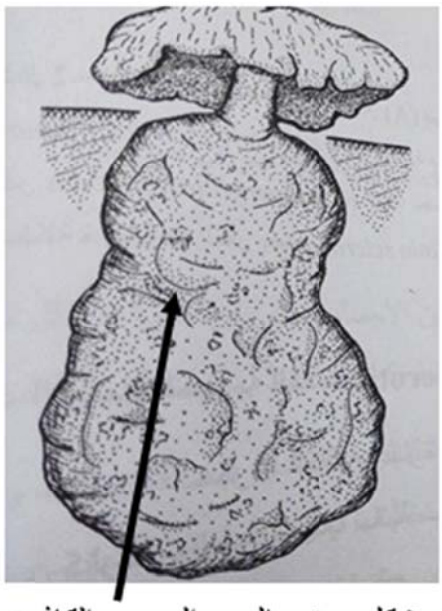
اما النوع الثاني من الحواجز فهو ما يعرف بالحواجز العرضية adventitious speta وهي تتشكل عند حصول تغيرات تطرا على تركيز السايتوبلازم نتيجة لحركته من جزء الى اخر في الخيط الفطري اذ ان من المعروف ان اتجاه

حركة السايتوبلازم يكون باتجاه قمة الخيط مما يولد مناطق خالية منه لذلك تتشكل حواجز تفصل هذه المناطق الخالية من السايتوبلازم عن المنطقة المملوءة به . وتعتبر صفة تكون الحواجز او الخيوط المقسمة من الصفات التطورية اذ ان الحواجز لا توجد في الفطريات الواطئة

التراكيب التي يكونها الغزل الفطري

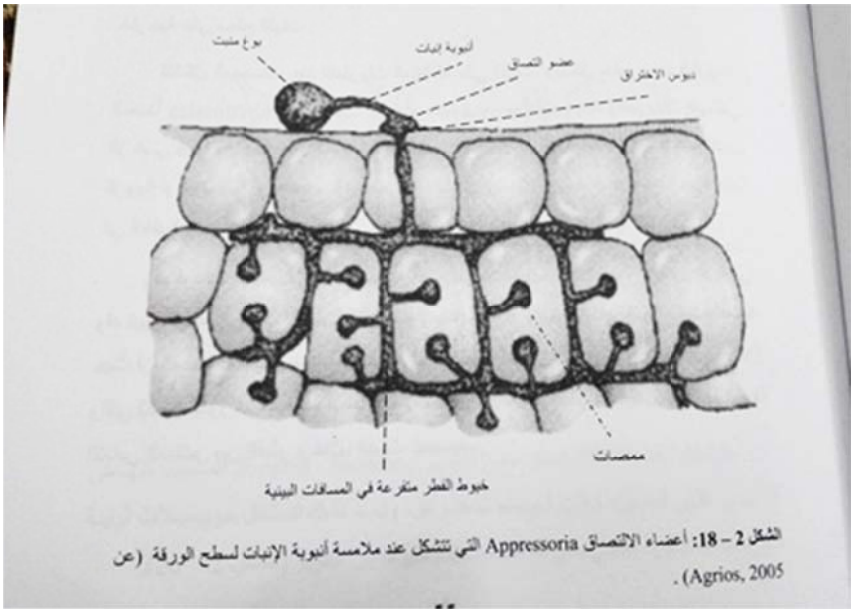
يكون الغزل الفطري بعض التراكيب الجسدية والتي تتضمن :-

1. **الحشية الثمرية Stroma :-** وهي عبارة عن نسيج حشوي يشبه الوسادة يوجد بداخلها وعلى سطحه الاجسام الثمرية وهو يتكون نتيجة لتشابك وتراص الخيوط الفطرية وتتكون عادتا تحت او على سطح العائل وقد تكون ذات قشور منتظمة او اجسام كروية او بيضوية مختلفة الابعاد والألوان ..
2. **الجسم الحجري Sclerotium :-** عبارة عن نسيج متصلب صخري يمثل طورا تكاثريا ساكنا له القدرة على الانبات وتكوين فطر جديد عند زوال الظروف غير الملائمة وتتكون نتيجة لتجمع الخيوط الفطرية وتشابكها بشكل متراص بشدة ليصبح بشكل كتلة خيطية مختلفة الاشكال والاحجام تنفصل عن الوسط الذي تتكون عليه وتصبح مستقلة تماما وتكون الاجسام الحجرية ذات قوام صلب ولون داكن وغالبا ما تكون سوداء ويتراوح حجم الاجسام الحجرية من 100 مايكرون الى 2 سم في بعض الفطريات وبعض الأنواع تشكل حالة نادرة اذ انها تكون اجساما حجرية يصل وزنها الى عدة كيلوغرامات وباقطار تصل الى 25 سم او اكثر .
3. **الجسم الحجري الكاذب pseudosclerotium :** وتتكون نتيجة للالتفاف الخيط الفطري حول مواد أخرى كالرمل او الطين او البقايا النباتية وغيرها لذا فهي تختلف عن الاجسام الحجرية بكونها غير مؤلفة بشكل نقي من الخيوط الفطرية , يصل أحيانا حجم هذه الاجسام الى 10 سم او اكثر .

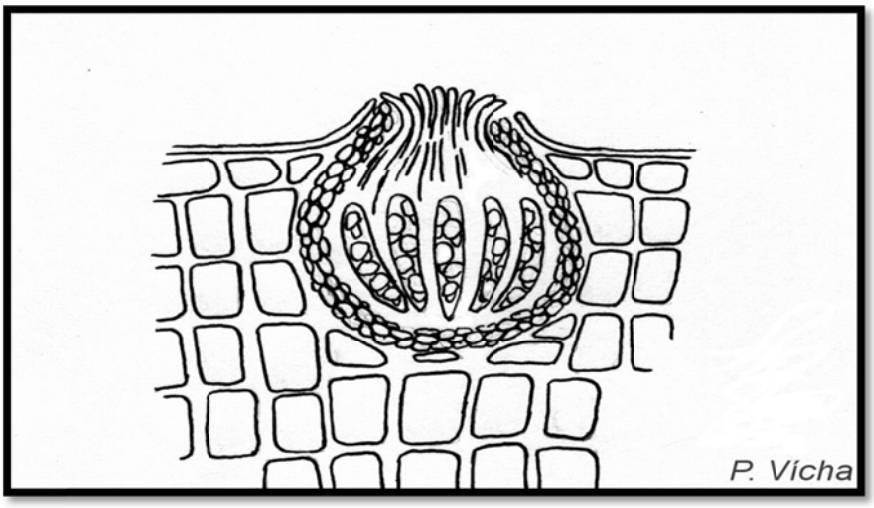


شكل يوضح الجسم الحجري الكاذب

4. **الحامل البوغي Sporophore :-** وهو عبارة عن تركيب يحمل على سطحه حوافظ الحوامل البوغية .
5. **اشباه الجذور Rhizoids :-** هي تفرعات خيطية تشبه جذور النباتات من حيث الوظيفة فهي تقوم بعملية تثبيت الفطر على الوسط الغذائي وكذلك الامتصاص ونقل المواد الغذائية وتنشأ من قاعدة الحامل البوغي او الغزل الفطري .
6. **الجدائل الفطرية Rhizomorphs :-** وتتكون نتيجة لتجمع الخيوط الفطرية مع بعضها لتكون تركيب حبلي يشبه الظفيرة تسهم هذه التراكيب بنشر الفطر الى مسافات بعيدة عن منشأه وتوسيع دائرة انتشاره وتتصف هذه الجدائل بكونها تنمو تحت سطح الارضا تحت الأشجار وتكون مسطحة وسوداء اللون مائلة للاسمر المحمر وتكون سميكة تصل أحيانا الى 5 ملم وتتكون هذه التراكيب من طبقة خارجية سميكة ومنطقة داخلية بيضاء اللون .
7. **أعضاء الالتصاق Appressoria :** هي عبارة عن انتفاخات مفلطحة بسيطة او مفصصة تتشكل عند التصاق انابيب الانبات على بسطح صلب او بقشرة أوراق النبات وتكون أحيانا محاطة بمادة لزجة تعزز عملية الالتصاق وتساعد هذه الأعضاء على تثبيت الفطر على سطح العائل او السطوح الصلبة الأخرى التي ينمو عليها



الشكل 2 – 18: أعضاء الالتصاق Appressoria التي تتشكل عند ملامسة أنبوبة الإنبات لسطح الورقة (عن Agrios, 2005).



شكل يوضح الحشية الثمرية

الجدار الخلوي The cell wall

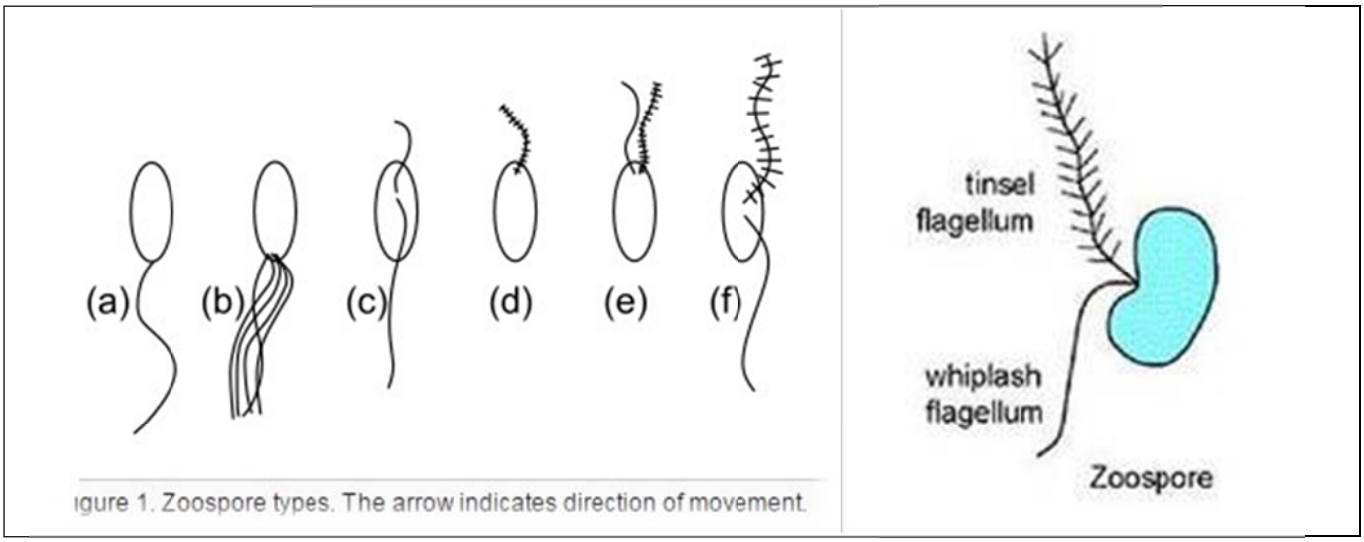
يختلف تركيب الجدار الخلوي باختلاف المجاميع الفطرية وحتى يختلف بين الانواع التي تعود الى نفس الجنس ولكن بشكل عام يفتقد الجدار الخلوي في الفطريات للسليلوز lake of cellulose ويتألف بشكل اساسي من الكايتين Chitin وهو لا يشبه تركيبيا الكايتين الذي يوجد في الحشرات . وتكون الصيغة الكيميائية للكايتين بشكل $(C_{22}H_{54}N_4O_{21})_N$ واظهرت دراسة الجدار الخلوي تحت المجهر الالكتروني انه يتالف من عدة طبقات من الليفات والتي

تترتب بشكل موازي لسطح الجدار الخلوي بالاضافة الى هذه الليبفات الكايتينية توجد بعض المواد الغير ليفية non fibrillar material والتي تتالف بشكل اساسي من السكريات المتعددة , وبعض البروتينات والاحماض الدهنية . الا ان وجود الكايتين كمكون اساسي للجدار الخلوي لا يمنع من وجود السلسلوز في بعض المجاميع الفطرية بالاضافة الى مركبات اخرى كالكلوكان والكيتوسان والبكتين .

الاسواط في الفطريات Flagella in fungus

تعتبر الاسواط من الصفات التصنيفية المهمة لما فيها من تنوع واسع الا ان وجود الاسواط يقتصر على الفطريات المائية والفطريات التي تعيش في البيئات الرطبة اما بالنسبة للفطريات الراقية كالفطريات الكيسية والبازيدية والناقصة تكون فاقدة للاسواط . وبالنسبة للناحية التركيبة للسوط فهو يتكون من منطقة مركزية عبارة عن خيط عمودي يسمى Axial filament والذي يمثل المحور Axoneme والذي يتألف من أنبوبين ويتمحور حول المحور غلاف ثنائي الطبقة وفي المقطع العرضي للسوط يتألف من تسعة الياف او انابيب . وتكون الاسواط باشكال مختلفة وهي :-

a) **السوط الاملس Whiplash flagellum :-** وهذا النوع من الاسواط يكون سطحه املس الا ان نهاية السوط قد تكون حاوية على قطعة طرفية تشبه الشوكة او قد تكون ذات طرف حاد
b) **السوط الريشي Tinsel flagellum :-** ويكون حاوي على شعيرات على جانبي السوط مما يعطيه مظهر يشبه الريش



شكل يوضح التنوع في اشكال ومواقع الاسواط على الابواغ

التكاثر Reproduction

يكون التكاثر في الفطريات على ثلاث انواع وهي التكاثر الخضري والتكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي وكما سنوضح ادناه :-

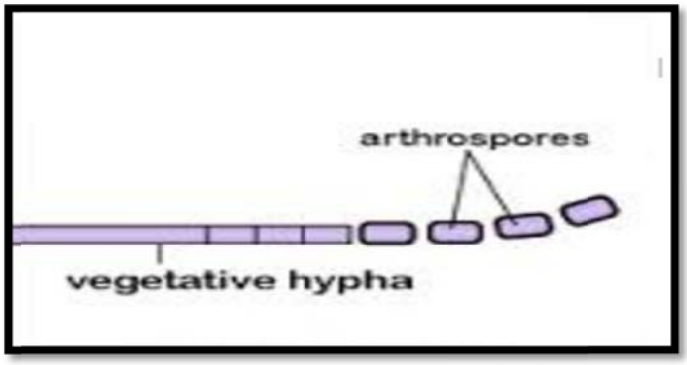
1- التكاثر الخضري Vegetative reproduction

ويتضمن الانواع التالية :-

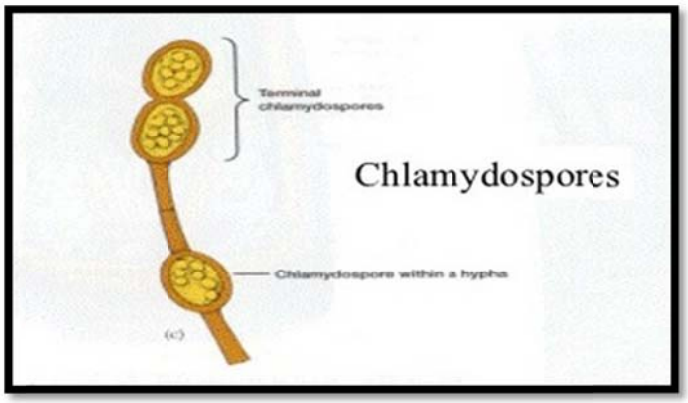
a. التجزء Fragmentation

ويحدث

هذا النوع من التكاثر الخضري في الفطريات الخيطية اذا يتجزأ الخيط الفطري الى اجزاء ولكل جزء القابلية على النمو وتكوين خيط فطري جديد وقد يحدث التجزء بسبب عوامل خارجية اما عندما يلجا الفطر الى التجزء ذاتيا فيقوم بفصل خلايا متكاملة عن الغزل الفطري تسمى هذا الخلايا oidium او البوغ المفصلي arthrospore وفي حالات اخرى يقوم الفطر باحاطة الخلايا قبل انفصالها بغلاف سميك وفي هذه الحالة تسمى الخلايا المنفصلة بالابواغ الكلاميدية chlamydospore وتتميز الفطريات المنتجة للبوغ الكلاميدية بقدرتها على البقاء في التربة لعدة سنوات .



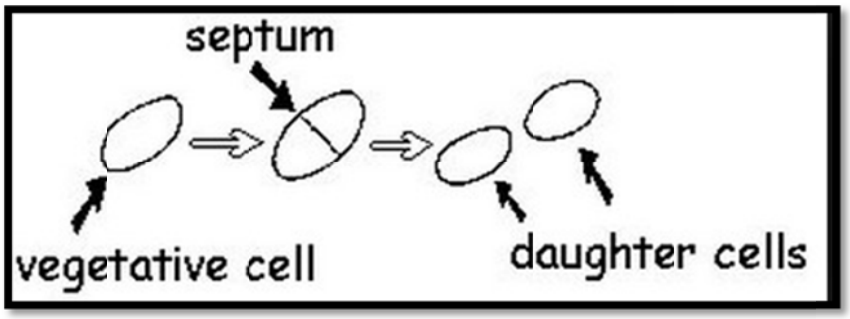
شكل يوضح التجزء وتكون arthrospores



شكل يوضح التجزء وتكون chlamydospore

b. الانشطار Fission

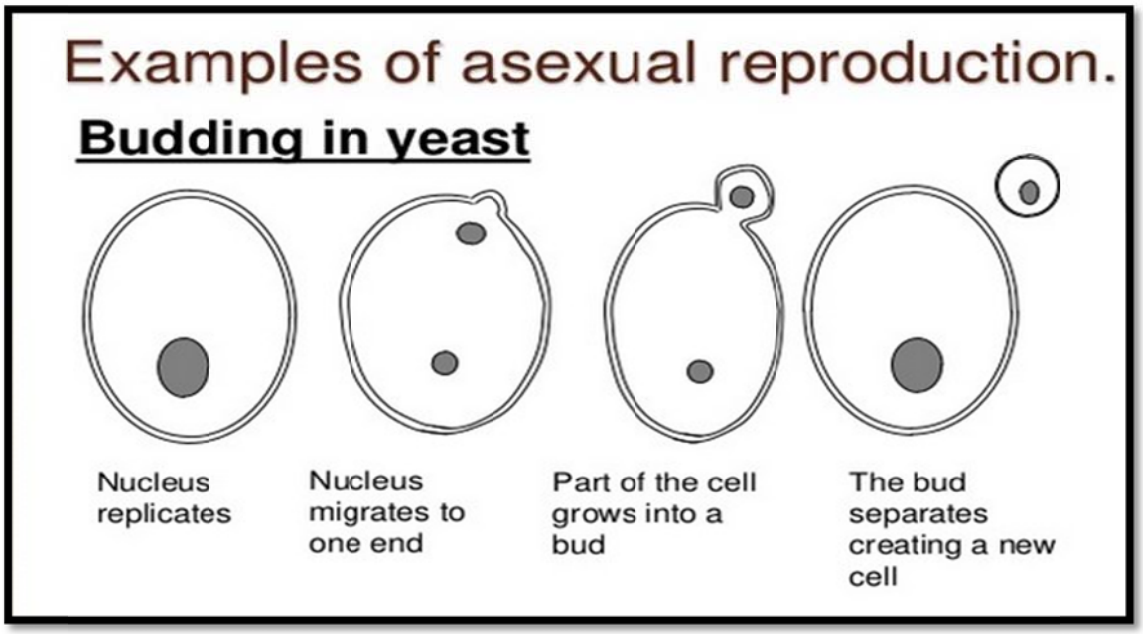
يمكن ملاحظة هذا النوع من التكاثر الخضري في الفطريات احادية الخلية كالخمائر اذ تنقسم الخلية الامية الى خليتين بنويتين جديدتين من خلال تكون تخصر في وسط الخلية الامية يبدا من الخارج ويمتد التخصر الى داخل الخلية الى ان يفصل الخلية الى خليتين جديدتين من خلال تكون جدار فاصل بينهما .



شكل يوضح الانشطار في الفطريات احادية الخلية

c. التبرعم Budding

ايضا هذا النوع من التكاثر يوج في الفطريات احادية الخلية اذ تبرز قطعة من البروتوبلازم من خلال ثقب في جدار الخلية الامية مكونا برعما وفي نفس الوقت تبدأ نواة الخلية الامية بالانقسام وتبقى احدى النواتين داخل الخلية الامية بينما تنتقل النواة الاخرى الى الخلية البرعمية الجديدة .



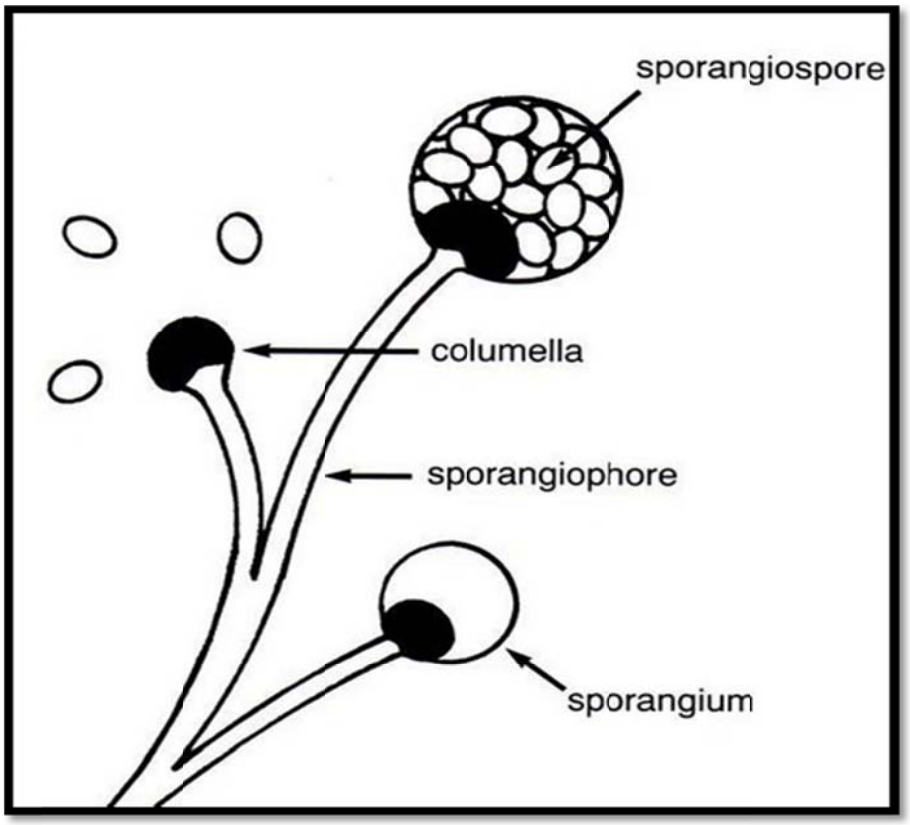
شكل يوضح التبرعم في الفطريات احادية الخلية

2- التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

تنتج الفطريات عدد كبير من الخلايا التكاثرية (ابواغ + كونيدات) التي تختلف فيما بينها من حيث اللون والحجم والشكل وكطريقة تكوينها وطريقة حملها وهي مهمة في عملية التصنيف وبشكل عام تقسم هذه الخلايا التكاثرية الى نوعين وهي :-

a. تكوين الابواغ الحافظية Sporangio spores formation

تنتج الابواغ بكميات وباعداد كبيرة وتتكون داخل علبة او حافظة تعرف بالحافظة البوغية Sporangium اذ ينتفخ الحامل البوغي Sporangiophora اما بشكل طرفي او بيني لتكون حافظة بوغية محاطة بغشاء رقيق تحتوي بداخلها على بروتوبلازم عديد الانوية فيتجزأ البروتوبلازم الى اجزاء وحيدة الانوية ليكون فيما بعد الابواغ الحافظية , وتكون هذه الابواغ اما متحركة فتسمى Zoospore او Planospore او تكون الابواغ غير متحركة فتسمى Aplanospore وتكون البواغ المتحركة اما ذات سوط واحد او ذات سوطين كذلك تختلف الابواغ في عدد الاسواط وموقعها ونوعها فهي قد تكون امامية او خلفية او جانبية الموقع وكذلك قد يكون السوط اما من النوع الاملس او الريشي.



شكل يوضح تكوين الابواغ الحافظية

تقسم الابواغ حسب نشاطها الحيوي الى مجموعتين أساسيتين هما :

1- الابواغ التكاثرية او ابواغ الانتشار : وتتميز بكونها تتكون باعداد كبيرة جدا تصل في بعض الأحيان الى 1 مليون بوغ / سم مربع , كما انها لها القدرة على الانبات والنمو السريع بعد تكونها مباشرتا واحيانا قبل تمام نضجها , تنبت هذه الابواغ بشكل مباشر لتعطي أنبوب انبات الذي ينمو ليكون الغزل الفطري , غالبية هذا النوع من الابواغ تكون أحادية المجموعة الكروموسومية الا في بعض الأنواع تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية .

2- الابواغ الساكنة : تكون صفات هذه الابواغ معاكسة لصفات ابواغ الانتشار اذ نجد انها تتكون باعداد او كميات قليلة وتكون صعبة الانتشار لا تنبت بشكل مباشر الى غزل فطري وانما تختلف طريقة الانبات باختلاف نوع البوغ الساكن , من اهم ما يميز هذه الابواغ انها تحتفظ بحيويتها لمدة طويلة قد تصل ال 8-9 سنوات بينما ابواغ الانتشار قد تفقد حيويتها بعد عدة ساعات من تكوينها وانتشارها .

العوامل المؤثرة في انبات الابواغ

هناك العديد من العوامل البيئية المؤثرة في انبات الابواغ وتكوينها لانبوب الانبات Germ tube ومن هذه العوامل :

الرطوبة : وتعتمد حسب معيشة الفطر اذ ان الفطريات المائية تحتاج الى تماس ابواغها بالماء بصورة مباشرة ليتم الانبات اما فطريات اليابسة فقد يمنع وجود الماء انبات ابواغها .

درجة الحرارة :لا تستطيع الابواغ الانبات عندما تكون درجة الحرارة غير مناسبة حتى وان توفرت الرطوبة الملائمة لانباتها

درجة الحموضة pH : تفضل غالبية الفطريات الأوساط الحامضية لحدوث الانبات

b. تكوين الكونيدات Conidia formation

والكونيدات تختلف عن الابواغ بعدم تكونها داخل حوافظ او علب اذ ان الكونيدات تكون معلقة او محمولة على حوامل كونيدية Conidiophora وتحمل الكونيدات بشكل سلاسل بعدة طرق وهي :-

- **الظفيرة الكونيدية Synnema**

وفيها تتحد الحوامل الكونيدية على هيئة عمود قائم غير محدد النمو ويكون موقع الكونيدات على جانبي الحامل وتبقى القمة خالية من الكونيدات

- **الوسادة الكونيدية Conidiodochium**

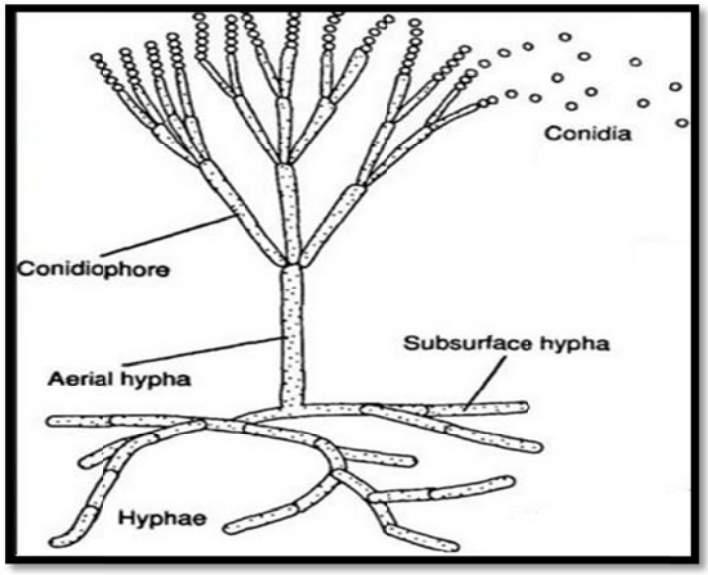
وتسمى ايضا بالوسادة البوغية Sporodochium وفيها تكون الحوامل الكونيدية على هيئة وسادة تتركب من قاعدة حشوية تنبثق منها الحوامل الكونيدية عموديا وتكون وثيقة الارتباط مع بعضها

- **الكويمة الكونيدية Acervulus**

وتتألف من حامل كونيدي مركب يمثل مجموعة من الحوامل الكونيدية القصيرة والتي تترتب بصورة عمودية على قاعدة حشوية

- **البكنيدة Pycnidium**

عبارة عن حوامل كونيدية توجد داخل تركيب كروي او قارووري محاط بنسيج بارنكيمي كاذب (مفكك) ومبطن من الداخل بحوامل كونيدية قصيرة وقد تكون البكنيدة مغلقة من الاعلى او مفتوحة .



شكل يوضح الكونيدات والحوامل الكونيدية

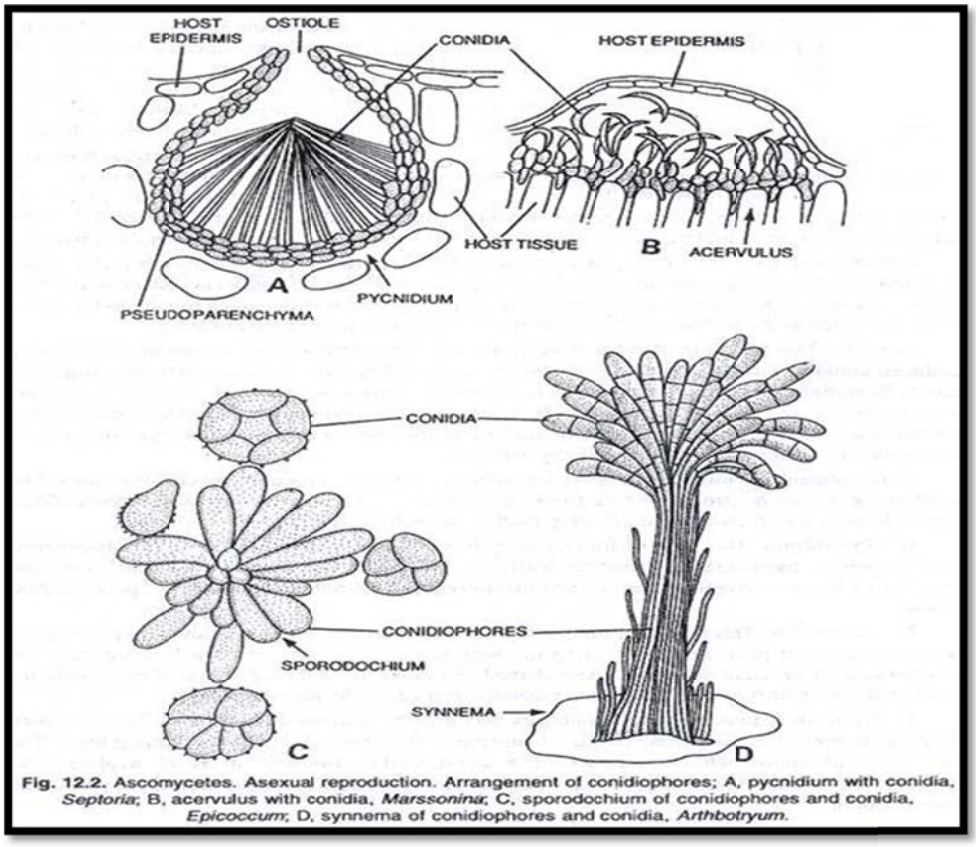


Fig. 12.2. Ascomycetes. Asexual reproduction. Arrangement of conidiophores; A, pycnidium with conidia, *Septoria*; B, acervulus with conidia, *Marssonina*; C, sporodochium of conidiophores and conidia, *Epicoccum*; D, synnema of conidiophores and conidia, *Arthbotryum*.

شكل يوضح الاشكال التي تكونها الحوامل الكونيدية والطرق التي تحمل بها الكونيدات على الحامل الكونيدي

3- التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يتضمن التكاثر الجنسي ثلاث مراحل أساسية تبدأ من اتحاد الامشاج الى تكوين البيضة المخصبة او اللاقحة وهذه المراحل هي :-

- الاندماج البلازمي Plasmogamy ويحدث الاندماج البلازمي بعد اتحاد الامشاج الاحادية المجموعة الكروموسومية
- الاندماج النووي Karyogamy ويحدث مباشرتا بعد حصول الاندماج البلازمي اذ تتحد الانوية لتكون نواة واحدة ثنائية المجموعة الكروموسومية .
- الانقسام الاختزالي Meiosis ويحدث لغرض تكوين الامشاج الاحادية المجموعة الكروموسومية .

تتكون الامشاج Gametes داخل حوافظ خاصة تسمى بالحوافظ المشيجية Gametangia والتي تكون اما حوافظ مشيجية متماثلة Isogametangia ولا يمكن تميز الحوافظ المشيجية الانثوية عن الحوافظ المشيجية الذكرية او تكون حوافظ مشيجية غير متماثلة Heterogametania وفيها تكون الحوافظ المشيجية الذكرية متميزة عن الحوافظ المشيجية الانثوية . ويحدث التكاثر الجنسي في الفطريات بعدة طرق هي :-

a) تزاوج الامشاج المتحركة Planogametic conjugation

ويحدث هذا النوع من التكاثر في الفطريات المائية لان الامشاج تكون من النوع السابح (متحركة) او قد يحدث في الانواع الطفيلية اذ يوفر العصير الخلوي للنباتات الوسط اللازم لتحرك الامشاج , وقد تكون الامشاج من النوع المتشابهه Isogamus او من النوع غير المتشابهه Anisogamus والتي تختلف في الحجم والشكل .

b) تلامس الحوافظ المشيجية Gametangial contact

وفي هذا النوع من التكاثر تتلاقى الحوافظ المشيجية وتنتقل الامشاج من الحافظة الذكرية الى الحافظة الانثوية عن طريق تكوين انبوب يسمى بانبوب الاخصاب Fertilization tube ويحدث هذا النوع من التكاثر في الفطريات غير المائية اذ ان الامشاج تكون من النوع غير المتحرك .

c) تزاوج الحوافظ المشيجية Gametangial conjugation

وفي هذه الحالة تلتقي الخيوط الحاوية على الحوافظ المشيجية ويتحلل الحاجز بين الحافظتين وينتج عن ذلك تكون البوغ اللاقحي Zygospore

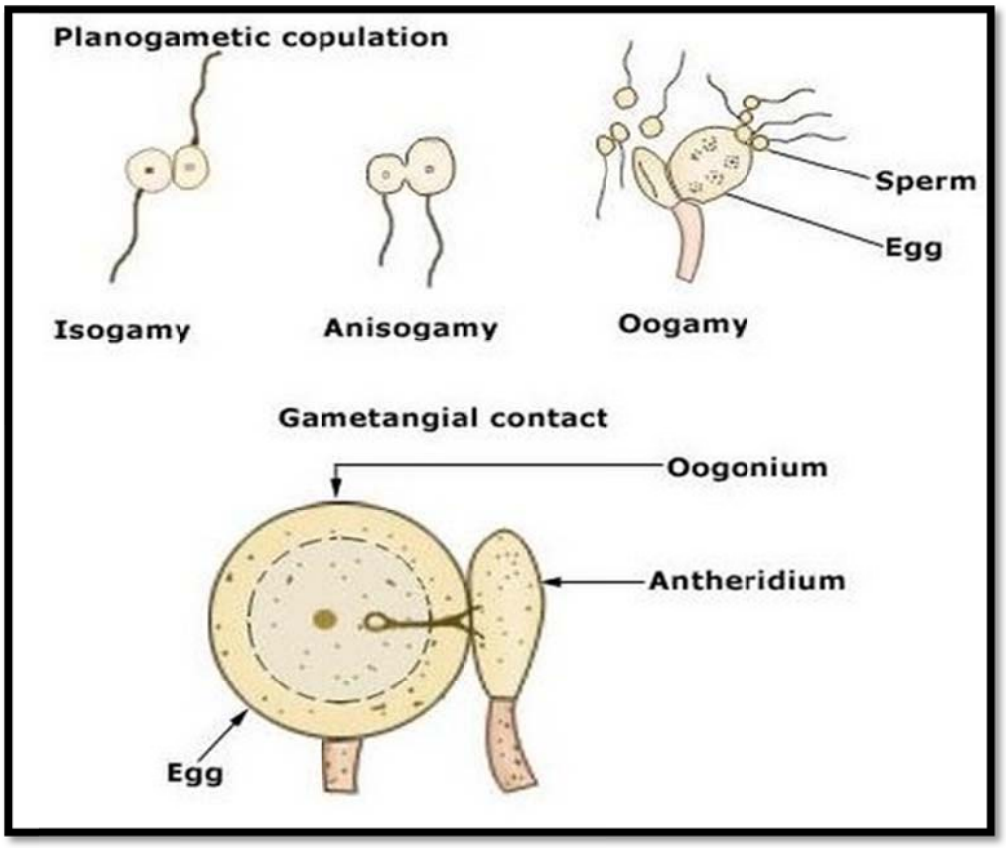
d) الاقتران البذيري Spermatization

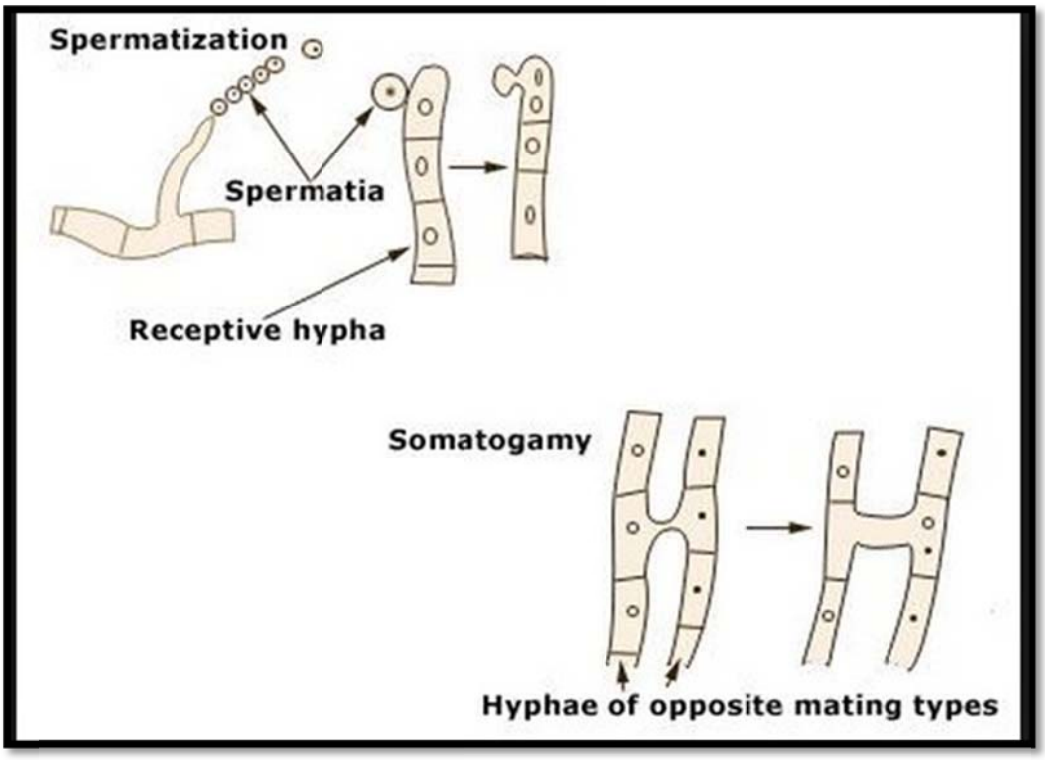
وفي هذا النوع من التكاثر تتولد خلايا صغيرة احادية المجموعة الكروموسومية تسمى بالبذيرات spermatia وتكون احادية النواة التي تنتقل عن طريق الماء او الرياح او الحشرات وتلتصق بجدار الحافظة المشيجية الانثوية التي تحتوي على خيط فطري مستقبل يسمى receptive hyphae وتنتقل البذيرات عن طريق خيط الاستقبال الى داخل الحافظة المشيجية الانثوية .

e) الاقتران الجسدي Somatogamy

ويحدث في الفطريات التي لا تحتوي على تراكيب تكاثرية متخصصة اذ يتشابك خيطان فطريان مع فعضهما وفي مكان التشابك تنتقل النوى والساسيتوبلازم وتتكون اللاقحة وهذا النوع من التكاثر ينعدم في الفطريات الواطئة

ويعتبر التكاثر الجنسي من نوع الاقتران البذيري والقتران الجسدي من الطرق المعقد والتي تحدث في الفطريات الراقية .





انتشار الفطريات Dispersion of fungi

تتحكم الصفات الشكلية للابواغ والكونيدات في اليات انتشارها ومن هذه الاليات :-

الانتشار بالرياح : وهي الالية الأكثر شيوعا بين الفطريات وتتميز الوحدات التكاثرية (الابواغ , الكونيدات) بكونها ذات شكل كروي او بيضوي وذات سطح خشن او مجعد وتنشأ على حوامل بوغية او كونيدية مرتفعة عن وسط النمو بيحث تصبح معرضة للتيارات الهوائية , كما تتصف هذه الوحدات التكاثرية بكونها كارة للماء وصعوبة تبللها .

الانتشار بالماء : وتشيع هذه الالية في الفطريات المائية التي تحتاج الى توفر الوسط المائي لتتمكن ابواغها من السباحة كذلك يمكن لمياه الري ان تنقل الابواغ الى مسافات محددة كما يلعب سقوط الامطار دورا في انتشار الابواغ عند اصطدامها بسطح التربة او النبات .

الانتشار بالبذور : اذ تنتشر الكثير من المسببات المرضية عن طريق البذار اذ ان البذور تلعب دورا هاما جدا في نقل المسببات المرضية وقد تنتقل بعض الفطريات بالبذور على شكل اجسام حجرية كما في فطريات التفحم

الانتشار بالحشرات والنواقل الأخرى : تسهم الحشرات بنقل ونشر الفطريات اذ تلتصق الابواغ بجسم الحشرة او أجزاء فمها او تكون داخل قناتها الهضمية دون ان يكون للبوغ أي علاقة حيوية مع الحشرة ويحدث هذا النوع عادتا بشكل عرضي عند مرور الحشرة او تغذيتها .

الانتشار بواسطة الحيوانات : تنتقل بعض أنواع الفطريات بواسطة حيوانات مختلفة كالديدان الخيطية والطيور والثديات البرية كما ان الحيوانات الزراعية تسهم في نقل الابواغ الفطرية سواء بواسطة ارجلها او على اجسامها او من خلال برازها بعد تغذيتها على نباتات مصابة .

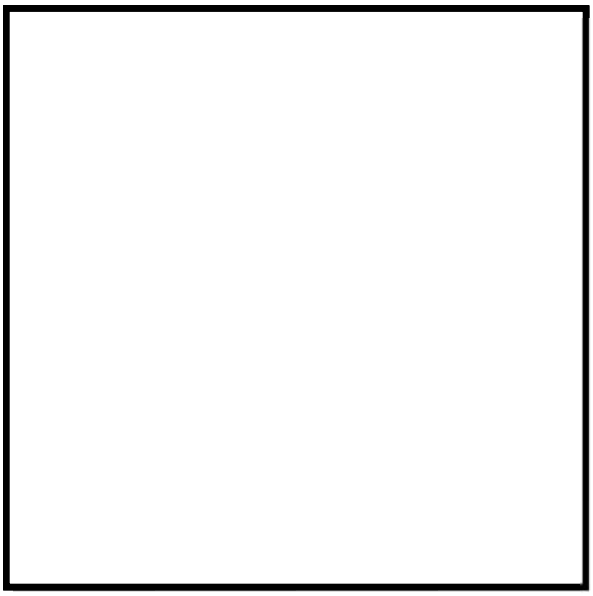
الانتشار بواسطة الانسان : ان عملية ادخال بعض النباتات ومحاولة زراعتها في بلدان تختلف عن بلد المنشا أدى الى انتقال المسببات المرضية مع هذه النباتات والذي أدى الى انتشارها بشكل وبائي نظرا لغياب اعدائها الطبيعيين في البلد الجديد , كما تؤدي العمليات الزراعية الى انتشار العدوى من النبات المصاب الى النبات السليم , كما ان ملامسة العمال للنباتات الزراعية أيضا يسهم في انتقال المسببات المرضية الفطرية وغيرها الى النباتات السليمة وكذلك الحال لعملية تقليم الأشجار التي تؤدي أيضا الى حدوث اصابات المرضية .

5- طريقة التغذية Method of nutrition

ان الفطريات هي أحياء فاقدة للكلوروفيل فهي بذلك لا تستطيع صنع غذائها لذا هي تحصل على احتياجاتها من الكاربوهيدرات باتباع بعض الطرق والتي يمكن تقسيمها الى :-

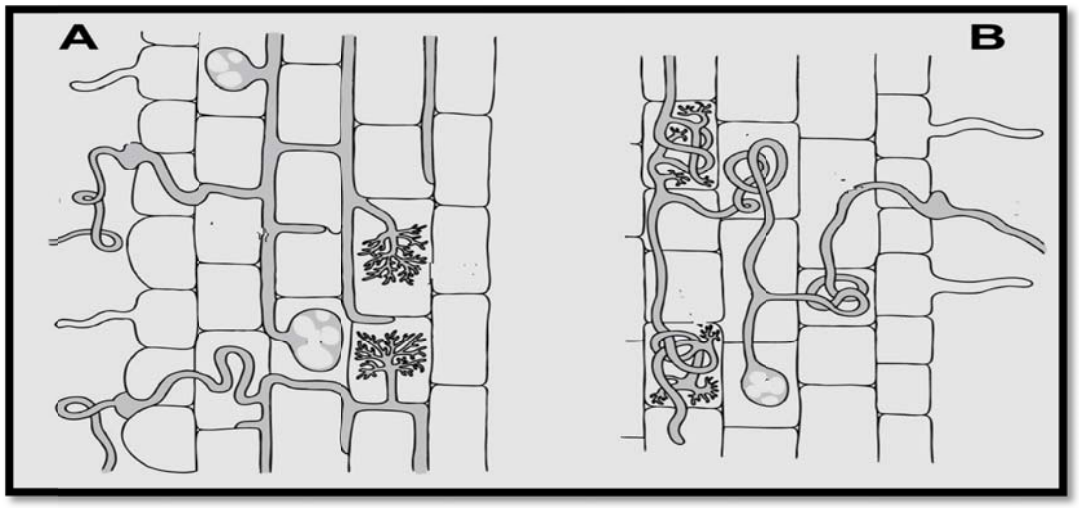
A - التطفل Parasitism

في هذا النوع من التغذية يعتمد الفطر في الحصول على اخذ احتياجاته الغذائية من تطفله على الاحياء الاخرى التي تسمى بالعائل او المضيف host وينمو الغزل الفطري للفطر المتطفل خارج او داخل الجسم الحي (اكثر شيوعا) وبطبيعة الحال تكون مثل هذه العلاقات مرضية للعائل. يوجد نوعان من التطفل الاول يسمى بالتطفل الخارجي Ectoparasitic في هذا النوع ينمو الغزل الفطري على السطح الخارجي للعائل ويقوم بارسال ممصاته الى داخل الخلايا لامتصاص الغذاء من خلال ثقب في جدار الخلية كما في الشكل يسار الصفحة .



اما النوع الثاني من التطفل فهو التطفل الداخلي Endoparasitic وهو يعتبر الاكثر شيوعا اذ تدخل خيوط الفطر الممرض الى داخل النسيج الحي ويكون انتشار الخيوط داخل نسيج العائل على شكلين الاول يتم عن طريق الانتشار ما بين الخلايا اي خلال المسافات البينية ويسمى Intercellular في هذا النوع يمتص الفطر غذائه عن طريف جدار الخلية أو الغشاء الخلوي إذ يقوم الفطر بإفراز بعض الأنزيمات عبر الغشاء البلازمي تعمل هذه النزيمات على اذابة المواد الخلوية ومن ثم امتصاصها عبر جدار الخلية او الغشاء البلازمي بمعنى ادق ان الخيط الفطري لا يكون بتماس مع سايتوبلازم خلايا العائل . اما النوع الثاني فيكون انتشار الخيوط داخل نسيج العائل من خلال خلايا العائل ويسمى هذا الشكل باسم Intracellular ويكون الخيط الفطري بتماس مباشر مع سايتوبلازم خلية العائل وياخذ الغذاء بواسطة الانتشار المباشر .

بعض الفطريات تكون بعض التراكيب داخل خلايا العائل لغرض الامتصاص تسمى بالممصات Haustorium التي تكون ذات اشكال مختلفة منها ما يكون متفرع , بيضوي , وغيرها من الاشكال , وتوجد الممصات بشكل واسع في الفطريات التي يكون تطفلها اجباري , وتعتبر التغيرات المظهرية التي نلاحظها في اشكال الممصات احدى الصفات التي يعتمد عليها في التصنيف .



شكل يوضح طريقة انتشار الخيوط الفطرية في خلايا العائل A - Intercellular hypha
اما B- Intracellar hypha

ان الفطريات ذات المعيشة التطفلية تقسم الى نوعين فطريات اجبارية التطفل Opligate parasitic fungi وهي لا تستطيع ان تعيش بدون وجود العائل اما النوع الثاني من الفطريات فتتمثل بالفطريات اختيارية التطفل Facultative parasitic fungi وهي تلك الفطريات التي تستطيع ان تعيش باساليب اخرى عند غياب العائل وعند عودة العائل من جديد تعود الى حالة التطفل .

B - الترمم Saprophytic

تتغذى الفطريات رمية التغذية على مختلف المواد العضوية كالخشب وبقايا النباتات او الحيوانات وغيرها اذ تقوم بانتاج الانزيمات التي تحلل الوسط الغذائي فيها بعدها تعمل على امتصاص هذه المواد بعد ان تحولها الى مواد بسيطة يسهل امتصاصها من قبل الفطر كذلك قد تكون الفطريات الرمية اجبارية الترمم Opligate saprophytic fungi وهي التي لا تستطيع ان تتغذى الا على المواد العضوية اما النوع الثاني فيكون اختياري الترمم Facultative saprophytic fungi وهنا تستطيع الفطريات ان تلجأ الى المعيشة التطفلية الى حين توفر المواد العضوية لها من جديد .

C - التكافل Symbiosis

وهو نوع من العلاقات التعايشية اي تبادل المنفع ويمكن ملاحظتها بين الفطر وبعض النباتات وهذا ما يعرف بعلاقة جذر - فطر او المايكورايزا Mycorrhiza او قد تتكون هذه العلاقات التعايشية بين بعض الفطريات وبعض انواع الطحالب Algae وتسمى حينها بالاشنة او الاشنات Lichens اذ يعمل كل من النبات والطحالب (احياء ذاتية

التغذية) على توفير الكاربوهيدرات للفطر والذي يعتبر المصدر الاساسي للكربون المهم في استمرار الفعاليات الحيوية للفطر .

الفرق بين الفطريات والطحالب

Fungi	Algae
تكون فاقدة للكلوروفيل	تحتوي على الكلوروفيل وصبغات اخرى
غير ذاتية التغذية لذا تكون متعددة التغذية heterotrophic كالتغذية الرمية او التطفلية او تبادل المنفعة	تكون ذاتية التغذية autotrophic
جسم الفطر يكون عبارة عن مجموعة من الخيوط التي تعرف بالغزل الفطري ولا تكون خلاياه متمايزة وتعتبر الوحدة التركيبية لجسم الفطر هو الهايفا وليس الخلية	الجسم يكون مؤلف من خلايا متمايزة وتعتبر الخلية هي الوحدة التركيبية في جسم الطحلب
يتالف الجدار الخلوي بصورة اساسية من الكايتين chitin	يتالف الجدار الخلوي بشكل اساسي من السليلوز cellulose
يخزن الغذاء بشكل كلايكوجين او نشأ حيواني glycogen	يخزن الغذاء بشكل نشأ starch
تنمو الفطريات في الاماكن المظلمة او قليلة الاضاءة	تنمو عادتا في الاماكن التي يكون فيها الضوء متوفر
تختلف مواطن نمو وانتشار الفطريات فهي قد تكون طفيلية داخل او خارج الجسم الحي سواء كان نبات او حيوان وتسبب بذلك امراض مختلفة او انها قد تكون مترممة على المواد العضوية في التربة او المياه	تنمو الطحالب في البيئة المائية او الترب الرطبة او انها تكون ملتصقة على بعض السطوح الحية او غير الحية ونادرا ما تتواجد داخل الجسم الحي .
يتجه التكاثر الجنسي في الفطريات نحو البساطة كلما ازداد تطور الفطر	يزداد التكاثر الجنسي تعقيدا كلما ازداد تطور الطحلب

المحاضرة الثالثة

تصنيف الفطريات Classification of fungus

إن تصنيف الفطريات من العلوم المتجدد التي تتطور بتطور المعرفة وظهور التقنيات الحديثة فهو يتغير من وقت الى اخر ويُعرف **علم تصنيف Toxonomy** على انه العلم الذي يعنى بوضع الكائنات الحية ضمن مجاميع محددة بالاعتماد على نظام تصنيفي معين واسس تصنيفية خاصة كالتشابه المظهري او الفسلجي او الوراثي وغيرها من الصفات التي تكون مشتركة ضمن المجموعة الواحدة .

كان تصنيف الفطريات في بادئ الامر يعتمد على مجموعة من الصفات المظهرية والتي تتضمن :-

a) طبيعة الطور الخضري somatic phase اذا كان احادي الخلية او خيطي مقسم او غير مقسم .
b) بنية جسم الفطر اذا كانت أحادية الخلية او خيطية او هلامية .
c) صفات المزارع الفطرية من حيث الشكل واللون و ..... الخ .
d) اشكال الابواغ اللاجنسية او الكونيدات , اذا كانت الابواغ متحركة او غير متحركة وعددها وطرق ترتيبها داخل الحافظة او طبيعة السلاسل اتي تكونها بالنسبة للكونيدات فضلا عن الصفات الخاصة بالاسواط كالموقع والعدد والشكل .
e) شكل الحافظة البوغية والحامل البوغي .
f) تكوينها للاجسام الثمرية كما في الفطريات الكيسية والبازيدية وصفات هذه الاجسام من حيث الشكل والبنية والعدد
g) طبيعة دورة الحياة من حيث كونها احادية المجموعة الكروموسومية او ثنائية او كلاهما .
h) وجود او غياب الطور الجنسي وتسمى الفطريات التي لم يتم تحديد التكاثر الجنسي فيها بالفطريات الناقصة Deuteromycota او Imperfect fungi.

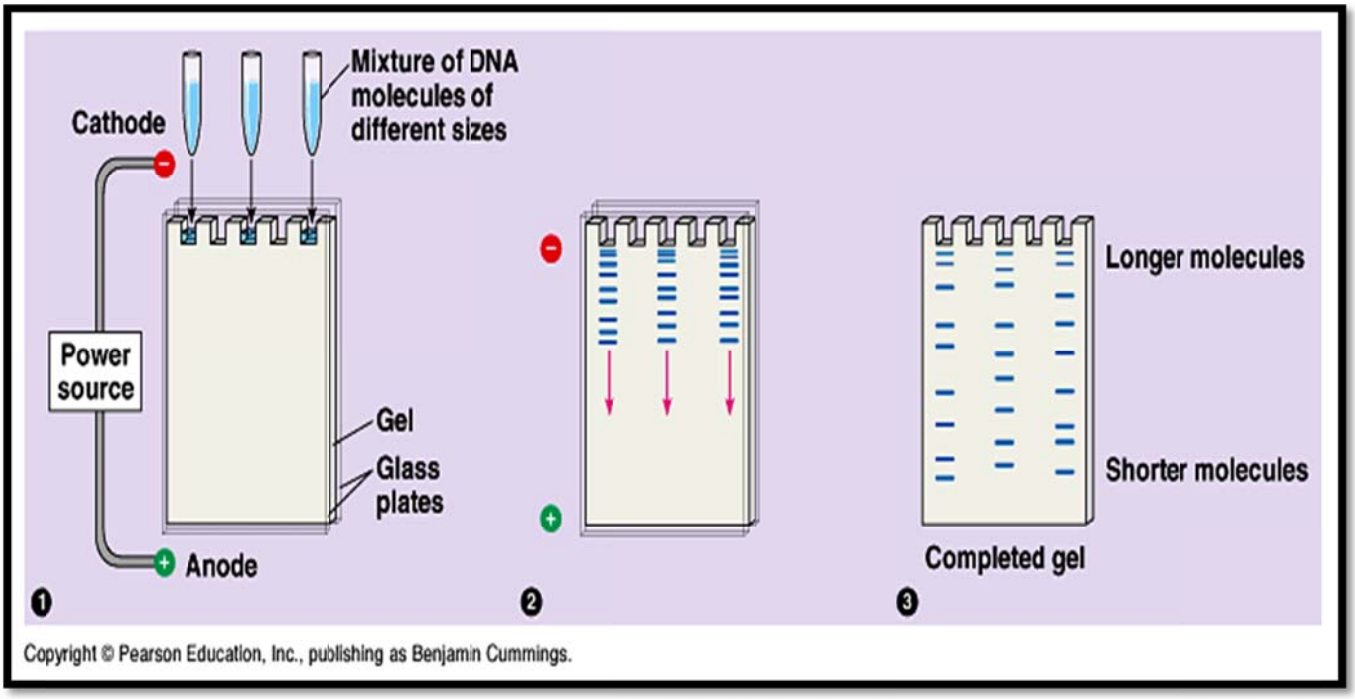
كما تعتبر الصفات الفسيولوجية ذات أهمية في عملية تصنيف الفطريات ومن الأسس المساعدة في دقة تقسيمها ومن هذه الصفات :

a) سلوك الفطر تجاه درجات الحرارة المختلفة
b) سلوك الفطريات تجاه بعض المبيدات
c) سلوك الفطريات تجاه بعضها البعض او ما يسمى بالتوافق الجسماني
d) قدرة الفطر على الاستفادة من مصادر الكربون والنتروجين المختلفة

وفي الآونة الأخيرة شهدت جميع العلوم ثورة حقيقية لا سيما في مجال البيولوجيا الجزيئية molecular biology اذ استفاد العلماء من التقنيات المتاحة في هذا المجال لدراسة البروتينات , الانزيمات , الاحماض النووية وغيرها في تصنيف الفطريات ومعرفة العلاقات التطورية بين الأنواع ومن اهم هذه التقنيات في هذا المجال :

a) الترحيل الكهربائي للأنزيمات enzymes electrophoresis : اذ تتحرك في هذه الطريقة الانزيمات تبعا لوزنها الجزيئي والذي يختلف حسب موروثات كل كائل حي وتتم هذه الحركة خلال وسط سمى الاكاروز او الاكرالمايد والذي يوجد بين حقلين كهربائيين .
b) تهجين الحمض النووي DNA (DNA – DNA hybridisation) : وفي هذه الطريقة يتم فصل سلاسل الحمض النووي لسلالتين فطريتين مختلفتين لفطر واحد ومن ثم إعادة ارتباط السلاسل المفردة لتحديد المواقع التي تم فيها الارتباط وإعادة التكامل وهذا يدل على النسبة المئوية لدرجة القرابة بين السلالتين
c) استخدام تقنية تفاعل البلمرة التسلسلي PCR (Polymerase chain reaction) : وتعتمد هذه الطريقة على التضاعف الانتخابي لمنطقة محددة من الحمض النووي DNA بمساعدة ما يسمى بالبادئات Primers وانزيمات البلمرة polymerase اذ تقوم هذه الانزيمات بمضاعفة المنطقة المطلوبة التي يحددها البادئ المستخدم من ثم يتم فصلها وتعريفها بالاعتماد على تقنية الترحيل الكهربائي .
d) تحليل تتابع الـ DNA او rDNA (DNA sequencing) .
e) دراسة تتابع البروتينات .
f) بصمة الحمض النووي DNA (DNA fingerprinting) وهي طريقة تستخدم لمعرفة التتابع التكراري للقواعد النتروجينية في الكروموسوم للسلالة الفطرية قيد الدراسة ومقارنتها مع السلالات الأخرى .

متابعة النمو التطوري بالاستناد على المعطيات أعلاه ويعتقد ان اول من حاول تصنيف الفطريات العالم بيوهان Bauhin اذ اشار في كتابه الذي صدر عام 1623 الى وجود 100 نوع من الفطريات والذي اعتمد بشكل اساسي على طبيعة الخيط الفطري والتغايرات المظهرية في الابواغ.



مخطط يوضح تقنية الترحيل الكهربائي

مراحل التصنيف

تمر اي عملية تصنيف بأربع مراحل اساسية وهي :-

1. **الوصف Description** :- وهو اول متطلب في عملية التصنيف ويعني ذكر كل الصفات ذات الاساس الوراثي التي يمتلكها الفطر (ما المقصود بالصفات ذات الاساس الوراثي ؟) والتي تشمل الخواص المظهرية , المزايا الفسلجية و البيئية .

2. **التشخيص Diagnoses** :- وتعني ذكر الصفات التي تميز فطر معين عن الفطريات المشابهة الاخرى . وهنا يتم متابعة الصفات ذات الاهمية التي يمكن ان يشترك او يختلف فيها الفطر مع الفطريات القريبة .

3. **التسمية Naming** :- وهو اعطاء اسم لمجموعة من الافراد التي تشترك في صفات مميزة وتحديد هذه الصفات واختيار الاسم المعبر عن اهم الصفات المميزة مثل اسم الفطر *Rhizoctonia* الذي يعني قاتل الجذر اذ يتالف هذا الاسم من مقطعين الاول rhiza وتعني جذر والثاني ktonos وتعني قاتل وغيرها من الاسماء.

4. **النمو التطوري Phylogeny** :- وتهدف الى تحديد علاقات القربى بين الفطريات ويتطور هذا الاتجاه مع تطور تقنيات البحث العلمي اذ يبدأ على اساس الصفات المشتركة والمميزة من الصفات المظهرية والبيئية والفسلجية والكيميائية وصولا الى التقنيات الجزيئية وتعتمد بالأساس على التركيب الجيني وهو ما يوفر التقسيم الحقيقي في الوقت الحالي .

المراتب التصنيفية

سيتم إتباع قواعد التقسيم المتبعة في علم النبات والتي تتضمن مجموعة من المراتب التصنيفية والتي تبدأ بالمملكة وتنتهي بالنوع وتترتب على النحو الموضح في الجدول ادناه :

المرتبة التصنيفية	المقطع الاخير من المرتبة
المملكة kingdom	
الشعبة phylum	-mycota
تحت الشعبة Sup-phylum	-mycotina
الصف class	-mycetes
تحت الصف sup-class	-mycetidae
الرتبة order	-ales
العائلة family	-aceae
الجنس genus	يخضعان لقواعد التسمية العلمية الثنائية
النوع species	

ان جميع المراتب التصنيفية اعلاه تشترك فيما بينها بصفات مشتركة مثلا تتألف الشعبة من مجموعة من الصفوف التي تشابه صفات الشعبة الأساسية ولكن تختلف تلك الصفوف فيما بينها ببعض الصفات ويعتبر النوع اصغر وحدة تصنيفية وبشكل مبسط يعرف على انه مجموعة من الافراد التي تشترك مع بع1ها في صفات لا توجد في بقية الافراد وهناك عدة تعاريف للنوع او مفهوم النوع species concept ونشير الى بعض من هذه المفاهيم وهي :-

مفهوم النوع المظهري Morphological species concept :- وهو الذي يستند على الصفات المظهرية فقط اذ يعتبر وجود هذه الصفات المتشابه اساسا في الانتماء لهذا النوع ولكن ليست جميع الصفات المميزة للنوع تكون مجتمعة في السلالات المنتمية لهذا النوع وهذا يمثل مشكلة تصنيفية كامنة .

مفهوم النوع البيولوجي Biological species concept :- ويعرف النوع حسب هذا المفهوم على انه مجموعة من الافراد التي تتمكن من التزاوج فيما بينها او لديها القدرة على ذلك وتكون معزولة جنسيا عن الانواع الاخرى وهذا المفهوم لا يمكن استخدامه بشكل مطلق مع الفطريات بسبب وجود التكاثر اللاجنسي .

مفهوم النوع التطوري Evolutionary species concept :- وهو يعبر عن النوع على انه ذلك الخط المتوارث من سلف الى اخر وهذا التعريف يصعب الاستفادة منه في التطبيق العملي .

مفهوم النوع المستند على النمو التطوري Phylogenetic species concept :- ويعرف هنا النوع على انه مجموعة من الافراد يمتلكون علاقة جينية مشتركة تتحدد بواسطة تحليل النمو التطوري وقد اصبح هذا التعريف شائعا في الفطريات بسبب توسع استخدام طرق كشف النمو التطوري وهذا المفهوم لتعريف النوع مناسب اكثر من غيره بالأخص للفطريات الناقصة .

قواعد التسمية العلمية

قام العالم لينايوس Lineus عام 1753 بوضع اسس التسمية العلمية والتي تعرف بالتسمية الثنائية Binomial name اذ اشار الى ان اسم النوع يمثل وصفا للجنس والتي قد يكون يمثل صفة مظهرية او صفة مميزة اخرى واستمرت كتابة الاسماء العلمية sientific names بهذا الشكل الى عام 1867 اذ اجتمع 150 عالم نبات واقروا قواعد التسمية العلمية للنباتات والتي تسمى International code of botanical nomenclature (ICBN) والتي تتضمن قواعد التسمية والوصف وشروطها وتعريف الصفات المعتمدة ويجب ان يراعى في التسمية العلمية النقاط التالية :-

1. يتألف الاسم العلمي من مقطعين الول يشير الى اسم الجنس ويبدأ بحرف كبير Pythium والمقطع الثاني يمثل اسم النوع ويبدأ بحرف صغير oligandrum فيكون اسم الفطر Pythium oligandrm
2. ان يكتب الاسم العلمي بحروف لاتينية مائلة مثل *Pythium oligandrm* واذا تعذر ذلك يكتب الاسم العلمي ويوضع تحته خط مثل Pythium oligandrm وفي الوقت الحاضر حتى المراتب التصنيفية تكتب بشكل مائل في بعض المصادر .

3. يكتب اسم الباحث او الباحثين الذين وصفوا الفطر لاول مرة مثل Drechsler *Pythium oligandrm* وهنا Drechsler يمثل اسم الباحث الذي اكتشف الفطر ووصفه ونشر ووثق ذلك لاول مرة في مجلة علمية رصينة متخصصة بعلم الفطريات .
4. يستند الاسم العلمي على الصفات الاكثر ثباتا التي يظهرها الطور الجنسي او الطور التام Perfect stage وفي هذه الحالة يسمى الاسم تاما او Teleomorph لكن ليست جميع الفطريات يظهر فيها الطور الجنسي لذا فيكون الاسم العلمي معتمدا على الطور اللاجنسي Anamorph اما اذا تبين ان للفطر اسمين فيرجح استخدام الاسم الممثل للطور الجنسي
5. نلاحظ في بعض الاسماء العلمية للفطريات بعد اسم لنوع وجود بعض الاحرف او الارقام مثل Puccinia graminis A2 وهذا المختصر A2 يقصد به اسم العزلة Isolate وهو الفطر الذي تم عزلة بصورة نقية
6.

نظام تقسيم الفطريات

ان النظام المتبع في تصنيف الفطريات بصورة عامة (وليس فقط الفطريات الحقيقية) والذي ستستند اليه المحاظرات اللاحقة هو نظام Alexopoulos عام 1996 والذي يقر ان الفطريات ذات اصول تطورية مختلفة لكنها تجتمع لتشكل مجموعة مترابطة على اساس المظهر وانماط التغذية والبيئة .

وحسب هذا التصنيف تضم الفطريات ثلاث مماليك وهي

Kingdom :- Protista	
يضم اربع شعب	
1- phylum :- Myxomycota 2- phylum :- Plasmodiophoromycota 3- phylum :- Acrasiomycota 4- phylum :- Dictyosteliomycota	تتميز الفطريات العائدة الى هذه المملكة بكون جسمها عبارة عن بلازموديوم Plasmodium ويطلق عليها تسمية الاعفان الهلامية Slime molds
Kingdom :- Stramenipila	
تضم هذه المملكة ثلاث شعب	
1- phylum :- Oomycota 2- phylum :- Hyphochytriomycota 3- phylum :- Labyrnthulomycota	تتميز فطريات هذه المملكة بامتلاك التراكيب التكاثرية (امشاج او ابواغ) للسوط الريشي

Kingdom :- Fungi تضم هذه المملكة ستة شعب	
1- phylum :- Chytridiomycota 2- phylum :- Neocallimastigomycota 3- phylum :- Blastocladiomycota 4- phylum :- Glomeromycota 5- phylum :- Ascomycota 6- phylum :- Basidiomycota	

المحاضرة الرابعة

مملكة الفطريات الابتدائية Kingdom : Protista

تسمى أيضا هذه الفطريات باسم الاعفان الهلامية Slime molds ان جسم هذه الفطريات يكون عبارة عن بلازموديوم والذي هو عبارة عن كتلة بروتوبلازمية خالية من الجدار وعديدة الانوية يتغذى الفطر بطريقة ابتلاعيه Phagocytosis بعض العلماء يطلق عليها تسمية الحيوانات الفطرية وذلك بسبب شكلها وطريقة تغذيتها الا ان تكوينها للابواغ داخل الحوافظ البوغية جعل العلماء يضعوها ضمن مملكة الفطريات الا انها تعتبر ضمن الفطريات الواطئة

الصفات العامة :-

* بعض الفطريات الهلامية تكون ذات تغذية رمية اذ تتواجد على الاخشاب المتعفنة الرطبة والاوراق والاغصان المتساقطة على الارض كما توجد على فضلات الحيوانات ويمكن ان تتواجد في جميع البيئات الحارة او الباردة . كما توجد مجموعة اخرى من الفطريات الهلامية تكون ذات تغذية طفيلية اجبارية على النباتات لذا هي بذلك تسبب امراضا اقتصادية خطرة على المحاصيل النباتية الاقتصادية .
* تتغذى الفطريات الهلامية بالابتلاع الخلوي Phagocytosis اذ تقوم بالتهام البكتريا او دقائق المواد العضوية .
* بالرغم من كون بعض فطريات هذه المملكة ذات تغذية رمية الا انها تسبب مرض يعرف باسم العفن السخامي Sooty moldالذي يحدث بسبب النمو المفرط لهذه الفطريات على اوراق بعض النباتات مثل الحمضيات مما يؤثر على عملية البناء الضوئي للنبات بسبب تقليل الاضاءة .

البلازموديوم Plasmodium

هو عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عديدة الانوية عديمة الجدار الخلوي ليس للبلازموديوم شكل او حجم ثابت ويكون حاوي على مناطق ذات كثافة قليلة سائلة تنساب داخلاها اماكن اكثر كثافة جيلاتينية القوام على هيئة قنوات او شبكة تسمى بالعروق Veins ويظهر البلازموديوم بالوان مختلفة ويمكن ان يتغير لون البلازموديوم حسب تغيير حموضة الوسط pH ولون المادة التي يتغذى عليها الفطر

انواع البلازموديوم

1- البلازموديوم المرئي Phaneroplasmodium

وفيه يتألف البلازموديوم من شبكة من العروق ويكون البروتوبلازم حبيبي مرئي يمكن مشاهدة الحركة الانسيابية الخلفية والامامية له ويكون شكل البلازموديوم يشبه المروحة ويوجد في الانواع التباعة لرتبة Physarales .

2- البلازموديوم غير المرئي Aphanoplasmodium

وتكون فيه العروق متميزة ولكن ليس بدرجة عالية الوضوح ويظهر البلازموديوم بشكل خيوط دقيقة ومتشابكة تشبه لحد ما الخيوط الفطرية ويوجد هذا النوع من البلازموديوم في انواع رتبة stemonitales

3- البلازموديوم الاولي Protoplasmodium

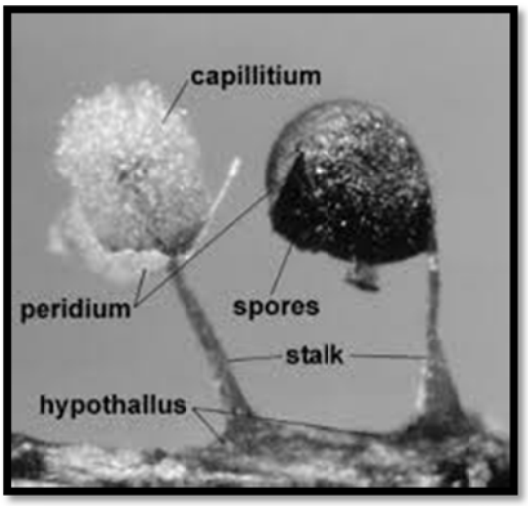
وهو بلازموديم مجهري لايمتلك عروق ويكون اقدم الانواع السابقة ولا يمكن تميز الجزء السائل عن الجزء الكثيف ويتحول البلازموديوم باكمله عند التكاثر الى علبة بوغية واحدة او جسم ثمري واحد صغير جدا ويوجد هذا البلازموديوم في رتبتي Liceales و Echinosteliales

التراكيب التكاثرية

تكون الفطريات الهلامية اربع انواع من التراكيب التكاثرية هي :-

1- الحافظة البوغية Sporangia

وتكون بشكل علبة تحتوي بداخلها على الابواغ ويمكن ان تكون الحافظة البوغية محمولة على حامل بوغي او تكون جالسة وتظهر باشكال والوان مختلفة وتوجد عادة بشكل مجاميع اذ انها تنشأ من اجزاء مختلفة من البلازموديوم نفسه . وتتألف الحافظة البوغية من ستة اجزاء وهي الثالوس القاعدي hypothallus والسويق stalk والعويميد columella والغلاف peridium والشعيرات العقيمة capillitium واخيرا الابواغ spores . وتكون الابواغ ذات جدار سميك وذات الوان مختلفة قد تكون فاتحة اللون او داكنة وقد تكون براقة وتتميز الابواغ التي تكونها الفطريات الهلامية بقدرتها على مقاومة الظروف البيئية غير الملائمة خاصة الجفاف لمدة طويلة قد تصل الى 75 سنة.



2- الاثيليا Aethalia

تنتج الاثيليا عن التحام عدة حوافظ بوغية بغلاف بواحد ويمكن بعض الحيان رؤية جدران الحوافظ ضمن الاثيليا الواحدة وتكون الاثيليا كبيرة الحجم يصل قطرها الى بضعة سنتيمترات تشبه الوسادة .

3- الاثيليا الكاذبة Pseudoaethalia

تمثل تجمع كثيف للحوافظ البوغية تعطي مظهرا يشبه الاثيليا وغالبا ما تكون جالسة

4- الثمرة البلازمودية Plasmodiocarp

وتتخذ هذه الثمرة شكل البلازموديوم الذي نشأت منه وتتكون نتيجة لزيادة تركيز البروتوبلازم من ثم احاطة النوية بغشاء لتتحول كل نواة محاطة بغشاء الى بوغ وتكون الثمار البلازمودية جالسة في الغلب .

الجسم الحجري Sclerotium

عندما تكون الظروف البيئية غير ملائمة لنمو الفطر يتحول البلازموديوم الى جسم حجري والذي يمثل تركيب متقرن صلب يمكنه ان يحافظ على حيويته لمدة 3 سنوات والذي عند عودة الظروف البيئية يتحول الى بلازموديوم من جديد وفي حالة البلازموديوم غير المرئي فانه لا يكون اجسام حجرية صلبة بل ينكمش البروتوبلازم في عروقه ثم ينفصل الى عدد من الاجزاء التي تتكيس وتكون اجسام حجرية غير مرئية Aphanosclerotium وهي صغيرة جدا لا ترى بالعين المجردة اما فيما يخص البلازموديوم الاولي فانه لا يكون جسم حجري بل يتكيس باكمله مكونا كيسا صغير Cyst

دورة الحياة العامة Life cycle في الفطريات الهلامية

* تبدأ دورة الحياة عند انبات البوغ بعد تمزق غلاف الحافظة البوغية فأذا كان الماء متوفر تتكون ابواغ مسوطة (متحركة) حاوية على سوطين مختلفين في الطول من النوع الكرباجي الاملس اما اذا كان الماء غير متوفر تتكون اميبا هلامية myxoamobea .

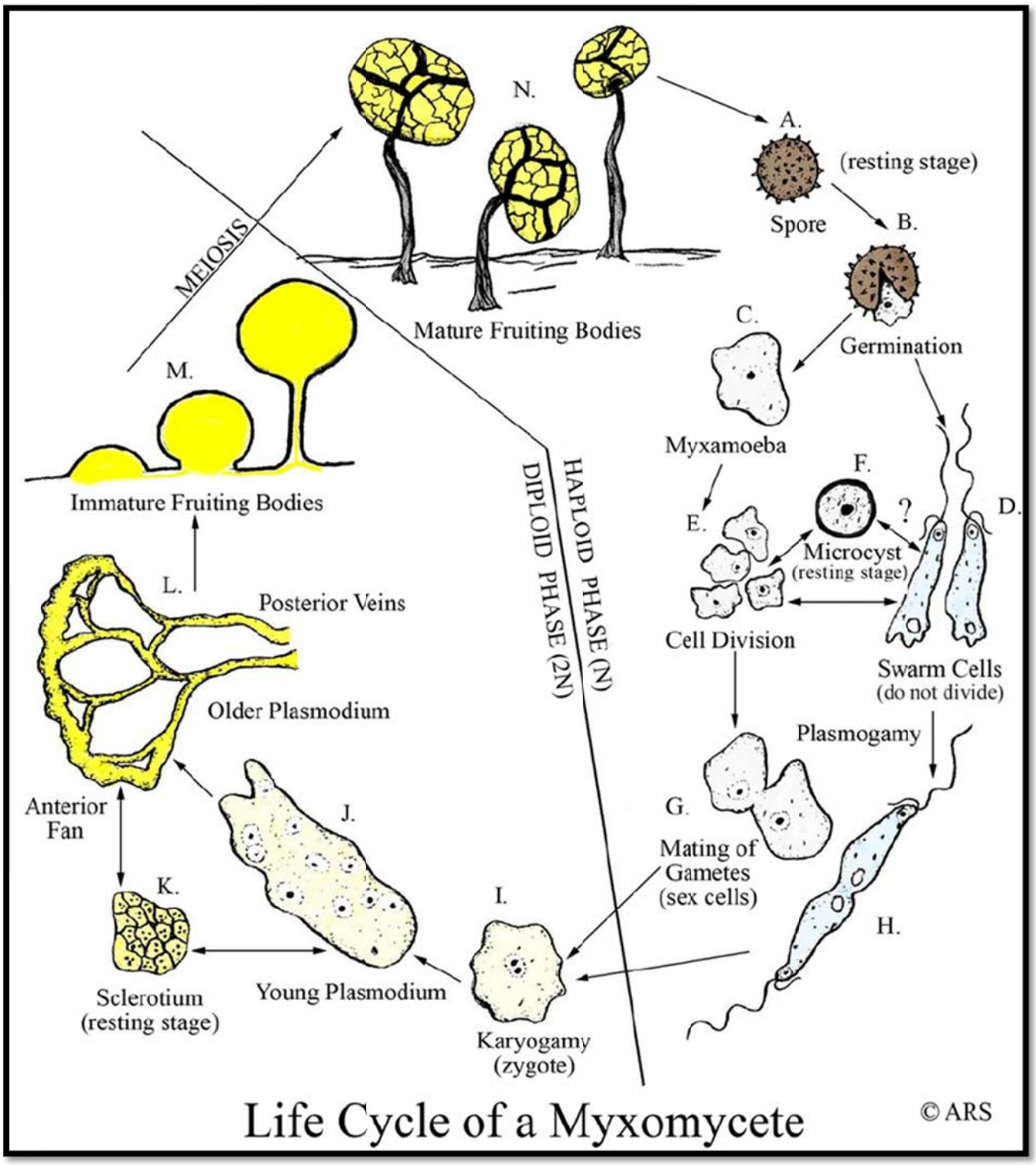
* بعد ذلك تبدأ الابواغ بالانبات لتكون بلازموديوم جديد وهذه المرحلة تمثل دورة الحياة اللاجنسية للفطر .

* اما فيما يخص دورة الحياة الجنسية للفطر فان التكاثر الجنسي في الفطريات الهلامية يكون من خلال تزاوج الامشاج (المتحركة او غير المتحركة) اذ ينقسم البوغ المتحرر من الحافظة البوغية انقساما اختزاليا ليتحول بذلك الى مشيج احادي المجموعة الكروموسومية 1N الذي بدوره يتحد مع مشيج مشابه له وهذه الامشاج اما ان تكون متحركة (عند توفر الماء) او تكون بشكل امشاجا اميبية (عند عدم توفر الماء) .

* يتزاوج كل مشيجين متشابهين ومتوافقين جنسيا (متحركان او اميبيان) لتبدأ مرحلة الاندماج البلازمي من ثم الاندماج النووي لتتكون بعد ذلك اللاقحة Zygote والتي تبدا بالنمو وانقسام الانوية انقساما اعتياديا لتكون بعد ذلك البلازموديوم .

* في الظروف البيئية غير الملائمة يتحول البلازموديوم الى حافظة بوغية واحدة او اكثر والتي تتحول الانوية داخلها الى ابواغ بعد ان تحاط كل نواة بجزء من البروتوبلازم وغلاف وعند خروجها من الحافظة تبدأ دورة حياة جديدة

* اما اذا كانت الظروف البيئية غير ملائمة يتحول البلازموديوم الى جسم حجري .



دورة الحياة العامة في الفطريات الهلامية

تصنيف الفطريات الهلامية

سنتطرق في دراستنا الحالية الى شعبتين مهمتين في هذه الفطريات وهي

1- phylum :- Myxomycota

وتكون فطريات هذه الشعبة ذات تغذية رمية وتضم هذه الشعبة صف واحد وعدة رتب هي

class:- Myxomycetes

2- phylum :- Plasmodiophoromycota

تعرف ايضا هذه الفطريات بكونها داخلية التطفل وتضم هذه الشعبة صف واحد ورتبة واحدة هي

class :- Plasmodiophoromycetes

order :- Plasmodiophorales

family :- Plasmodiophoraceae

وتضم هذه العائلة عشرة اجناس جميعها تسبب امراضا مختلفة للنباتات

* ان فطريات هذه الشعبة متطفلة داخليا على العديد من الطحالب المائية في المياه العذبة مثل *Vauncheria* وبعض الفطريات المائية مثل *Achlya* و *Saprolegnia* وكذلك بعض النباتات المائية والبرمائية .

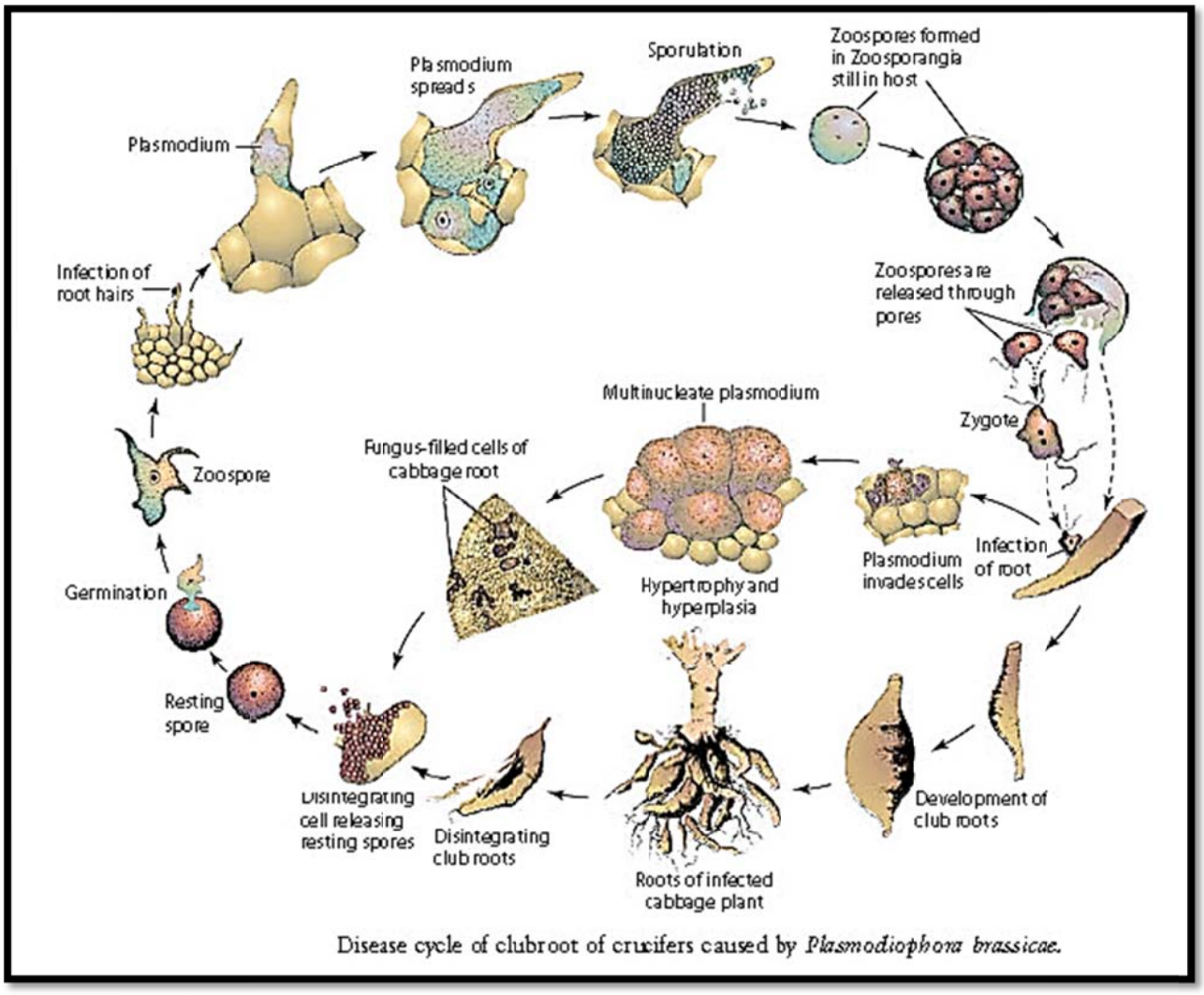
* كما تتطفل فطريات هذه الشعبة على بعض النباتات الاقتصادية مسببتا امراضا على نباتات العائلة الصليبية تعرف بمرض الجذور الصولجانية ومرض الجرب المسحوقي على نبات البطاطا

الفطر *Plasmodiophora brassica*

يسبب هذا الفطر مرض الجذور الصولجانية Club root disease على نبات اللهانة ونباتات العائلة الصليبية ويكون الفطر اجباري التطفل . تكون اعراض اصابة النبات بهذا الفطر على هيئة انتفاخات كروية او مغزلية على الجذور وقواعد السيقان للنباتات المصابة ويتطور المرض الى ان تصبح هذه التضخمات غير منتظمة وتسمى هذه المرحلة من المرض باسم hypertrophy اذ ان الفطر سوف يستهلك المواد الغذائية للنبات . ويعود سبب تضخم الجذور الى وجود البلازموديوم داخل خلايا الجذر فيقوم بتحفيز الخلايا على النمو غير الطبيعي اذ يزداد حجمها الى عدة مرات كما ان وجود البلازموديوم داخل الخلايا يحفز الخلايا غير المصابة على النمو وهكذا تضهر اعراض التضخم على النبات , ان استهلاك المواد الغذائية وانخفاض فاعلية الجذور في الامتصاص نتيجة للتشوه الحاصل في

الجذر تنعكس سلبا على نمو النبات وانتاجه . المهم ان نعلم ان انتشار هذا المرض يتم من خلال مياه الري والدوات الزراعية بالاضافة الى البذور كما تعتبر الشتلات الملوثة مصدرا رئيسيا لانتشار المرض .

ان الطور المسبب للاصابة النبات بالمرض هو البوغ المتحرك الذي يهاجم الجذر في منطقة الشعيرات الجذرية وعند ذلك يسحب السوط ويحيط نفسه بجدار رقيق ويدخل الخلية كتركيب اميبي يسمى myxoamobea والتي سرعان ما تتحول الى بلازموديوم عديد الانوية وتتكون الحوافظ البوغية داخل خلايا الجذر وعند نضجها تتحرر الى الخارج بشكل ابواغ سابحة .



دورة حياة الفطر *Plasmodiophora brassica*

الفطر *Spongospora subterranea*

يصيب هذا الفطر درنات البطاطا ويسبب الجرب المسحوقي powdery scab وهو يمر بدورة حياة مشابه لدورة حياة الفطر *Plasmodiophora brassica* وتكون اعراض المرض بشكل بثور على سطح الدرنة والتي تحتوي بداخلها على ابواغ ساكنة تتجمع بشكل كرات مجوفة ذات مظهر اسفنجي ومن هذا الشكل المميز للابواغ الساكنة اشتق اسم هذا الفطر .

المحاضرة الرابعة

مملكة سترمنوبليا Kingdom : Stramenopila
شعبة الفطريات البيضية phylum : Oomycota

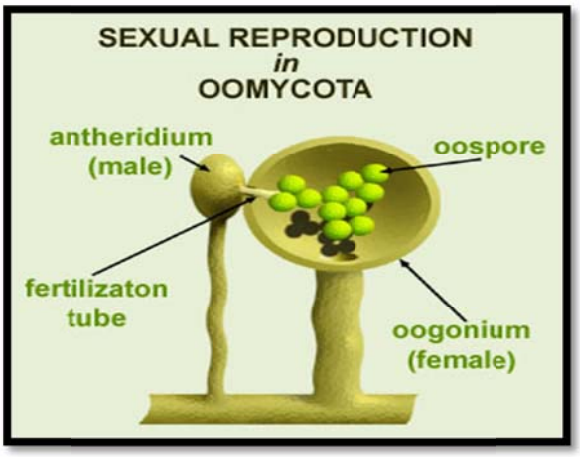
تتميز فطريات هذه المملكة بتكوينها الابواغ المتحركة ذات السوط الريشي الذي له اهداب مجوفة . وتضم هذه المملكة عدة شعب اهمها شعبة الفطريات البيضية وتضم هذه الشعبة عددا كبيرا من الفطريات التي تعيش في الماء وتسمى باسم اعفان الماء water molds قسم منها رمي المعيشة وقسم اخر يتطفل على الطحالب والاسماك وقسم اخر اجباري التطفل ويسبب امراضا عديدة للنباتات كمرض الصدأ الابيض white rust على العديد من النباتات ومرض البياض الزغبي downy mildew .

* ان فطريات هذه الشعبة تكون خلايا تكاثرية متحركة ذات سوطين يقعان على جانب واحد احدهما كرباجي والاخر ريشي , الكرباجي يتجه الى الامام والريشي يتجه الى الخلف .

* جسم الفطر عبارة عن غزل فطري جيد التكوين متفرع وغير مقسم كما يمكن ان نلاحظ ان معظم الفطريات حقيقية الاثمار .

* تكون الفطريات الراقية في هذه الشعبة ارضية المعيشة اجبارية التطفل تقضي جزء من دورة حياتها داخل خلايا العائل وتعتمد على الريح في نشر ابواغها ونلاحظ في هذه الشعبة صفة تطورية وهي انه قد تسلك الحافظة البوغية سلوك بوغ واحد لذا فهي تسمى في هذه الحالة بالحافظة البوغية الكونيدية conidiosporangium

* اما التكاثر الجنسي يكون عن طريق تكوين حوافظ مشيجية متباينة heterogametangia وينتج عن ذلك التكاثر تكون البوغ البيضي Oospore الذي يمثل اللاقحة وتسمى الحافظة المشيجية الانثوية بالاووكونة Oogonium والتي يتم تخصيب البيضة داخلها اما الحافظة المشيجية الذكرية تسمى بالانثرية Anthrdium .



* نلاحظ في هذه المجموعة من الفطريات انها تميل إلى تكوين عدة أجيال لا جنسية خلال الموسم الواحد بالمقابل تنتج جيل جنسي واحد فقط .

تصنيف هذه الشعبة

تضم هذه الشعبة صف واحد وعدة رتب سنتطرق الى اربعة منها

class :- Oomycetes

order :- Lagenidiales

order :- Saproleginales

order :- Peronosporales

order :- Pythiales

1- order :- Lagenidiales

- تضم هذه الرتبة مجموعة صغيرة من الفطريات المائية المتطفلة على الطحالب والفطريات المائية الاخرى
- يكون جسم الفطر اما وحيد الخلية او عبارة عن خيط فطري ضعيف قد يكون متفرع او غير متفرع
- تتميز فطريات هذه الرتبة وحيدة الخلية بكونها كلية الاثمار اما بالنسبة للانواع الخيطية فيقسم الخيط الى عدة خلايا يتحول كلها او بعض منها الى تراكيب تكاثرية مثال على هذه الرتبة الفطر *Lagenidium*

الفطر *Lagenidium*

- يعتبر هذا الفطر من الفطريات المائية واسعة الانتشار
- يعيش متطفلا على طحالب المياه العذبة
- يكون جسم الفطر بشكل انبوب متفرع او غير متفرع ينمو داخل خلايا الطحلب العائل
- تتكون الحوافظ البوغية خارج خلية العائل من خلال بروز انبوب من خلية العائل ثم تنتقل محتويات الخلية الفطرية الى هذا البروز فيتكون ما يعرف بالحوصلة vesicle التي فيما بعد تتكون داخلها الابواغ المتحركة .
- يتكاثر الفطر جنسيا عن طريق تلامس الحوافض المشيجية المتباينة (الانثريدات والاووكونات) اي ان التكاثر يكون من النوع البيضي

تكوين الحوصلة في الفطر *Lagenidium*

2- order :- Saproleginales

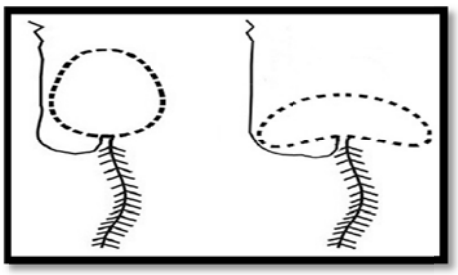
family :- Saprolegnaceae

- الاجناس التابعة لهذه الرتبة تكون مائية المعيشة لذا تسمى باعفان الماء
- تعيش فطريات هذه الرتبة بشكل رمي على الاسماك لذا يطلق عليها اسم اعفان الاسماك fish molds .
- يكون الغزل الفطري جيد التكوين من نوع المدمج الخلوي ولكن نلاحظ تكون الحواجز فقط عند قواعد الحوافظ البوغية .

- تكون الحوافظ البوغية اسطوانية الشكل متصلة بالخيط الفطري وتحتوي بداخلها على الابواغ المتحركة التي تكون على نوعين هما :-

1- النوع الكمثري الشكل Pyriform zoospores وتسمى ايضا بالبوغ الاولي Primary zoospores ويكون البوغ هنا كمثري الشكل وتوجد الاسواط في مقدمة البوغ ويكون احدهما املس والاخر ريشي .

2- النوع الكلوي الشكل Reniform zoospores وتسمى ايضا بالبوغ الثانوي Secondary zoospores وتوجد الاسواط هنا على جانب البوغ والذي يكون احدهما املس والاخر ريشي .



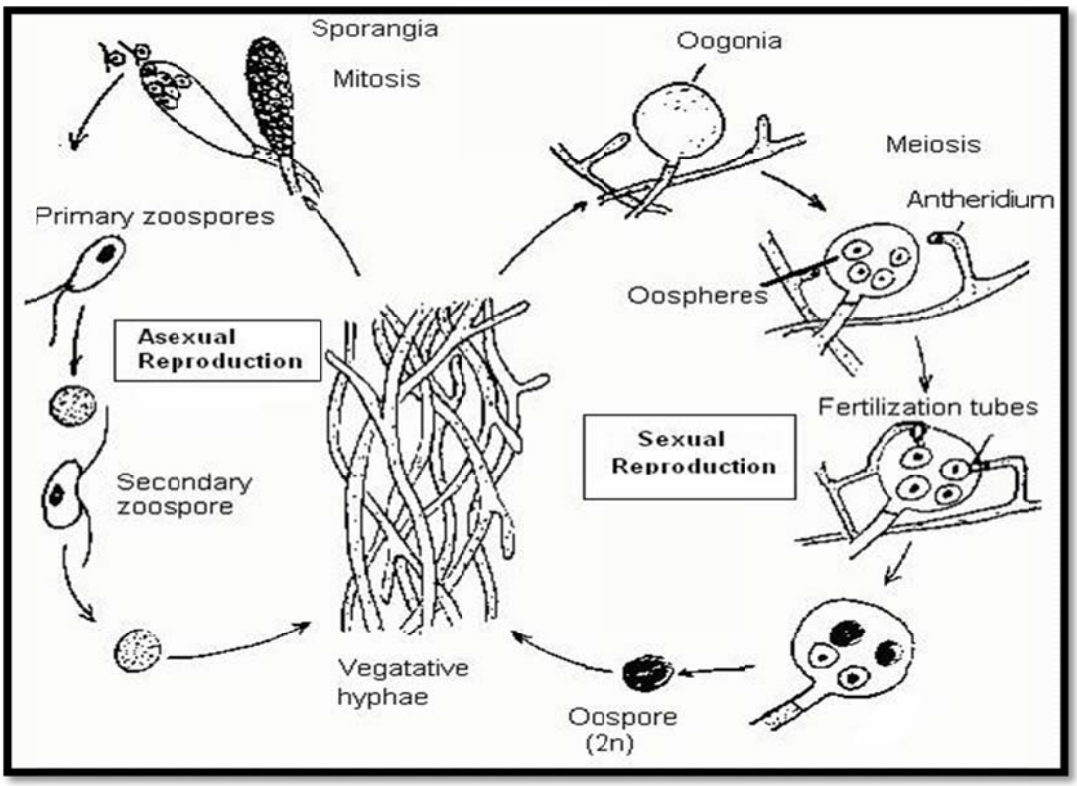
البوغ الاولي على يسار الصورة والبوغ الثانوي على اليمين

*** قسم من فطريات هذه الرتبة تكون نوع واحد من الابواغ والتي هي الابواغ الاولية والتي عند انطلاقها الى الماء تتكيس وتنبت لتكون خيط فطري جديد لذا يسمى الفطر بانه احادي فترة السباحة **monoplantism fungus** اما الفطريات التي تكون نوعين من الابواغ السابحة وهي الاولي والثانوي اذ بعد ان ينطلق البوغ الاولي من الحافظة البوغية يسبح لفترة ثم يتكيس ليعطي بعد ذلك بوغ ثانوي والذي بدورة يسبح لفترة ثم يتكيس لينبت بعد فترة عن خيط فطري جديد لذا يعتبر الفطر ثنائي دورة السباحة **diplantism fungus** اما القسم الاخر نجد انه يمتلك اكثر من دورة سباحة في حياته لذا يسمى الفطر بمتعدد فترة السباحة **polyplantism fungus** .

مثال على هذه الرتبة الفطر *Saprolegnia* والفطر *Achlya*

الفطر *Saprolegnia*

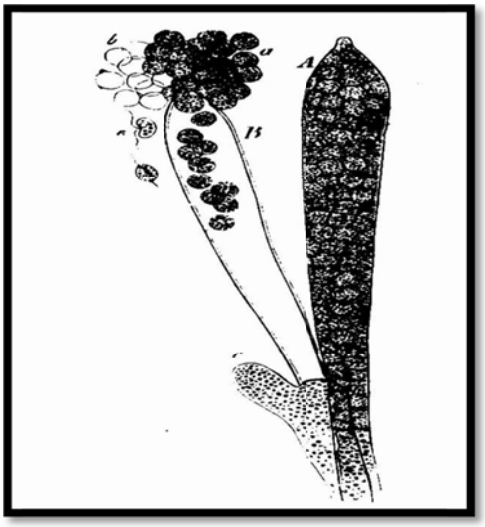
- يعيش هذا الفطر في المياه العذبة ناميا على الحشرات والاسماك الميتة والمواد العضوية الاخرى
- يمكن تنمية هذا الفطر في المختبر باستخدام حشرات ميتة كالذباب الميت اذ يوضع في طبق بتري حاوي على ماء بركة وكذلك يمكن تنميته على بذور نبات القنب المغلي وزرعها في المختبر على الاوساط الزرعية .
- يتكاثر الفطر لا جنسيا بانتاج الابواغ المتحركة داخل حافظة بوغية اسطوانية الشكل رقيقة الجدران طرفية الموقع مفصولة عن الخيط الفطري بحاجز وبعد نضج العلبة تخرج الابواغ الاولية عن طريق فتحة موجودة في قمة الحافظة البوغية تسبح لفترة ثم تتكيس لتعطي ابواغ من النوع الثانوي التي بدورها تتكيس لتعطي الغزل الفطري
- مما يلاحظ في هذا الفطر وجود ظاهرة تسمى بظاهرة الانبثاق الداخلي internal proliferation وهي تكون حافظة بوغية جديدة اسفل الحافظة البوغية الفارغة .
- كما يمكن ان يتكاثر الفطر بتكوين الابواغ الكلاميدية chlamydospores



دورة الحياة في الفطر *Saprolegnia*

الفطر *Achlya*

ان الفرق بين هذا الفطر والفطر السابق *Saprolegnia* هو ان الفطر اكاليا بعد تكوين الابواغ الاولية داخل الحافظة البوغية وتحررها من الحافظة فانها لا تسبح بل تتجمع على فتحة الحافظة البوغية لعدة ساعات بعدها تتحرر من كل كيس بوغا متحركا من النوع الثانوي وعليه فان الطور السابح في الفترة الاولى يكون قصيرا جدا وكذلك لا توجد في هذا الفطر ظاهرة الانبثاق الداخلي .



انطلاق الابواغ وتجمعها في الفطر *Achlya*

3- order :- Peronosporales

- فطريات هذه الرتبة انتقلت من البيئة المائية الى بيئة اليابسة
- كما انها تكون اجبارية التطفل على العديد من انواع النباتات الاقتصادية والبرية مسببة بذلك عدة امراض منها مرض الصدأ الابيض white rust ومرض البياض الزغبي downy mildew .
- التكاثر اللاجنسي في هذه الرتبة يكون من خلال تكوين الحوافظ البوغية والتي لا تتحرر ابواغها الا بعد انفصال الحافظة البوغية عن الحامل البوغي عند اكتمال نضجها واحيانا قد تسلك الحافظة البوغية سلوك بوغ واحد اي انها تنبت من دون ان تكون ابواغ متحركة وتعتبر هذه صفة تطورية تتميز بها بعض فطريات هذه الرتبة .
- من المزايا المهمة الاخرى لافراد هذه الرتبة ان الاووكونة تكون حاوية على بويضة واحدة محاطة بسايتوبلازم كغذاء مخزون يساعد في تكوين Oospore ويتميز السايتوبلازم الى بلازما محيطية

periplasm وبلازما مركزية Ooplasm وهو الذي تنشأ منه البيضة . وكذلك يتألف جدار البيضة من ثلاث طبقات (خارجية ووسطى وداخلية).

- كما نلاحظ ان Oospres او البوغ البيضي يظهر باشكال مختلفة وذلك يحدده ما يوجد على الجدار الخارجي للبوغ البيضي فمثلا قد يكون املس , شبكي , متثألل او شوكي .
- يعتمد في تصنيف فطريات هذه الرتبة الى عوائلها المختلفة حسب طبيعة الحوافظ البوغية وطبيعة حوامل الحوافظ البوغية وتضم هذه الرتبة عائلتين هما :-

1- family :- Peronosporaceae

وتكون حوامل الحوافظ البوغية متميزة الاشكال , فطرياتها اجبارية التطفل وتكون ممصات داخل خلايا العائل تشبه اصابع اليد , فطريات هذه العائلة تسبب مرض البياض الزغبي downy mildew مثال عليها الفطر *Peronospora* sp. .

2- family :- Albuginaceae

حوامل الحوافظ البوغية هراوية الشكل توجد داخل بثرات , الفطر اجباري التطفل ويكون ممصات داخل خلايا العائل بشكل عقد صغيرة تشبه الأزرار , فطريات هذه العائلة تسبب مرض الصدأ الابيض white rist مثال على هذه العائلة الفطر *Albugo* sp. .

الفطر *Peronospora* sp.

- يسبب هذا الفطر مرض البياض الزغبي
- ينمو الغزل الفطري لهذا الفطر داخل انسجة العائل وكما ذكرنا انه يكون ممصات تشبه اصابع اليد وتكون حوامل الحوافظ البوغية متفرعة بشكل ثنائي والفروع الطرفية طويلة ومقوسة بحيث تكون زوايا حادة فيما بينها
- وتبرز حوامل الحوافظ البوغية من خلال الثغور الموجودة في بشرة النبات وفي هذا الجنس تنمو الحوافظ البوغية مباشرتا من دون ان تكون ابواغا متحركة .
- تمتاز الانواع العائدة الى هذا الجنس انها متخصصة على انواع محددة من النباتات مثل :-

Peronospora antirrhini يسبب البياض الزغبي على نبات حلق السبع

Peronospora destructor يسبب البياض الزغبي على نبات البصل

Peronospora effuse يسبب البياض الزغبي على نبات السبانخ

Peronospora tabacina يسبب البياض الزغبي على نبات التبغ

Peronospora manchurica يسبب البياض الزغبي على نبات فول الصويا

- اما الانواع التي تعود الى جنس *Peronosclerospora* فتسبب امراض البياض الزغبي على نبات قصب السكر والذرة , والجنس *Plasmopara* يسبب البياض الزغبي على العنب وزهرة الشمس .
- وتكون اعراض المرض على النبات من خلال ظهور حوامل الحوافظ البوغية والحوافظ البوغية على سطح الجزء المصاب للنبات مما يعطي مظهر يشبه الزغب على سطح النبات المصاب .

الفطر *Albugo* sp.

- ان العائلة التي يعود اليها هذا الفطر وهي Albuginaceae تضم هذا الجنس فقط والذي بدوره يضم اربعين نوع جميعا مرضية اجبارية التطفل على النباتات الزهرية .
- تسبب الانواع العائدة الى هذا الجنس مرض الصدأ الابيض .
- ان الغزل الفطري للفطر ينمو داخل خلايا النسيج النباتي ويمر فيما بين الخلايا ويكون ممصات على شكل عقد صغيرة تشبه الازرار .
- تكون حوامل الحوافظ البوغية هراوية الشكل وتوجد بشكل مرتب تحت طبقة البشرة وتنمو على قمتها سلاسل من الحوافظ البوغية فتولد ضغطا على طبقة البشرة من الداخل مما يؤدي الى تمزقها وتحرر الحوافظ البوغية والتي تبدو بشكل قشرة crust على سطح العائل وتكون هذه القشرة ذات لون ابيض يشبه المسحوق ومن هنا جاءت تسمية هذا المرض بالصدأ الابيض .
- تنتشر الحوافظ البوغية للفطر بواسطة الرياح والمياه الجارية لتعطي بعد فترة ابواغ سابحة كمثرية الشكل ثنائية الاسواط وقد تسلك الحافظة البوغية سلوك بوغ واحد اي انها تنبت مباشرتا لتعطي خيط فطري لذا فهي تسلك سلوك الكونيدة .
- التكاثر الجنسي في هذا الفطر وكما هو في فطريات هذه الشعبة من النوع البيضي ويحدث في نهاية الموسم الزراعي وتحتوي الاووكونة بداخلها على بيضة واحدة محاطة بالبلازما المحيطية periplasm اما الانثريدة فتكون صولجانية الشكل وبعد تكون البوغ البيضي الذي يختلف جداره حسب النوع ينبت هذا البوغ ليعطي ابواغا متحركة كلوية الشكل ثنائية الاسواط تتكيس ثم بعد فترة تنبت لتعطي خيط فطري جديد .

3- order :- Pythiales

تضم هذه الرتبة عائلتين هما :-

1- family :- Pythiogetonaceae

وتضم هذه العائلة مجموعة من الفطريات الرمية المائية المعيشة كما ان هذه العائلة تضم جنس واحد فقط وهو *Pythiogeton* وهو يضم ستة انواع فقط .

2- family :- Pythiaceae

ان فطريات هذه العائلة تكون مرضية اختيارية التطفل وتتميز بتكوين حوامل حوافظ بوغية ذات اشكال غير متميزة وتتألف هذه العائلة من 11 جنس بدورهم يتألفون من 200 نوع معروف ومثال على هذه العائلة الفطر *Pythium* و الفطر *Phytophthora* اللذان يسببان العديد من الامراض على مختلف المحاصيل .

الفطر *Pythium*

- يكون الغزل الفطري جيد التكوين الا انه لازال غير مقسم ويمكن تنمية هذا الفطر على الاوساط الزرعية في المختبر ويظهر بلون ابيض ثلجي على سطح الوسط الزرعي .
- ان الغزل الفطري ينمو داخل نسيج العائل الا انه لا يكون ممصات وتتكون الحوافظ البوغية داخل خلايا العائل
- التكاثر الجنسي من النوع البيضي.
- يسبب هذا الفطر العديد من الامراض مثل مرض تسقيط البادرات damping off seedling وهو من الامراض العالمية الانتشار اذ يصيب الفطر البذرة مما ويبدأ بالتغذي على محتوياتها والتي تشمل المواد الغذائية المخزونة في الفلقة والتي تكون ظرورية لانبات الجنين كما انه يسبب نتيجة لذلك موت الجنين داخل البذرة لذا لا تنبت البذرة ولهذا يسمى هذا المرض بتسقيط البادرات .
- كما انه يسبب مرض تعفن الجذور root rot ومرض التعفن الطري soft rot وتظهر اعراض الاخير على الجزء الخضري المتمثل بقاعدة الساق والساق وفي كلا الحالتين سواء تعفن الجذور او التعفن الطري يقوم الفطر بالتغذي على محتويات الجزء المصاب من خلال انتاج الانزيمات التي تعمل على تحليله فتظهر نتيجة لذلك اعراض التعفن .
- كما ان هذا الفطر قد يسبب تسقيط البادرات قبل البزوغ pre emergence damping off اي قبل الانبات اذ تتحلل انسجة الساق والجذر وهي تحت التربة فلا يحصل الانبات . او قد يسبب مرض تسقيط البادرات بعد

البزوغ post emergance damping off وهنا تحدث الاصابة في منطقة الجذر مما يؤدي الى حدوث تعفن الجذور وبالتالي تخفيض نسبة الانبات .

- في كل الاحوال تحدث الاصابة بالفطر عند ملامسة الخيط الفطري لانسجة البذرة او البادرة اذ يتم اختراقها بمساعدة الانزيمات المحللة مما يؤدي الى تفكك الخلايا ونم الفطر ما بينها او من بداخلها فيعمل الفطر على تحليل المواد الغذائية مما يسبب موت الانسجة وتعفن البذرة قبل الانبات وهذا ما اطلقنا عليه سابقا بتسقيط البادرات .

الفطر *Phytophthora*

- يسبب هذا الفطر العديد من الامراض اهمها واخطرها مرض اللفحة المتأخرة على البطاطا late blight of potato وقد تسبب هذا المرض بموت مليون إنسان وهجرة اكثر من مليون ونصف في ايرلندا خلال الاعوام 1845-1846 وذلك لان سكان اوربا في العصور الوسطى لاسيما الطبقة الفقيرة كانت تعتمد بشكل كلي في غذائها على البطاطا مما ادى الى حصول مجاعة بسبب المرض الذي اصاب هذه الدرنات .
- كذلك يسبب هذا الفطر تعفن الجذر والساق root and stem rot فضلا عن مرض تسقيط البادرات damping off .

مملكة الفطريات الحقيقية Kingdom:- Fungi

تضم الفطريات الحقيقية 7 شعب كبيرة تم تصنيفها بالاعتماد على الصفات المظهرية وطبيعة الاطوار التكاثرية الجنسية فضلا عن العلاقة التطورية بينها والصفات الخاصة بالاحماض الامينية البروتينية . ومن الصفات التي تثير بعض الجدل هو وجود بعض الشعب تعود الى الفطريات الحقيقية ما زالت ابواغها او امشاجها تمتلك الاسواط الا انه بالرغم من ذلك فانها تعود الى الفطريات الحقيقة ويعود ذلك الى العلاقة التطورية مابين هذه الشعب والفطريات الراقية في الشعب العليا من هذه المملكة وكما سنتطرق له لاحقا . ان الفطريات الحقيقية التي تمتلك الاسواط تتميز بكون السوط من النوع الاملس ويكون خلفي الموقع , جسم الفطر اما ان يكون من النوع البسيط اي عبارة عن خلية واحدة , يخرج من الجهة السفلية لهذه الخلية مجموعة الشعيرات المتفرعة التي تعمل على تثبيت الفطر بوسط النمو تسمى اشباه الجذور Rhizoids , اما الفطريات معقدة التركيب فيتألف جسمها من الغزل الفطري الذي يكون في بعض الفطريات من نوع المدمج الخلوي Coenocytic كما في الفطر *Monoblepharis* اما في غالبية الفطريات الحقيقية يكون الخيط الفطري من النوع المقسم . يعتبر الكايتين المكون الاساسي للجدار الخلوي في الفطريات الحقيقية بالاضافة الى السليلوز في حالات نادرة كما في فطريات Glomeromycota .

تصنيف مملكة الفطريات الحقيقية

Kingdom :- Fungi
Phylum :- Chytridiomycota
Phylum :- Neocallimastigomycota
Phylum :- Blastocladiomycota
Phylum :- Zygomycota
Phylum :- Glomeromycota
Phylum :- Ascomycota
Phylum :- Basidiomycota

شعبة الفطريات الكتريدية Phylum :- Chytridiomycota

ان وجود هذه الشعبة ضمن مملكة الفطريات الحقيقية قد اثار جدلا واسع في الوسط المتخصص بسبب امتلاكها للاسواط لذا فانها سابقا كانت هذه الشعبة ضمن مملكة الابتدائيات Protistia لكن تركيب السكريات المعقدة (خصوصا الكايتين) في جدارها الخلوي والمسار الحيوي لبناء اللايسين ربطها بقوة بالفطريات الحقيقية , كما ان تحليل تتابع 18S rDNA بين انها تشترك مع انواع من الفطريات الكيسية والبازيدية في فرع منفصل عن الفطريات الابتدائية , واثبتت الدراسات اللاحقة ان الفطريات الكتريدية واللاقحية يصعب فصلهما ويشكلان القاعدة التطورية للفطريات الكيسية والبازيدية .

تعتبر الفطريات الكتريدية اصغر الفطريات وابسطها , تعيش فطريات هذه الشعبة في البيئات المائية كالمحيطات والبحار والبحيرات والانهار وكذلك الترب الرطبة وجذور النباتات والقنوات الهضمية للمجترات كالابقار والغزلان فضلا عن انتشارها في بيئات اخرى كترب المناطق الباردة تحت الثلوج .

*** الصفات العامة**

1- تضم هذه الشعبة فطريات رمية واخرى اختيارية التطفل فضلا عن بعض الفطريات التي تكون اجبارية التطفل , وتعتبر الفطريات الرمينة في هذه الشعبة من الكائنات المحللة المهمة في البيئة . كما تعمل بعض الانواع كعوامل نقل حيوية Vectors لبعض الفيروسات الممرضة للنبات .

2- جسم الفطريات الكتريدية يكون مختلف ومتنوع فنجد انها تكون على ثلاث اشكال هي :-

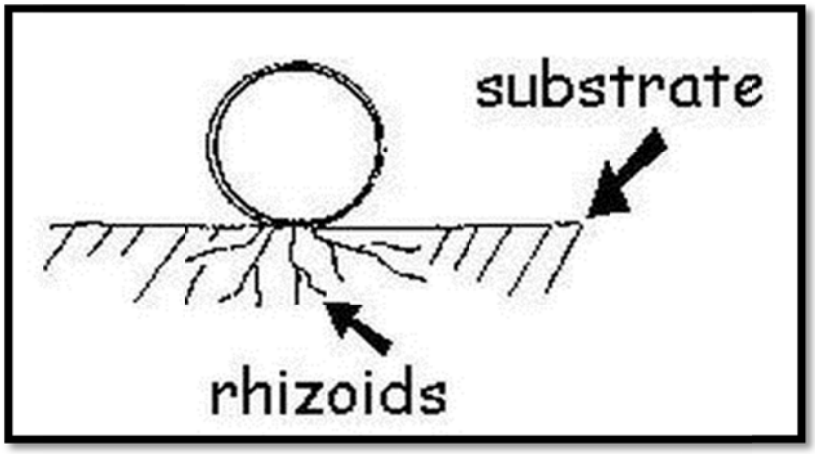
A. احادي المركز monocentric :- جسم الفطر يكون عبارة عن خلية واحدة كروية أو بيضوية الشكل عديدة الانوية تتحول عند التكاثر الى بوغ ساكن واحد او حافظة بوغية واحدة لذا يكون الفطر كلي الإثمار Holocarpic .

B. احادي الخلية unicellular :- قد يكون جسم الفطر عبارة عن خلية واحدة ذات خيوط بسيطة عديمة الحواجز تعرف باشباه الجذور Rhizoids تعمل على تثبيت الخلية في الوسط الغذائي ويكون الفطر في هذه الحالة حقيقي الاثمار Eucarpic

C. غزل فطري mycelium :- في الاجناس المتطورة من هذه الشعبة يكون جسم الفطر عبارة عن غزل فطر وهنا يكون الفطر قادر على تكوين تراكيب تكاثرية مختلفة (جنسية و لا جنسية) .

3- تتكاثر فطريات هذه الشعبة لاجنسيا بتكوين الابواغ المتحركة داخل الحوافظ البوغية وقد تكون ايضا الابواغ الساكنة ويكون البوغ المتحرك حاوي على سوط واحد من النوع الاملس يقع في الجهة الخلفية للبوغ وفضلا عن الدور الذي يؤديه السوط في حركة البوغ الا انه يلعب دورا مهما اخر وهو التحسس لطبيعة المادة التي يتكيس عليها البوغ وهي المادة ذاتها التي يتغذى عليها الفطر .

4- التكاثر الجنسي من نوع تزاوج الامشاج المتماثلة او المتباينة او البيضي .



الشكل احادي الخلية unicellular

*** تصنيف شعبة الفطريات الكتريدية**

تضم هذه الشعبة صفين واعتمد في التصنيف على المميزات المظهرية والبيئية للفطر بالاضافة الى الدراسات الجزيئية (تتابع DNA او تتابع rDNA) المشفر للبروتينات وفيما يلي التصنيف الكامل للفطريات الكتريدية :-

Phylum :- Chytridiomycota	
Class :- Chytridiomycetes	Class :- Monoblepharidomyctes
• التكاثر الجنسي من نوع تزاوج الامشاج المتماثلة • جسم الفطر احادي الخلية	• التكاثر الجنسي من النوع البيضي • جسم يكون خيطي متفرع او غير متفرع
Order :- Chytridiales Family :- Chytridaceae Ex:- *Synchytrium*	Order :- Monoplepharidales Family :- Monoblepharidaceae Ex :- *Monoblepharis*
Order :- Rhizophydiales Ex :- *Rhizophydium*	
Order :- Spizellomycetales Ex :- *Olpidium*	

الفطر *Synchytrium*

يضم هذا الجنس اكثر من 100-120 نوعا ممرضا للنباتات الزهرية وهو من الفطريات داخلية التطفل اذ ينمو الفطر داخل النبات , جسم الفطر كلي الاثمار , التكاثر الجنسي من نوع تزاوج الامشاج المتماثلة , تحاط الحوافظ البوغية التي يكونها الفطر بغشاء مشترك ليكون الضامة sorus او الضامة الاولية prosorus التي تتحول لاحقا الى ضامة فيما بعد او قد تتحول الضامة الى بوغ ساكن resting spore والذي يبقى في التربة لفترة لينبت بعد ذلك ويعطي ابواغا متحركة تقوم بدورها باصابة النبات العائل .

يسبب هذا الفطر مرض الثأليل السوداء Black warts على درنات نبات البطاطا وينتشر هذا المرض في المناطق ذات المناخ البارد الرطب ويلاحظ على البطاطا بعد اخراجها من التربة انها محتوية على ثأليل تجعلها تشبه نبات القرنابيط ويكون لون هذه الثأليل في بادئ الامرض بيضاء او خضراء اذ كانت معرضة للاضاءة ثم تبدأ بالاسمرار بالتدريج إلى أن يصبح لونها اسود . وهذه الثأليل عبارة عن خلايا حاوية بداخلها على حوافظ بوغية ساكنة والتي عند تحلل الثأليل تتحرر الحوافظ الساكنة الى التربة ولها القدرة على البقاء في التربة لعدة سنوات .

فيما يخص دورة حياة هذا الفطر فتبدأ بعد تحلل الثأليل وتحرر الحوافظ البوغية الساكنة الى التربة وعند وجود الظروف البيئية المناسبة وتوفر الرطوبة الكافية فأن الحوافظ تنمو او تنبت لتعطي ابواغ متحركة ذات سوط واحد خلفي الموقع تسبح في ماء التربة الى ان تصل الى الدرنة السليمة وتحدث الاصابة عن طريق العيون الموجودة على سطح الدرنة او خلال بشرة الدرنات الصغيرة التي تكون رقيقة وعند ذلك يسحب البوغ سوطه ويخترق جدار البشرة وتنتقل محتوياته الى داخل خلية العائل وتستقر في قعر الخلية بعد ذلك تحاط محتويات البوغ بغشاء وتزداد في الحجم تدريجيا ونتيجة لوجود الفطر داخل خلايا العائل فانه يحفز الخلية المصابة والخلايا المجاورة على الانتفاخ في هذه المرحلة يحاط الفطر بجدار سميك كايتيني ثنائي الطبقة ذهبي - بني اللون ويعرف الفطر في هذه المرحلة بالضامة الاولية او البثرة الاولية Prosours وفي هذه المرحلة يكون الفطر مازال في قاع الخلية بعد ذلك تتضخم النواة الموجودة داخل البثرة الاولية وتعاني عدة انقسامات اعتيادية الى ان تصل الى 32 نواة وعند ذلك تتجزأ محتويات هذه البثرة وتتكون الحوافظ البوغية التي يكون عددها مابين 4-9 في وتعرف هذه المرحلة من دورة حياة الفطر باسم البثرة sorus وتستمر الانقسامات الاعتيادية داخل الحافظة البوغية الى ان يصل عدد الابواغ المتحركة في داخل كل حافظة الى ما يقارب 100-300 بوغ متحرك .

اذا كانت الرطوبة كافية في التربة تتحرر الحوافظ البوغية وتنطلق الابواغ المتحركة وتتكرر الاصابة وتعاد دورة الحياة . اما اذا كانت رطوبة التربة غير كافية او قليلة فان الابواغ تسلك سلوك الامشاج فيتحد كل مشيجين

متماثلين مع بعضهما ليكونا اللاقحة التي تتكيس بدورها على سطح العائل (الدرنة) ثم تخترق خلايا البشرة بنفس طريقة الابواغ المتحركة ويعتقد ان الانقسام الاختزالي يحدذ عند تكوين الابواغ داخل الحافظة البوغية .

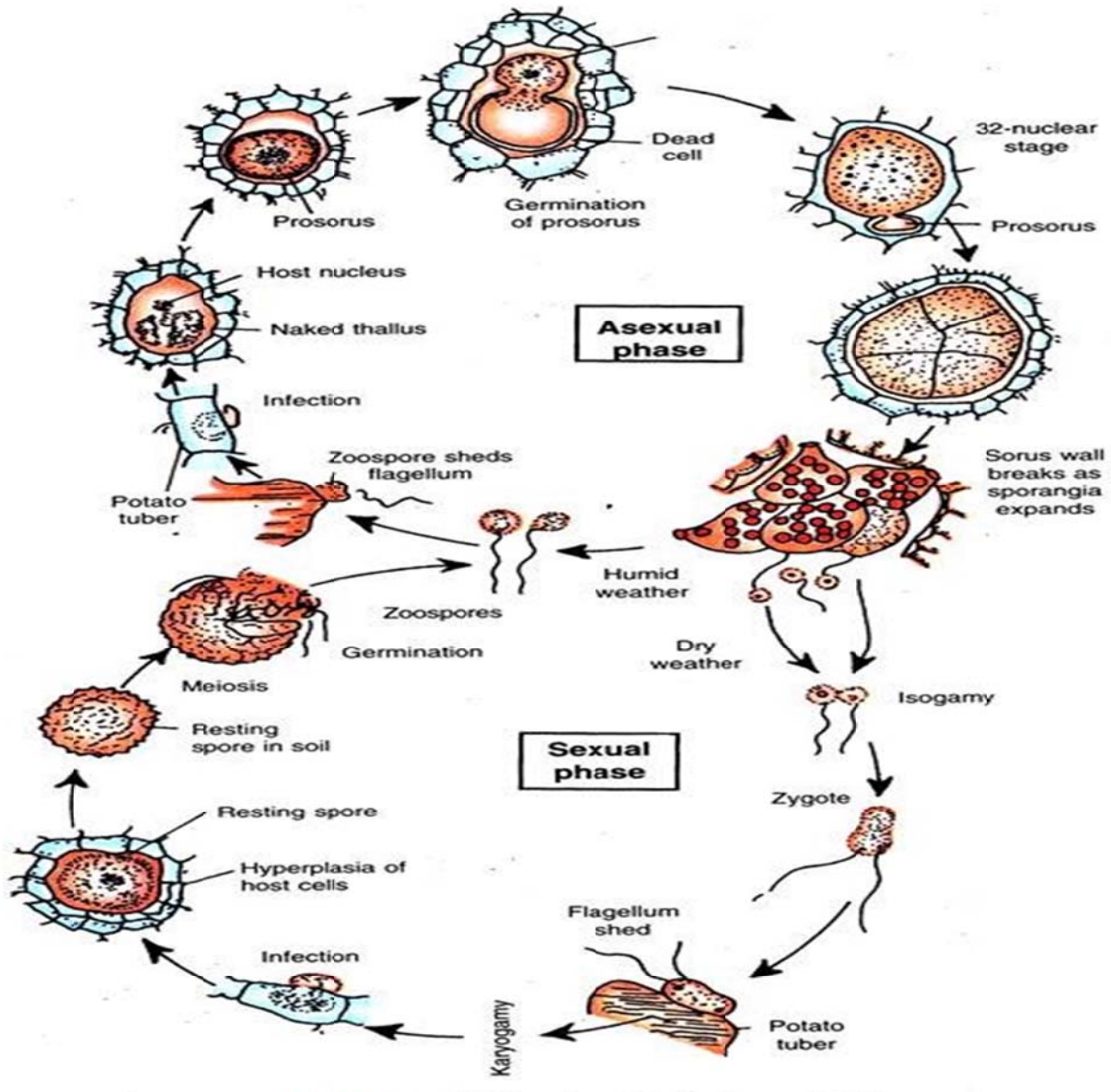


Fig. 4.7. Pictorial life-cycle of *Synchytrium endobioticum*.

مخطط لدورة حياة الفطر *Synchytrium endobioticum*

الفطر *Monoblepharis* sp.

فطريات صف Monoblepharidomyctes مائية تعيش بصورة رمية على الاغصان والثمار في بيئة المياه العذبة ويمكن عزل هذه الفطريات من المياه عن طريق استخدام بذور القنب او السمسم كطعم . جسم الفطر بشكل ثالوس خيطي او غزل فطري يكون حوافظ بوغية طرفية ذات شكل دورقي او اسطواني متطاول شبيه بالحوافظ البوغية في الفطريات البيضية . ويكون التكاثر الجنسي في هذا الفطر من النوع البيضي .

الصورة توضح الحوافظ البوغية للفطر *Monoblepharis* sp.

شعبة الفطريات اللاهوائية Phylum :- Neocallimastigomycota

تعرف فطريات هذه الشعبة بانها فطريات لاهوائية وقد اكتشفت في عام 1974 وكانت سابقا تعامل على انها حيوانات ابتدائية مسوطةوفي عام 2007 تم وضعها في شعبة مستقلة . تحظى هذه الفطريات باهتمام علماء الفطريات لنشاطها الانزيمي في تحليل المواد السليلوزية خصوصا انزيم xylose isomerase وانزيم glycosyl hydrolase اللذان يستخدمان في انتاج وتكرير الوقود الحيوي . كما تتميز فطريات هذه الشعبة بقدرتها على تحمل درجات احرارة العالية اتي تصل الى 39 مئوية .

الصفات العامة

1- جسم الفطر بشكل خلية مع Rhizods (اشباه جذور) .

2- الابواغ متعددة الاسواط من النوع الاملس خلفية الموقع .

3- الميزة المهمة لهذه الفطريات انها لاهوائية اجبارية فهي تعيش في القنوات الهضمية للبائن الكبيرة المتغذية على الحشائش وكذلك تعيش في البيئات الارضية والمائية اللاهوائية .

4- تفتقد فطريات هذه الشعبة للمايتوكوندريا وتحتوي بدل ذلك على اجسام هيدروجينية Hydrogenosomes مايتوكوندرية الاصل .

تصنيف شعبة الفطريات اللاهوائية

Phylum :- Neocallimastigomycota

class :- Necallimastigomycetes

order :- Neocallimasticales

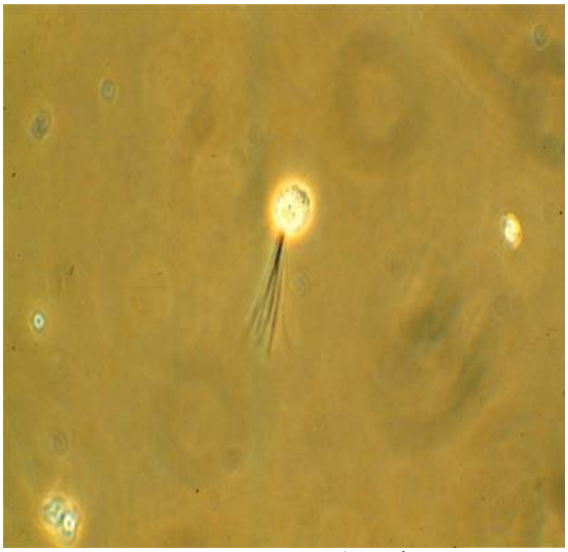
family :-Necalliomasticaceae

genus :- *Neocallimastix* sp.

الفطر *Neocallimastix*

يعيش هذا الفطر في القنوات الهضمية للحيوانات التي تتغذى على الحشائش . يمكن عزل هذه الفطريات المعوية من فضلات هذه الحيوانات او لعابها , تلعب هذه الفطريات دورا مهما في عملية هضم المواد الكاربوهيدراتية المعقدة تسهيلا للتحليل اللاحق لها من قبل البكتريا وهذا النشاط ضروري من اجل تغذية الحيوان , جسم الفطر عبارة عن خلية ذات اشباه جذور كثيرة التفرع وتتحول هذه الخلية الى حافظة بوغية لتعطي ابواغالا متحركة عديدة الاسواط .

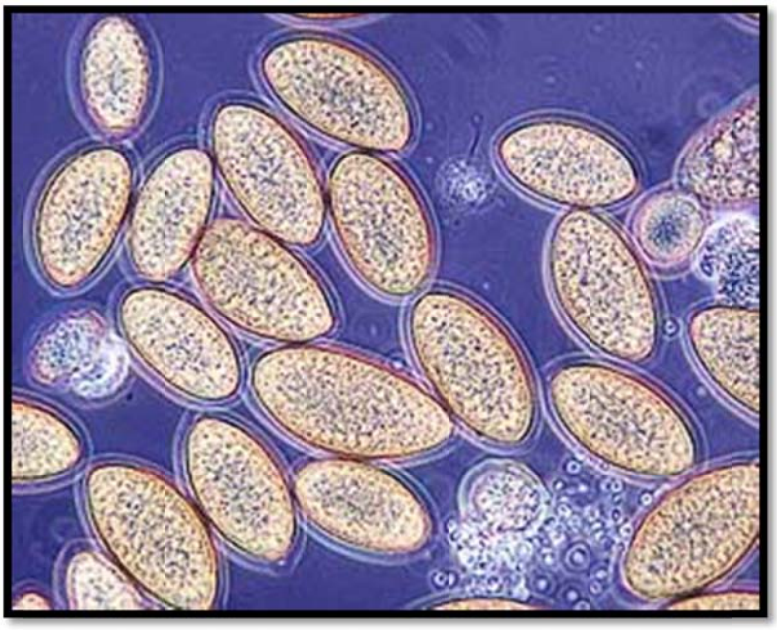
الفطر *Neocallimastix*



بوغ الفطر*Neocallimastix*

Phylum :- Blastocladiomycota

فطريات هذه الشعبة تعيش بصورة رمية او طفيلية على مدى واسع من المواد وتكون الفطريات الرمية منها مائية المعيشة تترمم على المواد العضوية النباتية والحيوانية المغمورة في الماء وكذلك التربة وهناك جنس واحد فقط يتطفل اجباريا على الحشرات وهو جنس *Coelomomyces* مثل البعوض والحشرات ثنائية الاجنحة كالذباب وبسبب هذه القدرة لهذه الفطريات على قتل الحشرات اصبحت مشروع دراسة وبحث العاملين في برامج السيطرة الاحيائية لهذه الحشرات . يكون جسم هذا الفطر عبارة عن خلية واحدة قاعدية متصلة بما تحتها بواسطة مجموعة من الخيوط تسمى مجازا باشباه الجذور



الفطر *Coelomomyces*

من اهم ما يميز فطريات هذه الشعبة ان الابواغ تكون احادية السوط . فضلا عن ا افراد هذه الشعبة تتميز بظاهرة تعاقب الاجيال Alternation of generation وهي وجود جيل جنسي وجيل لا جنسي متعاقبين احدهما تلو الاخر . بعض فطريات هذه الشعبة خيطية والاخرى جسمها عبارة عن خلية قاعدية مع اشباه جذور .

تصنيف شعبة Blastocladiomycota

Phylum :- Blastocladiomycota

Class :- Blastocladiomycetes

Order :- Blastocladiales

Family :- Blastocladiaceae

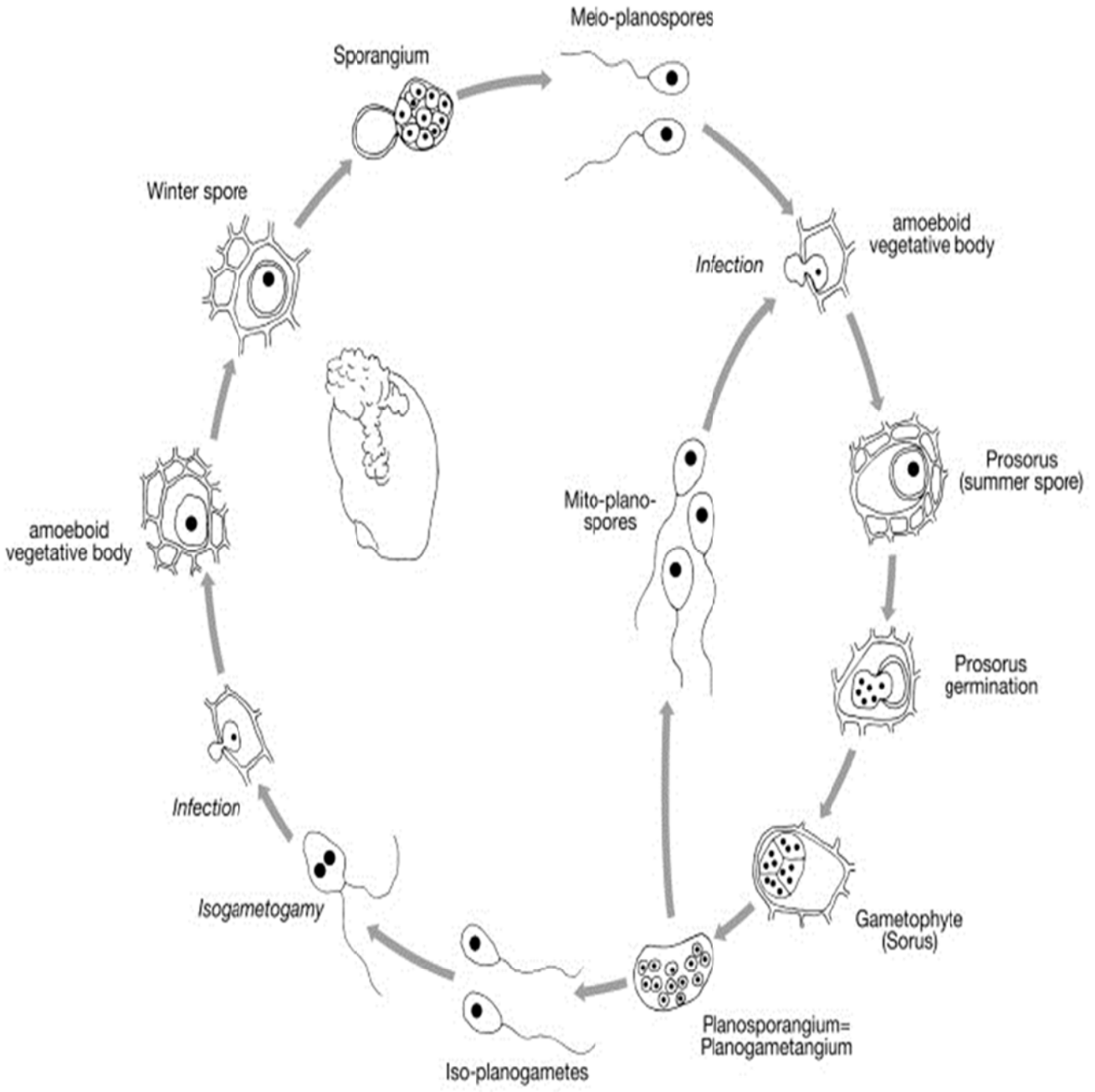
Genus :- *Allomyces* sp.

الفطر *Allomyces*

يتواجد هذا الفطر في الترب الرطبة خاصة في المناطق الاستوائية ومناطق اخرى من العالم . الفطر خيطي ينمو بصورة غير محددة بتشعب ثنائي ويكون الخيط الفطري مقسم بحواجز كاذبة تسمح بالانسياب الحر للمواد ما بين الخلايا بينما تعزل التراكيب التكاثرية التي تنشأ في اطراف الخيوط بواسطة حواجز كاملة . يتميز هذا الفطر بوجود ظاهرة تعاقب الاجيال اذ يكون الجيل المشيجي (الجنسي) يختلف مظهريا عن الجيل البوغي (اللاجنسي) .

يكون الجيل البوغي ثنائي المجموعة الكروموسومية 2N ويحمل الجيل البوغي نوعين من الحوافظ البوغية الاولى تسمى Mitosporangium والتي تعطي الابواغ (2N) احادية السوط تنبت لتعطي الجيل البوغي من جديد .

اما النوع الثاني من الحوافظ البوغية تسمى Meiosporangium وتعاني الانوية داخل هذه الحوافظ انقساما اختزاليا لتعطي امشاجا احادية المجموعة الكروموسومية (1N) هذه الامشاج لا تتحد مع بعضها عند انطلاقها من الحافظة على العكس تسبح لفترة ثم تنبت لتعطي خيطا فطريا احادي المجموعة الكروموسومية ويمثل هذا الخيط الجيل المشيجي (الجنسي) الذي يكون نوعين من الحوافظ المشيجية مختلفة في الحجم وهي حوافظ مشيجية ذكرية تقع اعلى الحوافظ المشيجية الانثوية وتكون اصغر حجما منها , تعطي الحافظة المشيجية الذكرية امشاجا ذكرية اما الحوافظ الانثوية تعطي امشاجا انثوية والتي بعد تحررهما من الحوافظ تتحد مع بعضها (مشيج ذكري + مشيج انثوي) ليكونا اللاقحة وتكون 2N والتي تنبت لتعطي الجيل البوغي وهكذا يحدث تعاقب الاجيال .



دورة حياة الفطر *Allomyces*

Phylum :- Glomeromycota

تضم هذه الشعبة فطريات المايكورايزا الشجيرية Arbuscular Mycorrhiza ويطلق عليها اختصارا AM fungi او تسمى احيانا بالمايكورايزا الحويصلية الشجيرية Vasicular - Arbuscular Mycorrhiza والتي مختصرها VAM fungi وتمثل هذه الفطريات افضل مثال على العلاقات التعايشية بين النباتات والفطريات . ان هذه الشعبة حديثة التكوين اذ قام العالم Schubler عام 2001 .

*** كيف تنشأ هذه العلاقة التعايشية بين الفطر والنبات ؟**

ان الافرازات الكيميائية التي ينتجها الجذر في التربة تحفز وتكوين الخيط الفطري الذي يخترق جذور النبات (ليست جميع النبات تكون هذه العلاقة التعايشية) وبعدها ينمو الخيط الفطري ما بين الخلايا وفي داخلها ليكون بعض التراكيب كثيرة التفرع تشبه الممصات تعرف بالتشجرات او الشجيرات Arbuscular واحيانا تكون بعض التراكيب بشكل انتفاخات طرفية تسمى الحويصلات Vesicular والتي تمثل مواقع للخزن . بينما تقوم التراكيب الشجرية بعملية النقل للمواد والعناصر الغذائية ما بين خلايا النبات والفطر وبكلا الاتجاهين .

*** ماهي الفائدة التي تعود على النبات والفطر من هذه العلاقة التعايشية ؟**

يعمل الفطر على زيادة جاهزية العناصر الغذائية للنبات من خلال تحويلها من صيغتها المعقدة في التربة الى صيغة بسيطة يسهل امتصاصها من قبل النبات او يقوم الفطر بنقلها مباشرتا الى النبات عن طريق الخيوط الفطرية الممتدة في التربة , كما يعمل الفطر على جعل النبات اكثر مقاومة للجفاف من خلال قدرة الخيوط الفطرية على التغلغل في التربة والوصول الى اماكن بعيدة عن محيط الجذر تتوفر فيها المياه لذا فان وجود الخيوط الفطرية مع الجذور يزيد من المساحة السطحية للجذور في التربة , كما تعمل فطريات المايكورايزا على زيادة تهوية التربة وزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء مما يعزز من نمو النبات , فضلا عن ذلك تعمل فطريات المايكورايزا على زيادة قدرة النبات على مقاومة مختلف المسببات المرضية من خلال تاثيرها المباشر في الاحياء الممرضة او من خلال جعل النبات مقاوم للمسبب المرضي اي تقوم باستحثاث مقاومة النبات , كما وجد ان لفطريات المايكورايزا القدرة على تعزيز نمو النبات في مختلف البيئات كالترب الملحية او الجافة او الغنية بالعناصر الثقيلة كالرصاص . في المقابل يقوم النبات مقابل كل ذلك بتوفير مصدر الكربون للفطر وهو الكربوهيدرات لافتقار الفطريات للقدرة على صنع غذائها بنفسها , ولابد ان نشير الى ان فطريات المايكورايزا لها القدرة على التعايش مع 95% من النباتات البذرية .

الصفات العامة :-

1- فطريات هذه الشعبة ذات معيشة تعايشية اجبارية مع النباتات .

2- تكون افراد هذه الشعبة للتراكيب الشجيرية التي تكون ذات تفرع ثنائي وتتكون بالتحديد داخل خلايا منطقة القشرة للنبات كما انها تكون الحويصلات .

3- تكون فطريات المايكورايزا ابواغا لاجنسية فقط والتي تتكون خارج جذور النبات واحيانا تتكون داخل الجذر بصورة مفردة او تجمعات سائبة وفي بعض الاحيان تكون الثمار البوغية sporocarps عالية التنظيم كما انها تكون في الظروف البيئية غير المناسبة الابواغ الكلاميدية .

4- لا تتوفر اي معطيات تشير الى حصول التكاثر الجنسي في هذه الشعبة ولم تثبت الدراسات الجزيئية حصول اعادة ارتباط وراثي وان حصل فهو بمستويات واطئة .

5- تكون فطريات هذه الشعبة ابواغا متميزة عما هو مألوف في بقية شعب الفطريات كما ان ابواغها تظهر تغايرات كثيرة تساعد في تصنيف فطريات هذه الشعبة اي ان الصفات المظهرية للبوغ هي المهمة في عملية تصنيف افراد هذه الشعبة .

6- الجدار الخلوي مؤلف من الكايتين والسليلوز وهذا دليل على الانفصال التطوري القديم عن الفطريات الاخرى وا اقرب فطر غير مايكورايزي لهذه الفطريات هو الفطر *Geoshon pyriforme* الذي يعيش بشكل تعايشي مع الطحالب الخضراء المزرقة كالنوستك Nostoc .

7- الخيط الفطري يتميز بسعة قطره وبكونه غير مقسم تحت ارضي .

تصنيف شعبة Glomeromycota

تضم هذه الشعبة صف واحد واربع رتب وتضم هذه الرتب ما يقارب 150 نوع تتوزع على 10 اجناس

Phylum :- Glomeromycota

Class :- Glomeromycetes

order :- Glomerales

order :- Diversisporales

order :- Archaeosporales

order :- Paraglomurales

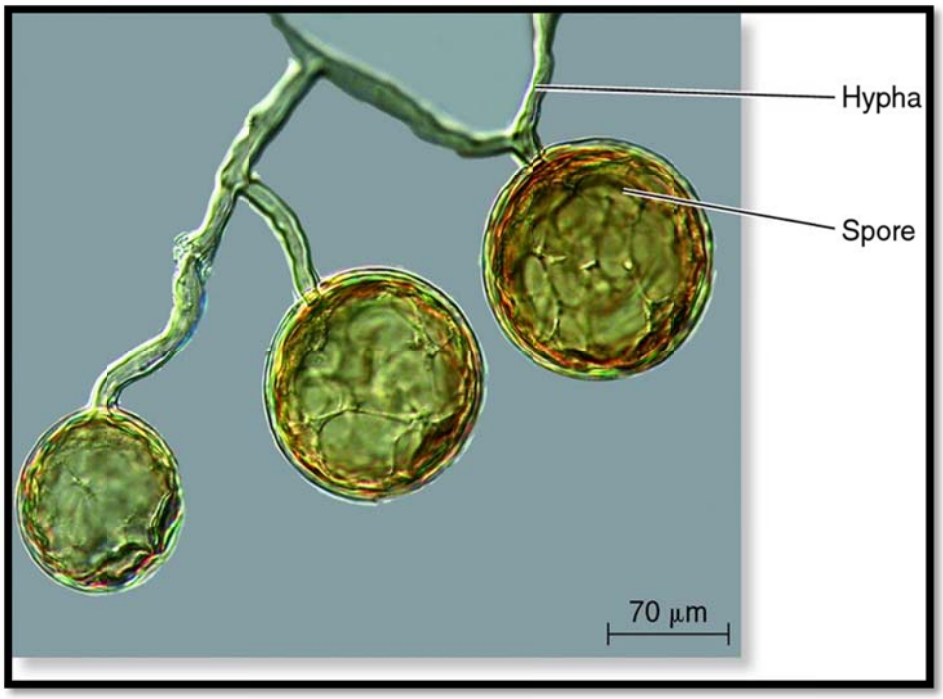
1- رتبة Glomerales

عائلة Glomeraceae

الجنس *Glomus*

تتميز فطرياتها بالميزات التالية :-

- تكون تراكيب حويصلية ذات شكل متطاول او اهليليجي وتظهر الحويصلات بلون داكن عند استخدام صبغة Trypan blue
- الخيوط الفطرية تتفرع بزوايا حادة او مائلة وتلتلف في منطقة دخولها للجذر ويكون نمو هذه الخيوط بشكل موازي مع محور الجذر وترتبط مع بعضها من خلال الفروع القائيمة او الحادة الزاوية والتي تسمى باتصالات H , كما ا هذه الخيوط تتميز بقابليتها على الاصطباغ بصبغة Trypan blue
- الابواغ تتكون بشكل مفرد او بشكل تجمعات في ما بين الخيوط الفطرية فاقدة للترتيب .
- تكون طبقات جدار البوغ بشكل مستمر مع طبقات الخيط الفطري
- تكون الابواغ ذات موقع طرفي ونادرا ما تكون بينية الموقع
- تنفصل الابواغ عن بقية اجزاء الخيط بواسطة سدادات غير متبلورة او حواجز او طبقة داخلية صفائحية
- يتألف جدار البوغ من طبقة هلامية تظهر بلون احمر عند معاملتها ببعض ومع تقدم العمر للبوغ تنسلخ الطبقات الخارجية له .



الفطر *Glomus*

2- رتبة Diversisporales

عائلة Gigaspraceae

الجنس *Gigaspora*

ان الميزة المهمة لفطريات هذه العائلة انها تكون ابواغ لاجنسية كبيرة الحجم قد يكون احيانا اكثر من 200 مايكروميتر

- جدار البوغ يتألف من طبقة خارجية دائمة تحيط بطبقة صفائحية وتنفصل محتويات البوغ عن الخلية المولدة للبوغ بواسطة سدادة .
- جدار البوغ غير حاوي على نقوش وتتكون الابواغ بطريقة تشبه التبرعم

3- رتبة Archaeosporales

عائلة Archaeosporaceae

الجنس *Archaeospora*

- فطريات هذه الرتبة فاقدة للصبغة اي لا يمكن الكشف عنها ياستخدام الكواشف الخاصة بالمايكورايزا
- كما انه لم يلاحظ وجود الحويصلات
- الخيوط الفطرية قليلة الاصباغ غير منتظمة التفرع لكنها تنمو بكثافة حول الجذور
- الابواغ شفافة تماما ونادرا ما تكون كريمية اللون او بيضاء عند نضجها وهي ذات شكل كروي او شبه كروي
- يتالف جدار البوغ من ثلاث طبقات يمكن مشاهدتها عند تسليط ضغط على الشريحة
- يصعب التعرف على التراكيب الشجيرية بسبب ضعف اصطباغها

4- رتبة Paraglomerales

عائلة Paraglomeraceae

الجنس *Paraglomus*

- تكون فطريات هذه الرتبة تراكيبا شجيرية تصطبغ بشكل خفيف جدا
- الحويصلات ضعيفة التميز
- الخيوط الفطرية ضعيفة الاصطباغ وهي شديدة الالتفاف
- تتكون الابواغ بشكل فردي ونادرا ما توجد بشكل تجمعات من 2-3 ابواغ
- تعتبر طبقات جدار البوغ امتددا لطبقات جدار الخيط الفطري الا ان الطبقة الداخلية لجدار البوغ تكون مثخنة .

شعبة الفطريات اللاقحية Phylum :- Zygomycota

تضم هذه الشعبة فطريات سريعة النمو واسعة الانتشار وتتنوع طبيعة معيشة فطريات هذه الشعبة ما بين فطريات رمية المعيشة كفطريات رتبة Mucorales وفطريات اخرى تعايشية تعيش في القناة الهضمية للمفصليات والحيوانات وفطريات اخرى طفيلية المعيشة على النبات والحيوان والانسان .

مميزات شعبة الفطريات اللاقحية

1- التكاثر الجنسي من نوع تزاوج الحوافظ المشيجية والذي يعرف ايضا بالتكاثر اللاقحي وينتج عن اندماج الحوافظ المشيجية تكوين اللاقحة والتي تسمى بالبوغ اللاقحي Zygospore ومن هنا اشتقت تسمية هذه الفطريات بالفطريات اللاقحية .
2- تتكاثر لاجنسيا من خلال تكوين الحوافظ البوغية والابواغ غير المتحركة وتنتشر هذه الابواغ بواسطة الرياح وبعض الانواع تكون الكونيدات .
3- الغزل الفطري غير مقسم ولكنه قد يحتوي في بعض الانواع على حواجز في الخيوط القديمة او عند قاعدة الحامل البوغي
4- تكون جميع الاطوار في دورة حياة الفطريات اللاقحية احادية المجموعة الكروموسومية باستثناء طور اللاقحة الذي يكون ثنائي المجموعة الكروموسومية .
5- الجدار الخلوي يتكون اساسا من الكايتين والكيتوسان .

تصنيف شعبة الفطريات اللاقحية

تضم هذه الشعبة صف واحد والذي بدوره يقسم الى رتبتين على النحو التالي :-

Phylum :- Zygomycota

Class :- Zygomycetes

1- Order :- Mucorales

Family :- Mucoraceae

Ex:- *Mucor*

Ex :- *Rhizopus*

Family :- Pilobolaceae

Ex :- *Pilobolus*

Family :- Endogonaceae

Ex :- *Endogon*

2- Entomophthorales

Family :- Entomophthoraceae

Ex :- *Entomophthora muscae*

رتبة Mucorales

فطريات هذه الرتبة رمية المعيشة على المواد النباتية والحيوانية , تكون بعض فطريات هذه الرتبة ذات اهمية في الصناعات الغذائية كانتاج الاحماض العضوية مثل حامض السكسنيك Succinic acid وحامض الستريك Cetric acid .

جسم الفطر يتكون من غزل فطري غير مقسم وفي بعض الانواع تمتد الخيوط على سطح الوسط الغذائي وتمتد خيوطها الفطرية الى اسفل الوسط لتعمل على تثبيت الغزل الفطري وامتصاص الغذاء .

تكون الحوافظ البوغية اما كبيرة الحجم حاوية على اعداد كبيرة من الابواغ او تكون الحوافظ البوغية صغيرة الحجم تسمى بالحويفضات البوغية Sporangioles والتي تحتوي على عدد قليل من الابواغ .

في بعض انواع Mucorales تفشل عملية تلامس الحوافظ المشيجية احدهما او كلاهما لتكون تركيب مماثل مظهريا للبوغ اللاقحي وبطريقة عذرية ويسمى هذا البوغ بالبوغ اللالاقحي Azygospore ويكون شكله مماثل للبوغ اللاقحي ويتكون ايضا هذا البوغ في التزاوجات التي تحدث بين الاجناس او ضمن الجنس الواحد .

الفطر *Mucor* sp.

يضم هذا الجنس 39 نوع واضيف اليه حديثا 14 نوع يعتبر هذا الفطر من الفطريات الشائعة في التربة وعلى النباتات والروث . ويعد من الملوثات المختبرية الشائعة بسبب نموه السريع واعداد الابواغ الهائلة التي يكونها

والتي تنتشر بواسطة الهواء . بعض انواع هذا الجنس مثل *Mucor piriformis* عفن الثمار على الكمثري والتفاح خلال الخزن في درجات حرارة منخفضة .
تكون المستعمرات الفطرية له ذات لون ابيض قطني يتحول بالتدريج الى اللون الرمادي الداكن عند تكوين الحوافظ البوغية التي تكون كبيرة طرفية الموقع كروية الشكل .

الفطر *Rhizopus sp.*

يضم هذا الجنس فطريات واسعة الانتشار في التربة وعلى الفواكه والخضروات والخبز القديم وعلى براز الحيوانات وتعد هذه الفطريات من الملوثات الشائعة لماذا ؟
بعض انواع هذا الجنس تسبب امراضا على النباتات تعرف باسم تعفن الطرف الزهري في القرع ومرض لفحة بادرات الرز اذ ينتهز هذا الفطر وجود الجروح في النبات ليبدأالبوغ بالانبات وتكوين خيط فطري الذي يصيب النبات من منطقة الجروح ليبدأ حينها الفطر بانتاج الانزيمات الهاضمة للجدران الخلوية والصفيحة الوسطى مما يسبب في تفكيك الخلايا فتخرج العصارة النباتية وتموت الخلايا .

الفطر *Pilobolus* sp.

ينمو هذا الفطر على فضلات الخيول ويمكن الحصول عليه بتعريض فضلات الخيل الى الضوء لان الفطر يميل نحو الضوء لذا فهو يعرف بكونه ذا انتحاء ضوئي موجي Phototropism + , حامل الحوافظ البوغية لهذا الفطر يكون منتفخ في القاعدة ويسمى Troplocyst وينتهي الحامل بانتفاخ يسمى الحوصلة تحت الحويفضة Sub - Sporangoiel vesicle وتتكون فوق هذه الحويصلة الكونيدة السوداء اللون والتي تنطلق لمسافة تزيد عن المتر نتيجة لانفجار هذه الحوصلة مما يولد قوة دفع كافية لاندفاع الكونيدة لاماكن بعيدة عن الفطر , لذلك يطلق على هذا الفطر اسم قاذف القبعة . وتلتصق الكونيدة بالاعشاب التي تؤكل من قبل الخيول وتمر خلال الجهاز الهضمي وتخرج مع البراز لتنبت مرة ثانية .

مرض Mucormycosis

يسمى هذا المرض ايضا باسم الموت الاسود او المرض الكسول , تسبب بعض فطريات رتبة Mucorales هذا المرض على الانسان وهي تعود الى الاجناس *Mucor , Rhizopus , Absidia* وتحدث الاصابة نتيجة لوصول كميات كبيرة من ابواغها الى الجهاز الهضمي اذ يبدا الفطر بالتكاثر بسرعة في جدران الاوعية

الدموية مما يسبب تقطع في وصول الدم الى الانسجة مما يؤدي الى تحلل وتدمير الانسجة المصابة وتحدث الاصابة نتيجة للعدوى وتلوث التربة والمياه والبيئة .

اعراض المرض/ تختلف الاعراض على الانسان حسب الجزء المصاب ولكن يمكن ان تتضمن الاعراض حصول حمى وصداع واحمرار وتورم الانف ومشاكل بصرية مع تورم الوجه يرافقه الم كذلك تصاحب هذه الاعراض حصول تغيرات في تصرفات الشخص المصاب نتيجة لانخفاض وضائف الدماغ بسبب قلة وصول الدم اليه او اصابته بشكل مباشر . ومن مضاعفات هذا المرض هو التهاب العين قد يؤدي الى العمى , التهاب السحايا , التهاب العظام , نزيف في الرئة والجهاز الهضمي او حصول ارتشاح في الرئة , حصول التهابات بكتيرية ثانوية , وتعفن الدم ثم الموت .

ان تطور هذا المرض في الانسان يزداد عندما يكون الشخص يعاني من اي مرض يسبب له خلل في وظائف الجهاز المناعي لانه هناك نوع من الخلايا الدفاعية من نوع احادية النواة تسمى monocytes لتعتبر الخط الدفاعي الاول ضد مثل هذا النوع من الاصابات كما ان مرضى السكري يكونون اكثر عرضة للاصابة بهذا المرض .

ومن المخيب للآمال انه لحد الان لم يوجد اي لقاح مضاد لهذا المرض .

رتبة Entomophthorales

يشير الاسم الى Entomo وتعني حشرة و phora وتعني مدمر اي الفطريات المدمرة للحشرات , كما تضم هذه الرتبة ثلاث انواع فطرية ممرضة للانسان .

يكون الغزل الفطري لفطريات هذه الرتبة ضعيف التكوين بعكس فطريات الرتبة السابقة ولكن بالرغم من ضعف الغزل الفطري لهذه الفطريات الا انها تكون حوامل كونيدية سميكة تنطلق من اطرافها الكونيدات بصورة قوية , الكونيدات كبيرة الحجم , عديدة الانوية .

لقد اثارت فطريات هذه الرتبة اهتمام العديد من العلماء بسبب امكانية استخدامها في السيطرة البيلوجية وقد استطاع العلماء تنمية هذه الفطريات على اوساط زرعية صناعية لغرض دراستها .

الفطر *Entomophthora musca*

طفل هذا الفطر على الذباب لذلك يسمى بفطر الذباب Fly fungus ويعاني الذباب المصاب بهذا الفطر من الخمول والحركة البطيئة وبالتالي نجده يلتصق على زجاج النوافذ وزوايا النوافذ المتربة الغير مغسولة وتحاط الذبابة بهالة بيضاء عبارة عن حوامل كونيدية وكونيدات الفطر مما يعطي للذبابة لون فاتح ثم بعد ذلك تموت

الحشرة وبعد موتها يكون الفطر حوامل كونيدية لتنطلق الكونيدات بقوة عند نضجها وعندما تقع الكونيدةعلى جسم ذبابة فانها تفرز وسادة لاصقة تثبتها بادمة الحشرة وتخترقها وتكون داخل الحشرة خيوط فطرية تمتص المواد الدهنية للحشرة ثم تتكاثر بالخيوط داخل الحشرة بالانقسام او التبرعم فتكون ما يعرف بالاجسام الخيطية hyphal bodies ويستمر انتشار الفطر وتكاثره داخل انسجة الحشرة .

شعبة الفطريات الكيسية Ascomycota

تعتبر الفطريات الكيسية اكبر المجاميع الفطرية اذ تضم ثلاث ارباع الفطريات المصنفة اذ يصل عدد الانواع المسجلة في هذه الشعبة الى حوالي 70 الف نوع . تضم هذه الشعبة العديد من الفطريات المعروفة للكثير منها ومنها الخمائر الصناعية *Saccharomyces servisiae* والفطر المنتج لعقار البنسلين .*Penicillium* spp والفطر الذي كشف اكثير من اسرار علم الوراثة *Neurospora* crassa والفطر المنتج لسموم الافلاتوكسين الفطر *Aspergollus flavus* والفطر الممرض للانسان *Candida albicans* كما تضم العديد من الفطريات الممرضة للانسان والنبات . بعض فطريات هذه الشعبة يكون ذا معيشة تكافلية مع بعض انواع الطحالب ليكون ما يعرف بالاشنات او قد يكون نوع من العلاقات التعايشية مع جذور بعض النباتات .

مميزات شعبة الفطريات الكيسية

1. الصفة المشتركة بين جميع افراد هذه الشعبة وكما هو واضح من تسميتها هو تكوينها للكيس Ascus الذي يحتوي بداخله على الابواغ الكيسية Ascospores والتي تنتج من التكاثر الجنسي الذي قد يتم باحد هذه الانواع وهي تزواج الحوافظ المشيجية , تلامس الحوافظ المشيجية , الاقتران الجسدي او البذيري .
2. التكاثر اللاجنسي يكون بواسطة التبرعم او الانشطار كما في الفطريات أحادية الخلية (الخمائر الاعتيادية والخمائر المنشطرة) . او قد يتم من خلال تكوين الكونيدات وهو الاكثر انتشارا في الفطريات الكيسية ولا يوجد اي شكل للابواغ المتحركة في هذه الشعبة .
3. الغزل الفطري من النوع المقسم بحواجز منتظمة .
4. يتألف الجدار الخلوي في الفطريات الكيسية الاحادية الخلية او الخيطية من الكايتين والبيتاكلوكان بنسب مختلفة .
5. الغزل الفطري السائد في دورة حياة الفطر يكون احادي النواة واحادي المجموعة الكروموسومية , ويوجد هناك نوع اخر من الغزل الفطري يكون ثنائي الانوية وهو يعتبر الغزل الفطري المسؤول عن تكوين الخلايا المولدة للاكياس وخلايا الاكياس الامية .
6. تحتوي الحواجز التي تفصل بين خلايا الخيط الفطري على فتحة مركزية الموقع تقريبا ويمكن ان تغلق هذه الفتحات بواسطة اجسام ورنين Woronin bodies وظيفتها عزل الخلايا القديمة او المتضررة عن باقي خلايا الغزل الفطري .

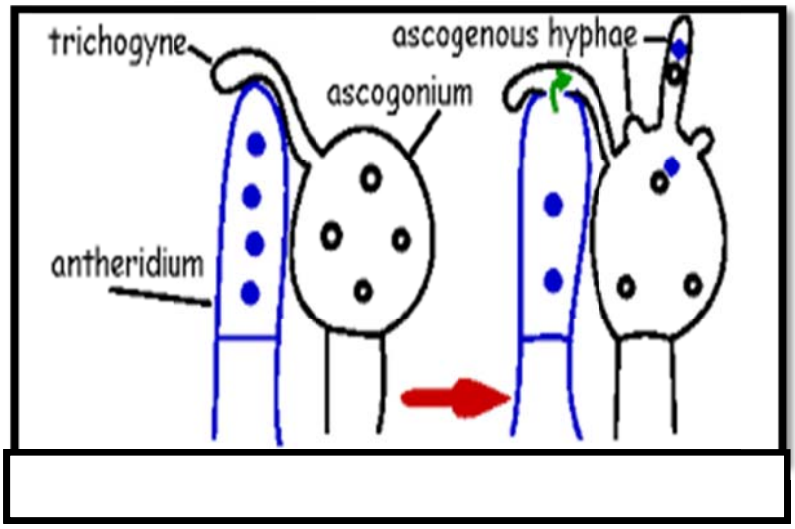
7. من المميزات المهمة للفطريات الكيسية هو تكوينها للاجسام الثمرية الكيسية Ascocarp والذي يكون باشكال مختلفة ويضم بداخله او عليه الاكياس ويكون الغزل الفطري هو المسؤول عن تكوين الاجسام الثمرية الكيسية .

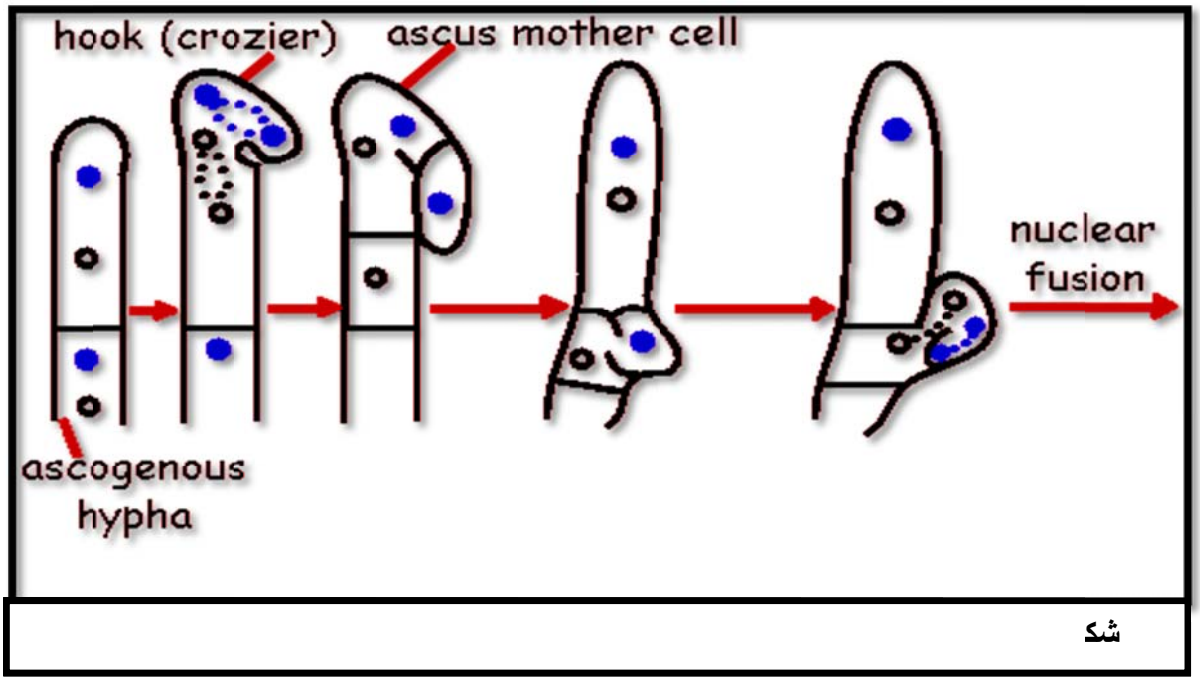
تكوين الاكياس والابواغ الكيسية

تختلف عملية تكوين الاكياس حسب المجاميع المختلفة لهذه الشعبة حيث بصورة عامة تتضمن هذه العملية الخطوات التالية :-

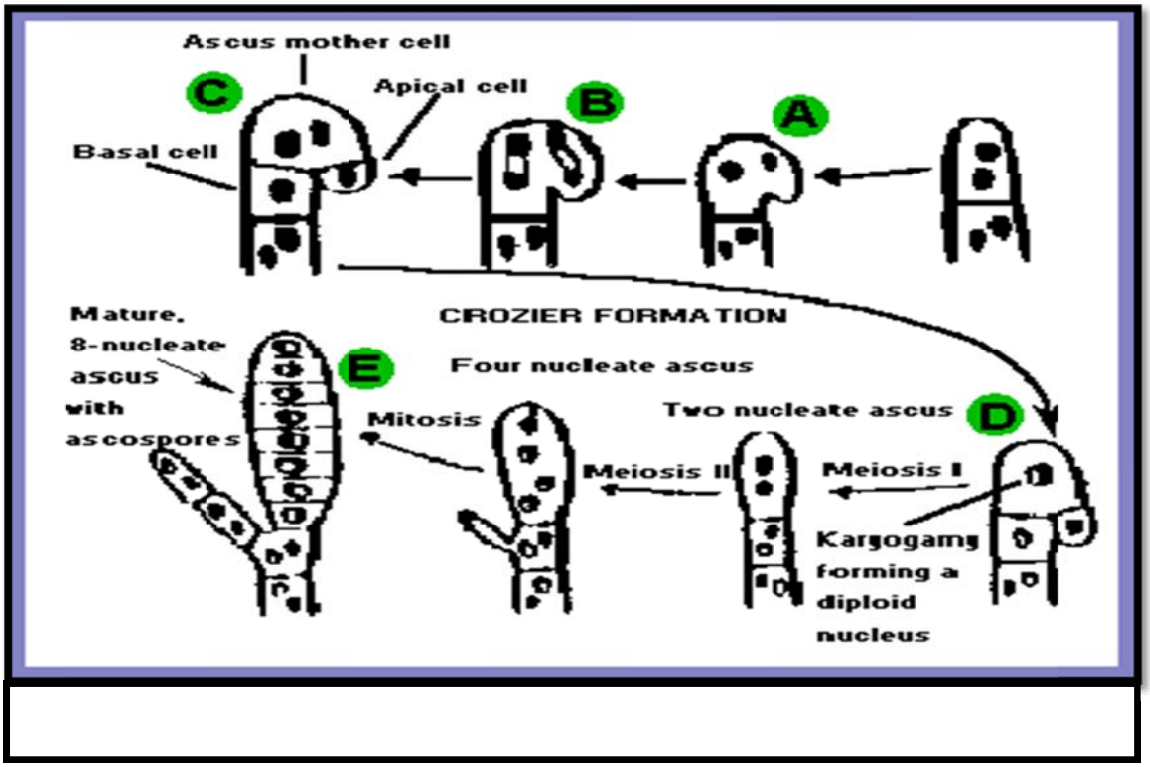
- يتكون في طرف الخيط الفطري ثنائي الانوية الاسكوكونة ascogonium او الحافظة المشيجية الانثوية والتي ينشا من سطحها الشعيرة الانثوية trichogyne في نفس الوقت تنشا من الخلية القاعدية الانثريدات الحافظة المشيجية الذكرية التي تكون اسطوانية او بيضوية الشكل .
- تنمو الشعيرة الانثوية باتجاه الانثريدة وتلتف حولها وعند نقطة التماس تنتقل الانوية الذكرية عددها 100 نواة او اكثر الى الاسكوكونة لتتحد مع الاتنية الانثوية بشكل ازواج نووية ويعتقد اغلب العلماء ان الاندماج النووي يحصل في هذه المرحلة
- يعقب هذه المرحلة ظهور او تكوين عدد من البروزات التي يتراوح عددها ما بين 15- 20 بروز من سطح الاسكوكونة .
- تستطيل هذه البروزات وتتشعب ثم تنتقل اليها الانوية المزدوجة بشكل متتابع
- تنقسم بعض هذه الازواج النووية لتكون حواجز مستعرضة تقسم الخيط الى عدة خلايا وهذه المرحلة تمثل نشوء الخيوط الكيسية ascogeous hypha والتي تتميز بتعدد الانوية عند القاعدة وقلتها في الاطراف الى ان تصبح الخلايا القريبة من طرف الخيط ثنائية الانوية .
- تستطيل الخلية الطرفية ثنائية الانوية وتنثني الى الاسفل مكونة ما يعرف بالكلاب المقوس crozier hook وتبدا عندها النواتان بالانقسام الاعتيادي لتتكون اربع انوية تنتقل احداهما الى الخلية الطرفية والاخرى تبقى في الخلية القاعدية اما الاثنان الاخريان يبقيان في الخلية القمية التي تمثل الخلية الامية المولدة للكيس وتسمى ascus mother cell
- تندمج النواتان في هذه الخلية لتكون نواة واحدة تبدا الخلية الامية بالاستطالة وتتحول الى كيس صغير او فتي young ascus يعقب ذلك حصول انقسام اختزالي للنواة الثنائية المجموعة الكروموسومية يعقبها انقسام

اعتيادي ينتج عندها تكوين اربع انوية احادية المجموعة الكروموسومية ثم يعقبه انقسام اعتيادي لتكون المحصلة النهائية 8 انوية تتحول بعد ذلك الى 8 ابواغ كيسية ascospores





شكل



ينمو فيما بين هذه الاكياس مجموعة من الخيوط تعرف بالخيوط العقيمة paraphysis التي تكون وظيفتها المساعدة في عملية تمزيق الكيس وانطلاق الابواغ الكيسية كما في ذات الوقت تنمو حول الاكياس مجموعة من الخيوط الفطرية التي تعمل على تكوين الانسجة للجسم الثمري الكيسي .

وتختلف الاكياس في شكلها وحجمها وطريقة تحرر الابواغ الكيسية منها فضلا عن طبيعة الجدار للكيس والذي على اساسه تقسم الاكياس الى نوعين هما :-

1. الاكياس ثنائية الجدار Bitunicate وهنا يتألف جدار الكيس من طبقتين متميزتين طبقة خارجية صلبة وطبقة داخلية رقيقة
2. الاكياس احادية الجدار Unitunicate وهنا يتألف الجدار من طبقتين رقيقتين متماثلتين تظهران كانهما جدار واحد .

بعد نضوج الاكياس تخرج الابواغ الكيسية من الكيس عن طريق فتحة او شق صغير الا ان بعض الفطريات الكيسية تكون اكياسها مزوجة بغطاء خاص operculum والذي يعتبر وجوده صفه مهمة في تصنيف الفطريات الكيسية .

الاجسام الثمرية الكيسية Ascocarp

تتكون الاجسام الثمرية الكيسية في الفطريات احادية الخلية بشكل خالي من الخيوط الفطرية بينما تكون في الفطريات الكيسية الخيطية محاطة بمجموعة من الخيوط الفطرية وتكون الاجسام الثمرية بعدة اشكال وهي :-

1. جسم ثمري مغلق Clestothecium

ويكون كروي او بيضوي الشكل يضم بداخله عدد من الاكياس المبعثرة ولا تخرج الابواغ الكيسية الا بعد تحلل الجدار

2. جسم ثمري قاروري Perithecium

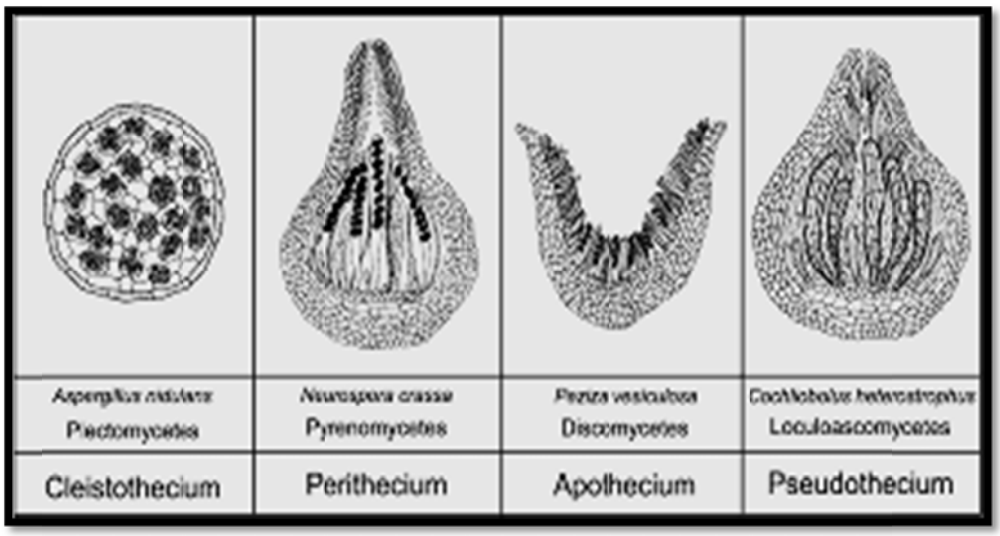
وهي اجسام ثمرية صغيرة الحجم لا يزيد قطرها عن 1 ملم ويوجد في طرف الجسم الثمري القاروري فتحة تسمى ostiole ويبطن هذا الجسم بطبقة خصبة من الخلايا التي قد تمتد الى كافة الاجزاء الداخلية للجسم الثمري او انها قد تبطن جزء محدد فقط من الجسم الثمري وينشأ عند العنق عدد من الخيوط العقيمة .

3. جسم ثمري كأسي Apothecium

ويكون كأسي او قرصي ويحمل على سطحة العلوي طبقة خصبة مكشوفة تتألف من الاكياس والخيوط العقيمة وتكون هذه الاجسام ذات اشكال والوان مختلفة .

4. الحشية الثمرية الكيسية Ascostroma

وفي هذه الحالة تكون الاكياس داخل تجاويف داخل الحشية الثمرية stroma تشبه في مظهرها الجسم الثمري القاروري لذا يصعب التميز بينهما لذا تسمى احيانا بالاجسام الثمرية القارورية الكاذبة psedothecium والتي تختلف عن الاجسام القارورية بعدم وجود جدار خاص يحيط باكياسها الثنائية الجدار .



تصنيف شعبة الفطريات الكيسية

تصنف الفطريات الكيسية حسب التصنيف المتبع من قبل Alexopoulos واخرون (1996) الى خمس صفوف ولكن Hibbett واخرون (2007) صنف الطريات الكيسية الى ثلاث تحت شعب والتي تضم الصفوف ذاتها التي وردت في تصنيف Alexopoulos مع اضافة بعض الصفوف الجديدة

تصنيف Alexopoulos واخرون (1996)

phylum :- Ascomycota

subphylum :- Ascomycotina

1-class:-Hemiascomycetes

2-class:- Plectomycetes

3- class:- Pyrenomycetes

4-class:-Discomycetes

5- class :- Loculoascomycetes

تصنيف Hibbett واخرون (2007)

phylum :- Ascomycota

1- subphylum :- Taphrinomycotina

class:- Taphrinomycetes

class :- Schizosaccharomycetes

2- subphylum :- Saccharomycotina

class:- Saccharomycetes

3- subphylum:- Pezizomycotina

class:- Dothideomycetes

class:- Eurotiomycetes

class:- Leotiomycetes

class:- Discomycetes

class:- Sordariomycetes

class:- Loculoascomycetes

class:- Pezizomycetes

class:- Lecanoromycetes

phylum :- Ascomycota

1- subphylum :- Taphrinomycotina

تمثل فطريات هذه التحت شعبة أوطأ الفطريات الكيسية من الناحية التطورية اذ ان جسمها يكون عبارة عن خلية واحدة بسيطة التركيب والصفة المميزة لهذه الفطريات انها فاقدة للاجسام الثمرية

class:- Taphrinomycetes

order :- Taphrinales

family:- Taphrinaceae

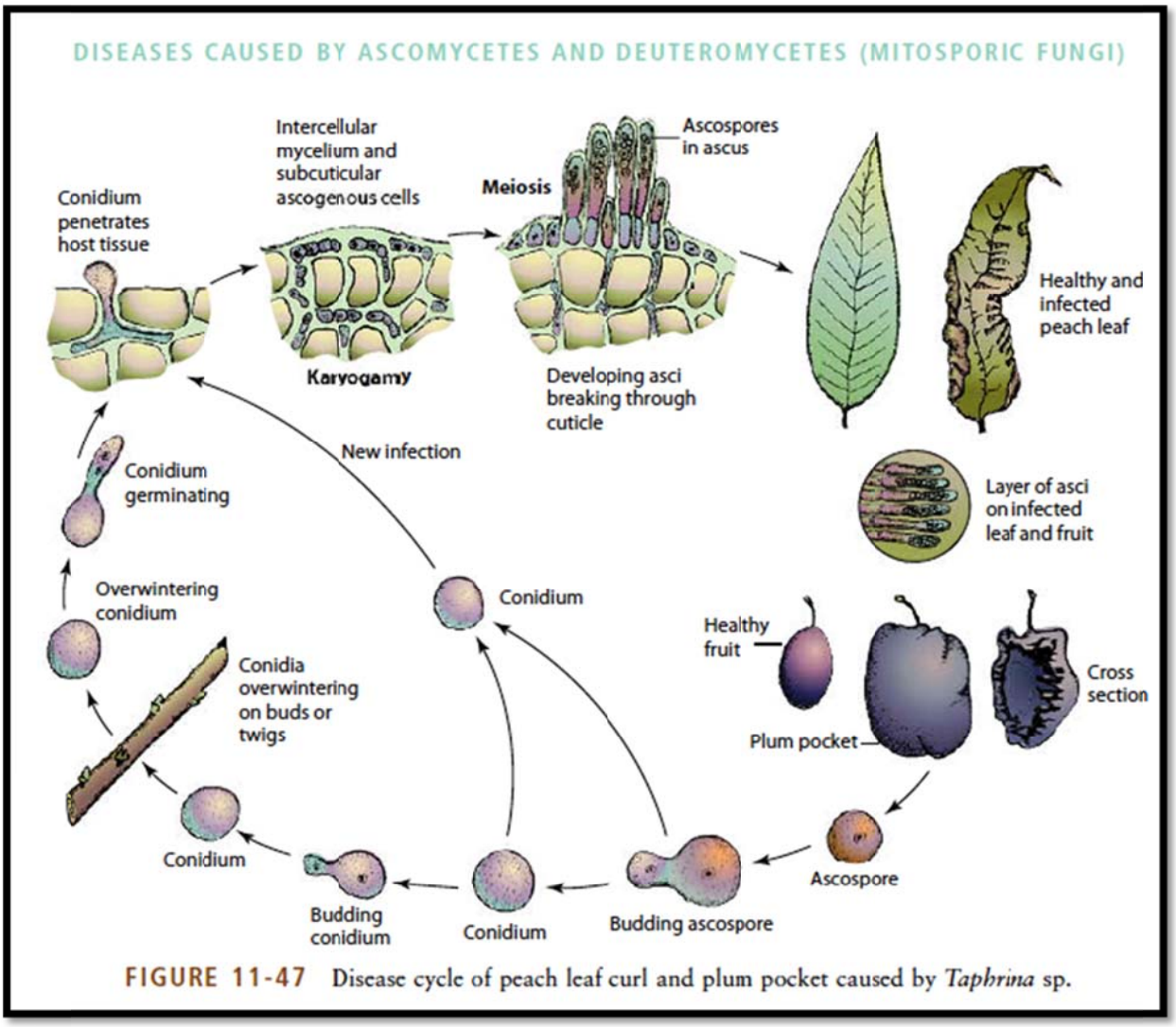
ex:- *Taphrina deformans*

* يتميز الفطر *Taphrina* والانواع العائدة لهذا الجنس بكونها ذات مظهرين او طوريين الاول يسمى بالطور الخميري ويكون احادي الخلية واحادي النواة ويمكن تنميته على الوسط الزرعي في المختبر اما الطور الثاني والذي يسمى بالطور الخيطي فيكون ثنائي الانوية , مقسم ولا يمكن تنميته على الوسط الزرعي في المختبر وتتكون الخلية المولدة للاكياس من الخلية الطرفية للخيط .

* يسبب الفطر *Taphrina deformans* مرض تجعد الاوراق leaf curl على نبات الخوخ والاشجار التي تكون بذور ثمارها حجرية . وتتمثل اعراض المرض بحصول اصفرار للاوراق وتصبح اكثر سماكة من الاوراق غير المصابة ولماعة بعدها تبدا الاوراق بالتجعد اما الاغصان فتكون منتفخة واقصر من الاغصان السليمة .

ان التسمك الذي يحصل في الاوراق يكون بسبب حصول تضخم في خلايا الطبقة العمادية في الورقة وذلك بسبب كون هذا الفطر ينتج عند تواجده داخل هذه الطبقة هرمون الاندول اسيتك اسيد IAA والذي يكون المسؤول عن تضخم خلايا هذه الطبقة .

* ينمو الخيط الفطري للفطر ما بين خلايا النبات العائل وهذا الفطر لايكون ممصات داخل خلايا العائل , ويحدث التكاثر الجنسي داخل خلايا العائل وتتكون الاكياس في طبقة البشرة في الورقة ونتيجة لضغطها على الانسجة تتمزق البشرة وتخرج الاكياس . اما بالنسبة للتكاثر اللاجنسي فيتم عن طريق تبرعم الابواغ الكيسية



دورة حياة الفطر *Taphrina* spp. المسبب لمرض leaf curl

1- subphylum :- Taphrinomycotina

class :- Schizosaccharomycetes

order :- Schizosaccharomycetales

family :- Schizosccharomycetaceae

ex:- *Schizosccharomyces* spp.

* ان الجنس الوحيد الممثل لفطريات هذا الصف هو الفطر *Schizosccharomyces* وتعرف الانواع العائدة اليه باسم الخمائر المنشطرة ويعزى ذلك الى كون تكاثرها اللاجنسي يتم عن طريق الانشطار فقط وليس عن طريق التبرعم

* يضم الجنس *Schizosccharomyces* اربعة انواع منها النوع *Schizosccharomyces pombe* الذي يستخدم في صناعة الكحول من الدخن .

* تكون جميع الخلايا احادية المجموعة الكروموسومية وينحصر الطور ثنائي المجموعة الكروموسوفية فقط عند تكوين اللاقحة والتي تعاني انقساما اختزاليا لتكون الخلايا الجسمية المتطاولة الشكل

* تكون الخلايا متطاولة وكما ذكرنا يكون التكاثر اللاجنسي من انشطار الخلية الامية الى خليتين بنويتين متساويتين في الحجم تتطاول بعد انفصالهما وبعد النضج يحدث الانشطار من جديد وهكذا .

* اما بالنسبة للتكاثر الجنسي فكل خلية تمثل حافظة مشيجية كامنة تتصلان مع بعضهما ويذوب الجدار الفاصل بينهما في نقطة الاتصال تتكون قناة تنتقل اليها النواتان وتندمجان وينساب جزء من السايتوبلازم الى القناة ثم تتوسع وتتحد الخليتين بعد تكون اللاقحة التي تعاني عدة انقسامات احدها اختزالي والمتبقي انقسام اعتيادي لينتج عنه تكون 8 ابواغ كيسية وفي هذه المرحلة تمثل خلية اللاقحة الكيس الذي يتحلل بعد النضج وتتحرر الابواغ الكيسية وبدورها تتصرف هذه الابواغ كخلية جسمية اعتيادية .

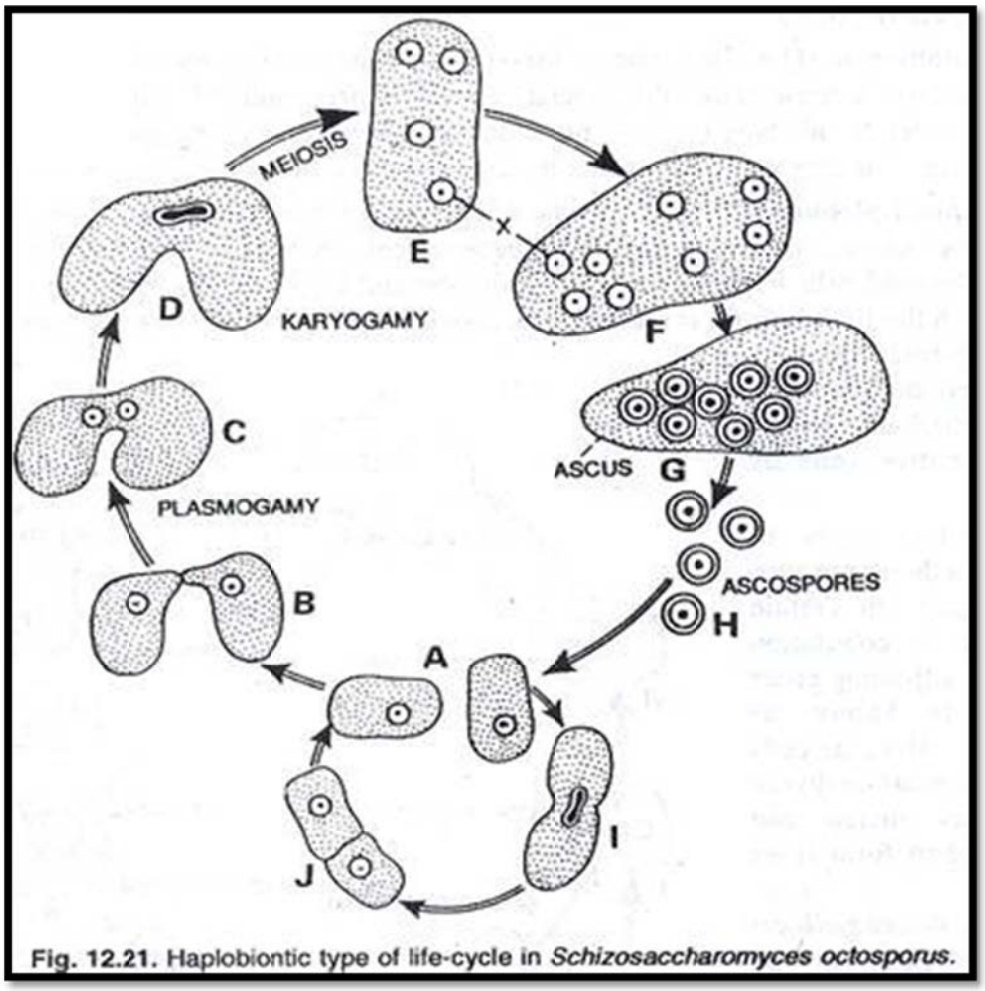


Fig. 12.21. Haplobiontic type of life-cycle in *Schizosaccharomyces octosporus*.

دورة الحياة في فطريات الخمائر المنشطرة *Schizosccharomyces*

2- subphylum :- Saccharomycotina

class:- Saccharomycetes

order :- Saccharomycetales

family :- Saccharomycetaceae

ex:- *Saccharomyces* spp. فطر خميرة الخبز

ex:- *Candida* spp. الفطر الممرض

* تضم هذه التحت شعبة فطريات احادية الخلية تسمى بالخمائر الحقيقة مثل خميرة الخبز *Saccharomyces* والفطر الممرض *Candida* ويتالف جسمها من خلية واحدة او ان هذه الخلايا قد تكون بشكل سلاسل قصيرة . تتكاثر الخمائر الحقيقة بالتبرعم .

* تمتاز فطريات الخمائر الحقيقة بقدرتها العالية على تخمير السكريات ومنها اشتق الاسم حيث تقوم هذه الفطريات بتخمير السكريات وتحويلها الى كحول وثاني اوكسيد الكربون , مما جعل هذه الفطريات ذات اهمية في مجال صناعة المعجنات والمشروبات الكحولية كما ان احتواء خلايا الخميرة على الفيتامينات جعلها تدخل في تحضير المواد الغذائية .

* كما ذكرنا جسم الفطر عبارة عن خلية واحدة يختلف شكلها حسب النوع وحتى ضمن النوع الواحد وعلى العموم يكون كروي او بيضوي او مكعب او متطاول وعند التصاق الخلايا ببعضها بشكل سلاسل تكون ما يعرف بالخيط الفطري الكاذب .

* ان الخلايا المفردة في الحالة الاعتيادية تكون عديمة اللون الا انه عند تكوينها للمستعمرات قد تكون بيضاء او كريمية اللون .

* يتم التكاثر الجنسي من خلال تكوين الابواغ الكيسية داخل الاكياس .

الفطر *Saccharomyces* spp.

يعتبرمن اهم الفطريات واشهرها لكونه يرافق الانسان منذ اقدم العضور وحتى الوقت الحاضر لانه يدخل في صناعة اهم مادة غذائية وهي الخبز . يتكاثر هذا الفطر جنسيا بتكوين الابواغ الكيسية التي يكون عددها 4 ابواغ كيسية .

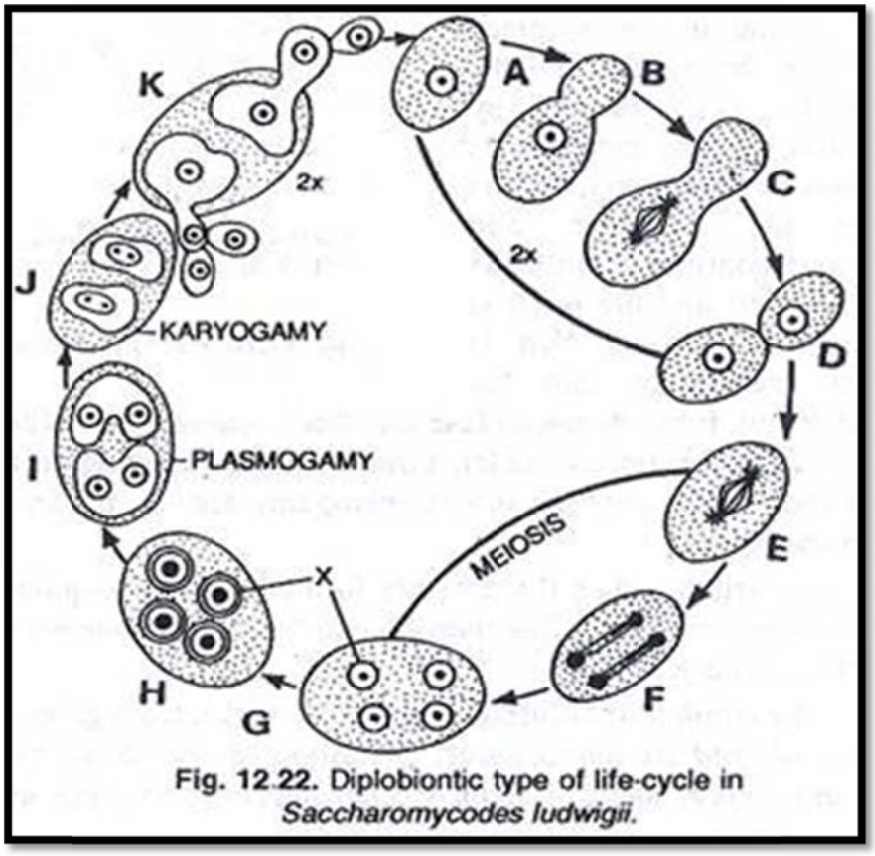


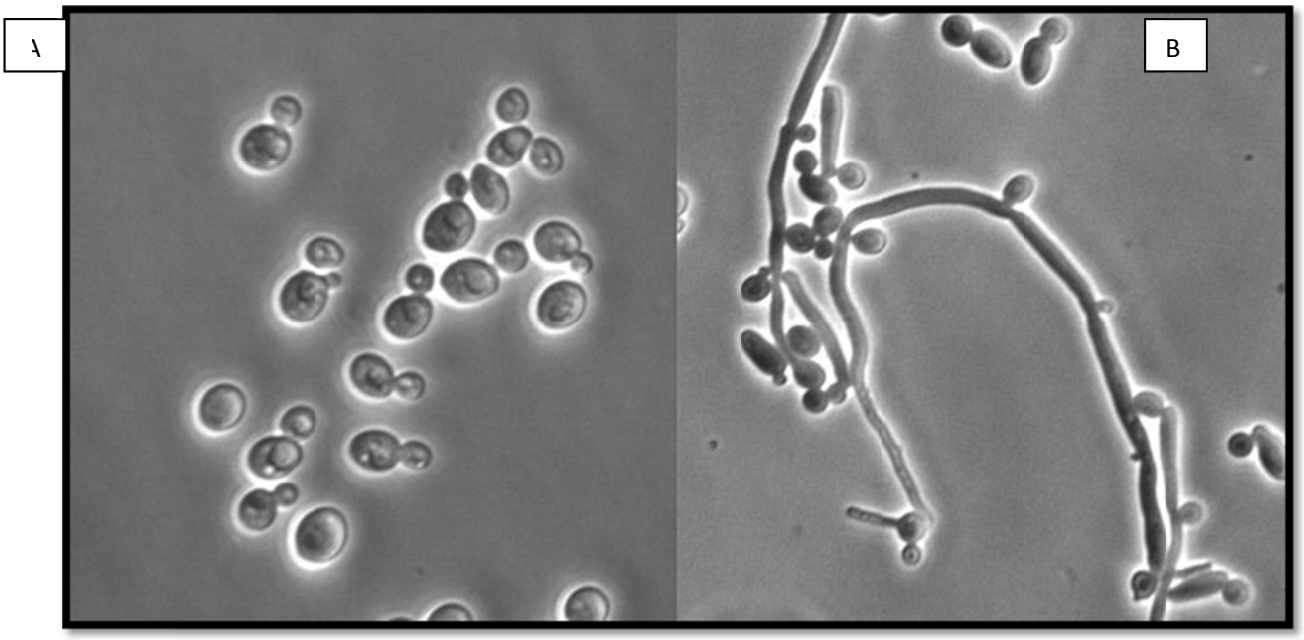
Fig. 12.22. Diplobiontic type of life-cycle in *Saccharomycodes ludwigii*.

دورة الحياة في فطريات الخمائر الحقيقة المتمثلة بالفطر *Saccharomyces* spp.

الفطر الممرض *Candida*

* يوجد في 80% من الناس بشكل طبيعي في الفم والقناة الهضمية وهو من اكثر الفطريات عزلا من الانسان ويمكن ان يتسبب وجودها الغير طبيعي في الوفاة لا سيما مع انخفاض مناعة الجسم نتيجة للاصابة بامراض مختلفة مثل مرض نقص المناعة المكتسبة (الايدز) , السرطان و السكري

* لم يعرف التكاثر الجنسي في هذا الفطر وتكون الخلايا الخضرية بشكل ثنائي المجموعة الكروموسوية وهو يكون بالاضافة الى الشكل الخميري يكون الشكل الخيطي الكاذب ويختلف مظهر الفطر حسب سلالة الفطر والعائل ونوع النسيج المصاب



الفطر candida spp. الطور الخميري (A) والطور الخيطي الكاذب (B)

الخميرة القاتلة Killer yeast

وهي خميرة تنتج بروتين سام للخمائر الاخرى الحساسة دون تاثر الخميرة المنتجة له , حيث ان البروتين السام المنتج يكون في بادئ الامر غير فعال الا انه عند وصوله الى غشاء خلية اخرى ينفصل الى جزء غير سام يبقى على غشاء الخلية المنتجة وجزء سام يرتبط بغشاء الخلية الحساسة . ويتحكم بانتاج هذا السم نوع من الفايروسات الذي يكون مزدوج RNA .

3- subphylum:- Pezizomycotina

تعتبر من اكبر تحت شعب الفطريات اذ تضم اكثر من 32000 نوع مشخص من ضمنها العديد من الفطريات التي تميز باهميتها البيئية والاقتصادية فهي تشمل محللات الاخشاب والمتبقيات النباتية وفطريات اخرى تكافلية المعيشة لتكون المايكورايزا والاشنات اذ حوالي 40 % من الفطريات التي تكون الاشنات تعود الى هذه التحت شعبة اي بالمجمل شعبة الفطريات الكيسية , كما تضم فطريات اخرى مرضية تسبب الضرر والامراض للنبات والحيوان والانسان كما تضم انواعا مفيدة كالفطر Penicillium chrysogenum الذي ينتج منه المضاد الحيوي البنسلين بالاضافة الى بعض الفطريات التي تدخل في الصناعات الغذائية من المميزات التي تتميز بها هذه التحت شعبة هي :-

1- جسمها خيطي ولكن توجد بعض الانواع ثنائية المظهر

2- الخيط الفطري مقسم بانتظام

3- معظم خلايا الغزل الفطري تكون احادية النواة احادية المجموعة الكروموسومية

4- كما ذكرنا سابقا تضم هذه التحت شعبة 10 صفوف ذكرنا 8 منها في التصنيف وستتم دراسة بعض الصفوف المهمة .

subphylum:- Pezizomycotina

1- class :- Dothideomycetes

* كانت فطريات هذا الصف تسمى سابقا بالفطريات الكيسية المسكنية Loculoascomycetes وسمية بهذا الاسم لان الاجسام الثمرية الكيسية تتكون داخل فراغات تسمى بالمسكن وتتميز بالتالي :-

*الاجسام الثمرية من نوع الاجسام الثمرية القارورية الكاذبة Psedoperithecium والتي توجد داخل نسيج يسمى بالحشية الكيسية Ascostroma

* قد تكون الحشية وحيدة المسكن unilocular او قد تكون متعددة المساكن polylocular فاذا كانت الحشية من نوع وحيد المسكن عندها يكون من الصعوبة التميز بينها وبين الجسم الثمري القاروري

* تكون الاكياس من نوع ثنائية الغلاف

* يصنف هذا الصف الى عدة تحت صفوف والتي بدورها تقسم الى رتب وعوائل منها

sub- class :- Pleosporomycetidae

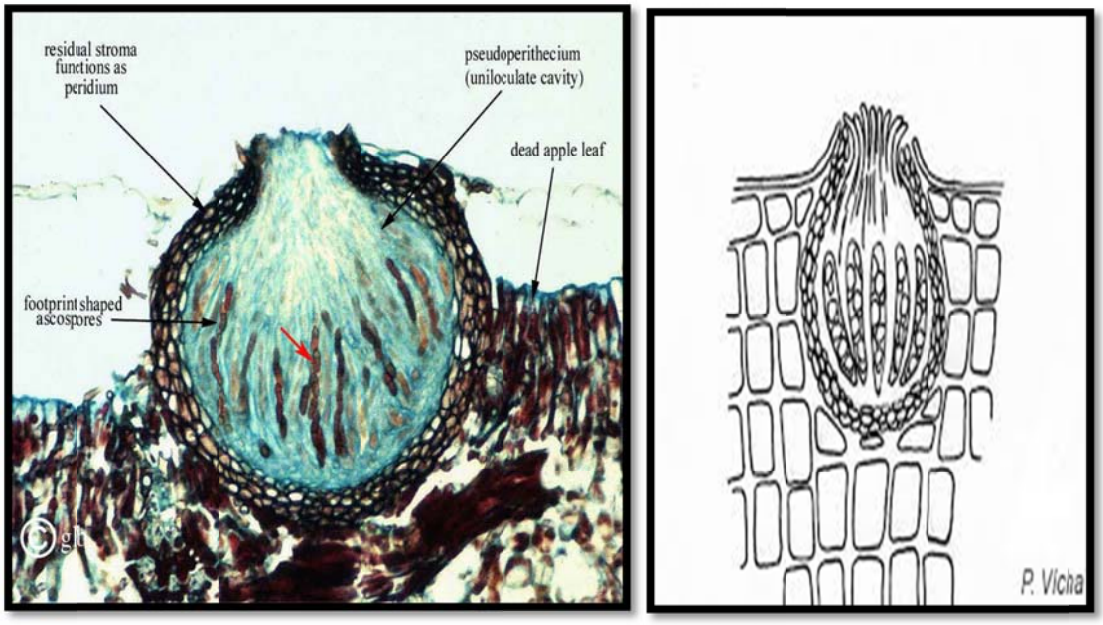
order :- Pleosporales

family :- Venturiaceae

ex:- *Venturia* spp.

يسبب الفطر *Venturia inaequalis* مرض جرب التفاح Apple scab يسبب هذا المرض خسائر كبيرة فى مزارع التفاح حيث يصيب الأوراق والثمار ويسبب خسائر فى المحصول ويعتبر عامل محدد لزراعة التفاح يحتاج الفطر المسبب لظروف جوية معينة هى درجات حرارة من 15 - 22 ° م مع رطوبة نسبية 95 ٪ ويختفى المرض أو تقل أهميته فى المناطق الجافة جداً أو المناطق التى يسود فيها درجات حرارة مرتفعة .

تظهر الإصابة على السطح السفلى للأوراق (للنموات الجديدة) على هيئة بقع باهتة لونها أخضر زيتونى بينما فى الأوراق الكبيرة تكون البقع على السطح العلوى أكثر تحديداً ويصبح لونها بنى داكن ثم إلى الأسود وتأخذ شكل يشبه الجرب . تظهر الإصابة على الثمار الصغيرة على هيئة بقع صغيرة داكنة اللون عنها فى الأوراق وفى حالات الإصابة الشديدة تلتحم هذه البقع على الثمار مكونة نسيج فلينى يوجد به تشققات عميقة نتيجة لعدم إنتظام النمو وتصبح الثمار المصابة غير مقبولة من الناحية التسويقية .



الجسم الثمري القاروري الكاذب في الفطر *Venturia inaequalis*

subphylum:- Pezizomycotina

2- class :- Eurotiomycetes

كانت فطريات هذا الصف تسمى سابقا بالفطريات الكيسية المغلقة Plectomycetes وذلك لانها تكون اجساما ثمرية من النوع المغلق وتتميز فطريات هذا الصف بكونها :-

* الجسم الثمري من النوع المغلق clestothecium

* الاكياس من نوع ابتدائي الغلاف او احادية الغلاف رقيقة الجدران كروية الى كمثرية الشكل في بعض الانواع يتلاشى الدار في الكيس

* الاكياس تكون مبعثرة داخل الجسم الثمري ولا تحتوي على طبقة خصبة

* الابواغ الكيسية احادية الخلية

* تظهر فطريات هذا الصف اشكالا لا جنسية مميزة اذ انها تتكاثر لاجنسيا بتكوين الكونيدات التي تحمل على الحوامل الكونيدية وتتميز باشكالها المختلفة كما يختلف ترتيب الكونيدات على الحوامل الكونيدية لذا تعتبر هاتين الميزتين من الصفات التشخيصية المهمة

* فطريات هذا الصف تعيش بصورة رمية او طفيلية او تكون الاشنات

* يضم هذا الصف ثلاث تحت صفوف وسيتم التطرق الى تحت صف واحد وكما يلي

sub- class :- Eurotiomycetidae

order :- Eurotiales

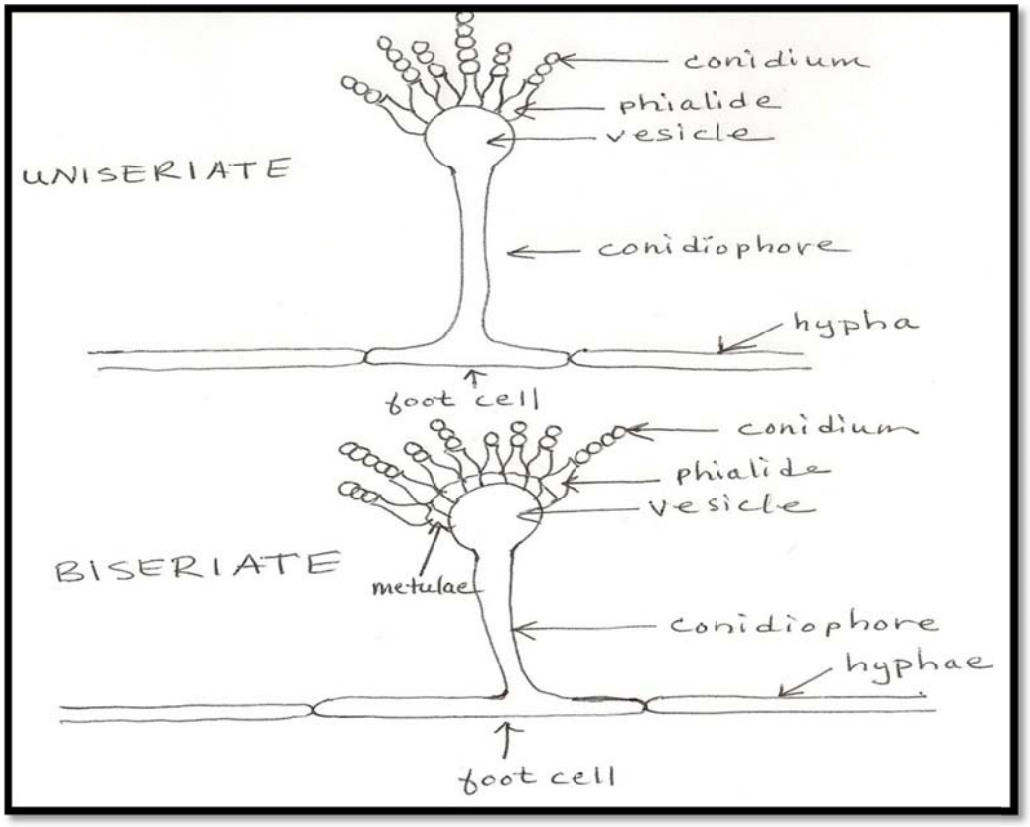
family :- Eurotiaceae

ex:- *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp.

الفطر *Aspergillus* spp.

يضم هذا الجنس تقريبا 100 نوع ويتميز الفطر بحامله الكونيدي الذي ينشا من الخيط الفطري من خلية تسمى بخلية القدم foot cell وينتهي الحامل بانتفاخ يسمى بالحوصلة vesicale التي تحمل على سطحها مجموعة من التراكيب القارورية الشكل والتي تسمى بالفاليدات والتي يختلف في طريقة حملها على الحوصلة ولذلك تقسم الى نوعين

1. النوع الاول يسمى احادي الصف Uniseriate اذ تحمل الفاليدات في هذا النوع مباشرتا على الحوصلة
2. النوع الثاني يسمى ثنائي الصف Biseriate وهنا تحمل الفاليدات على اذرع Matulaتنشأ على سطح الحوصلة



رسم توضيحي لطرق حمل الفاليدات على الحوصلة في الفطر *Aspergillus* spp.

* تكون الكونيدات بالوان مختلفة حسب النوع ووسط النمو وتترتب بشكل سلاسل طويلة على الفاليدات
* تم عزل انواع هذا الفطر من مختلف البيئات حتى من غبار الجو او الهواء كما ان البعض منها يسبب امراضا للانسان كالفطر *Aspergillus niger* والفطر *Aspergillus funigatus* اذ ان لكلا الفطرين القدرة على اصابة المجاري التنفسية للانسان وكذلك الحيوان مسببا مرضا يعرف باسم (Asperigllosis)الذي تكون اعراضه مشابهه لاعراض مرض التدرن الرئوي , اما النوع *Aspergillus nidnlaus* فقد تم عزله من اضافر واصابع اليد والتي تظهر عليها تحببات سوداء اللون , اما الفطر *Aspergillus flavus* فيتميز بافرازه لبعض السموم القوية التي تعرف

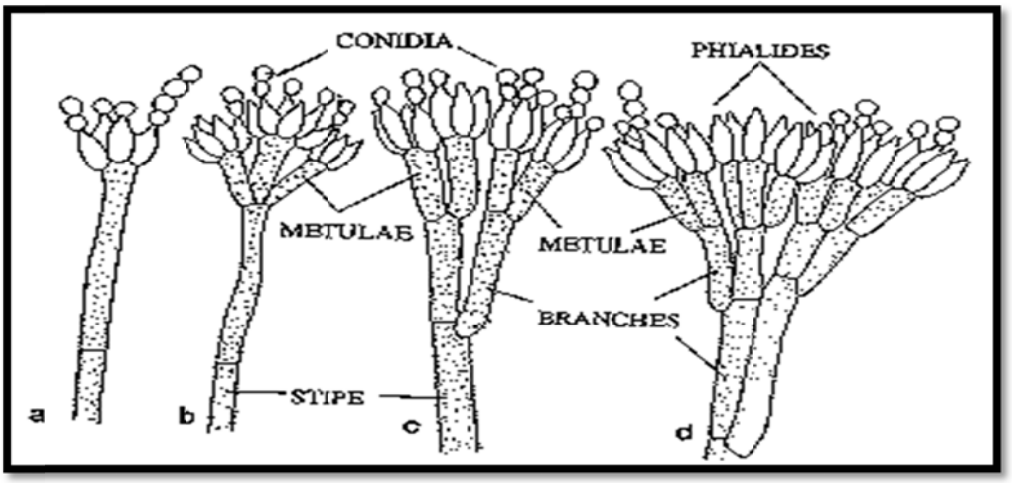
باسم (Aflatoxins) والتي تفرز عند نمو هذا الفطر على الحبوب المخزونة بشكل سيء وعند تناولها من من قبل الانسان او تلك التي تستخدم كعلف للحيوانات فانها تسبب سرطان الكبد والكلى . الا ان الفطر *Aspergillus niger* يستخدم تجاريا لانتاج حامض الستريك وصناعة الاجبان كما ان بعض الانواع لها القدرة على انتاج المضادات الحياتية فضلا عن ان هذا النوع اثبتت الدراسات قدرته على انتاج بعض الهرمونات النباتية المحفزة للنمو كالجبرلين الذي يعجل من عملية الازهار ويساعد على استطالة السيقان لذا فان لهذا الفطر اهمية في مجال التسميد الحيوي .

الفطر *Penicillium* spp.

تتمايز انواع الفطر بتراكيبها التكاثرية اللاجنسية التي تشبه الفرشاة اذ ان الحامل الكونيدي يكون متفرع وطبيعة هذا التفرع تساعد في تشخيص الانواع التابعة لهذا الجنس . ينتهي الحامل المتفرع بتجمعات من الفاليدات الدورقية الشكل وتتكون الكونيدات بشكل سلاسل جافة على الفاليدات اذ تكون الاحدث تكوينا هي الاقرب الى الفاليدة .

هناك ثلاث انواع من التفرع في الحامل الكونيدي للفطر *Penicillium* spp. وهي :-

1. احادي التفرع monoverticillate :- وفيه يكون الحامل الكونيدي غير متفرع ويحمل مباشرتا على قمة الحامل مجموعة من الفاليدات .
2. ثنائي التفرع biverticillate :- اذ يحمل الحامل الكونيدي مجموعة من الاذرع matula التي بدورها تحمل عليها الفاليدات .
3. ثلاثي التفرع terverticillate :- اذ يمتلك الحامل مجموعة من الفروع branches التي بدورها تحمل مجموعة من الاذرع التي تحمل عليها الفاليدات



رسم توضيحي لأنواع التفرع في الحامل الكونيدي في الفطر *Penicillium* spp.

subphylum:- Pezizomycotina

3- class :- Leotiomycetes

* كانت فطريات هذا الصف تسمى سابقا بالفطريات القرصية Discomycetes غير الغطائية من مميزات هذا الصف ان الجسم الثمري يكون من النوع الكاسي Apothecium والذي تكون الاكياس مكشوفة على سطحه , الاكياس تكون احادية الغلاف غير غطائية inoperculate اي انها تحتوي على فتحة بدون غطاء اما الاكياس الغطائية operculate فانها تحتوي في طرفها على فتحته وغطاء . وفي بعض الانواع وهي قليلة يكون الجسم الثمري من النوع المغلق .

* فطريات هذا الصف متنوعة من الناحية المظهرية والبيئية اذ ان العض منها يكون كبير الحجم كما في الفطر *Cyttaria* او ان البعض يكون صغير الحجم , كما يضم هذا الصف انواعا تسبب الامراض للنبات كفطريات البياض الدقيقي powdery mildew fungi .

الجسم الثمري الفطر *Cyttaria* spp.

class :- Leotiomycetes

order :- Erysiphales

family :- Erysiphaceae

ex: *Erysiphe* spp.

إحدى فطريات البياض الدقيقي

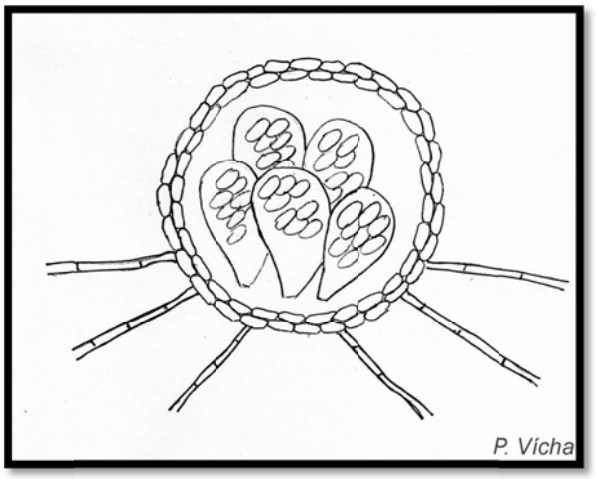
* تضم هذه الرتبة عائلة واحدة وكما موضح اعلاه والتي بدورها تضم نوع بعضها يكون اجباري التطفل على النبات مسببا بذلك مرض يعرف باسم مرض البياض الدقيقي powdery mildew والتي تصيب مجموعة واسعة من النباتات تصل الى 40000 نوع نباتي تعود اغلبها الى نباتات ذوات الفلقتين .

* الجسم الثمري في هذه الفطريات يكون من النوع المغلق برتقالية الى حمراء تصبح سوداء عند النضج ويوجد على سطح الجسم الثمري زوائد ذات اشكال معينة وربما تكون وظيفة هذه الزوائد هي المساعدة في تثبيت الجسم الثمري على سطح النبات الذي يمتلك شعيرات . وتوجد داخل الجسم الثمري الاكياس التي تكون احادية الغلاف وتضم بداخلها الابواغ الكيسية التي تتحرر منها بعد حصول شق في الجسم الثمري مما يؤدي الى خروج الاكياس وبالتالي تتحرر البواغ الكيسية الى الخارج .

* التكاثر اللاجنسي من خلال تكوين الكونيدات والتي تحمل بشكل مفرد او بشكل سلاسل او سلاسل كاذبة

الفطر ***Erysiphe***

كما ذكرنا سابقا ان انواع هذا الفطر تسبب مرض البياض الدقيقي powdery mildew على العديد من النباتات اذ ان الغزل الفطري للفطر ينمو على سطح البشرة ويرسل ممصاته الى داخل خلاياها لامتصاص الغذاء ويكتسب الجزء المصاب طبقة مسحوقية بيضاء اللون تمثل كونيدات الفطر ومن هنا اكتسب المرض اسم البياض الدقيقي ان هذا الفطر يصيب جميع الاجزاء الهوائية للنبات باستثناء الجذور



الجسم الثمري للفطر *Erysiphe* spp والذي يظهر شكل الاكياس التي تحتوي على عنق قصير

المحاضرة الحادية عشر

subphylum:- Pezizomycotina

4- class :- Discomycetes

صف الفطريات القرصية نستدل من الاسم ان الجسم الثمري لها يكون من النوع الكأسي Apothecium وتكون اشكال الكاس متنوعة فهي قد تشبه الكاس او الاسفنج او المخ او بشكل صولجاني , ولكن في بعض الانواع من هذا الصف وهي الكماة يكون الجسم الثمري لها من النوع المغلق بعض فطريات هذا الصف رمية والاخرى ذات معيشة تكافلية مع الطحالب لتكون الاشنات والبعض منها طفيلي يسبب الامراض اهم ما يميز هذا الصف الاتي :-

1- الجسم الثمري من النوع الكاسي مختلف الاحجام وفي البعض منها يكون من النوع المغلق
2- يحتوي الجسم الثمري على الطبقة الخصبة التي تسمى Hymenium التي تتكون على سطحها الاكياس
3- تكون الاكياس بشكل بيضوي او اسطواني يفصل فيما بينها الخيوط العقيمة
4- قد تكون الاكياس غطائية operculate او غير غطائية inoperculate

تقسم الفطريات القرصية الى ثلاث مجاميع كل مجموعة تضم عدة رتب وهذه المجاميع هي :-

1. الفطريات القرصية غير الغطائية Inoperculate discomycetes مثال على هذه المجموعة الفطر *Monilinia* spp.
2. الفطريات القرصية الغطائية Operculate discomycetes مثال عليها فطر الكمأة *Tuber*
3. الفطريات القرصية المكونة للاشنات

الفطريات القرصية غير الغطائية

Order :- Helotiales

Family :- Sclerotiniaceae

ex:- *Monilinia fucticola*

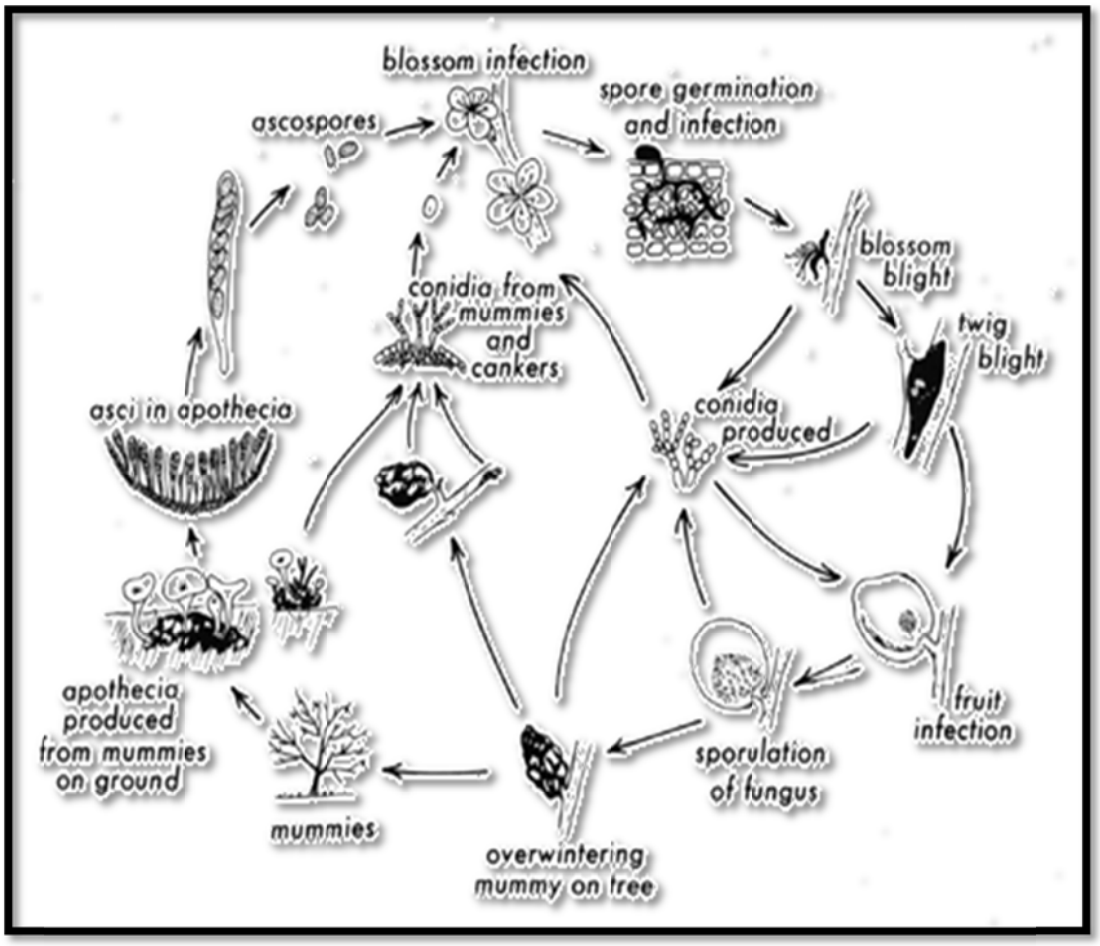
يسبب الفطر *Monilinia fucticola* مرض التعفن البني Brown rot على الثمار ذات النوى الحجرية كالمشمش و الخوخ وتختلف اعراض الاصابة بالمرض حسب مرحلة النمو للنبات وحسب دورة حياة الفطر الممرض .

* تبدا الاصابة عند انطلاق البوغ الكيسي ascospore واستقراره على اوراق او ازهار الشجرة فينبت عندها البوغ الكيسي ويمتد الى داخل انسجة العائل مسببا اصابتها باللفحة التي تكون غصنية او ورقية او زهرية , بعدها يبدا الغزل الفطري بالنمو داخل انسجة العائل .

* وبعد ان ينمو الغزل الفطري داخل الانسجة يبدا بتكوين الكونيدات البيضوية بشكل سلاسل ويسمى هذا الطول بالطور المونيلي Monilia stage .

* تنتقل الكونيدات الى نبات أخر في نفس الحقل او حقول أخرى وقد تصيب هذه الكونيدات الثمار عن طريق الخدوش الموجودة عليها بسبب الحشرات او نتيجة للعوامل البيئية وتظهر على الثمار اعراض الاصابة بشكل بقع بنية ناتجة عن الانزيمات التي يفرزها الفطر والتي تذيب الصفيحة الوسطى وتفكك خلاياها لتسهل تغلغل الفطر خلالها الى ان تمتلئ الثمرة بالغزل الفطري الذي يحل محل انسجتها ثم تصفر وتجف الثمرة وتسقط على الارض وتسمى هذه الثمرة الجافة المغطاة بالحوامل الكونيدية باسم الثمرة المومياء mummufied fruit

* بعد مرور سنة الى ثلاث سنوات يقوم الفطر الموجود داخل الثمرة المومياء الميتة بتكوين اجسام ثمرية كاسية بنية اللون محمولة على سيقان تنشا من الحشية الثمرية الموجودة داخل الثمرة المصابة وتنطلق الابواغ الكيسية بعد نضج الاكياس لتتكرر الاصابة من جديد .



مخطط دورة حياة الفطر *Monilinia fucticola* المسبب لمرض التعفن البني

الفطريات القرصية الغطائية

Order :- Pezizales

Family :- Tuberaceae

* فطريات هذه الرتبة تكون ذات اجسام ثمرية مغلقة ارضية او شبه ارضية او فوق ارضية

* بعض افراد هذه الرتبة يعيش بشكل مترمم على المواد العضوية في التربة والبعض منها ذي معيشة تكافلية مع جذور النبات مثل الفطر *Tuber* الذي يتواجد دائما مع اشجار البلوط في فرنسا .

* ان الجسم الثمري لفطر الكمأة يكون من النوع المغلق الذي يتواجد تحت الارض وتحرر الابواغ من الجسم الثمري عندما تتناولها الحيوانات

* يظهر في المقطع العرضي للجسم الثمري للكمأة انه يتالف من غلاف خارجي خلاياه مثخنة الجدران ومنطقة داخلية مثخنة الجدران ومنطقة داخلية خصبة تتخللها قنوات او عروق كثيرة تمثل الطبقات الخصبة التي تتصل بالسطح الخارجي بواسطة ثقب واحد او اكثر .

* تكون الاكياس داخل الجسم الثمري كروية الشكل او بيضوية متسعة

* الابواغ الكيسية كروية , شوكية ذات جدار معقد متعدد الطبقات

* مراحل التكاثر الجنسي التي تؤدي الى تكوين الاجسام الثمرية غير معروفة ذلك لانها تتم تحت الارض الا انه يعتقد ان الاسكوكونة غير موجودة ويحدث الاندماج النووي عن طريق الاقتران الجسدي وتنشا الخيوط الكيسية من خلايا الخيط الفطري الثنائي الانوية .

* ان الطور الكونيدي او اللاجنسي لهذه الفطريات بقي مجهول لمدة طويلة الا ان الدراسات الجزيئية الحديثة اثبتت وجود الطور اللاجنسي الكونيدي في هذه الفطريات

* تضم فطريات هذه الرتبة مجموعة مهمة من الفطريات وهي الكمأة Truffle بنوعيها الحقيقية والزائفة اذ ان نعظم انواعها تكون صالحة للاكل وفي العراق توجد عدة انواع تنتمي الى الجنسين *Tirmania* و *Terfezia* وهما يضمان انواع الكمأة التي تعرف بالكمأة المزيفة والتي تنتشر في البيئات شبه الجافة في الشرق الاوسط كالعراق وسوريا والكويت وفلسطين وغيرها اما الكمأة الحقيقة التي تعود الى جنس *Tuber* فتوجد في البيئات الباردة او المعتدلة الحرارة بالاضافة تكون الكمأة الزائفة الابواغ الكيسية لها تحمل بشكل يشبه العش مفصولة عن بعضها بواسطة انسجة عقيمة .

Subphylum:- Pezizomycotina

5- Class :- Sordariomycetes

فطريات هذا الصف تكون اجساما ثمرية من النوع القاروري Perithecium , تكون الاكياس احادية الغلاف غير غطائية وبالرغم من ذلك الا ان بعض الانواع تكون نهايات الاكياس فيها مثخنة الجدار يخترقها ثقب صغير . الا انه توجد بعض الانواع تكون اجسامها الثمرية من النوع المغلق ذات اكياس ابتدائية الغلاف غير غطائية .

يعتبر هذا الصف من اكبر صفوف الفطريات الكيسية اذ يضم 600 جنسا و 3000 نوعا معروف , كما يضم هذا الصف فطريات ذات علاقة تعايشية مع الطحالب والتي تعرف بالاشنات , كما ان هناك بعض الانواع رمية والبعض الاخر طفيلية مرضية للنبات مثل الفطر المسبب لمرض الاركوت *Clavicpps* .

Class :- Sordariomycetes

Order : Hypocreales

Family :- Clavicipitaceae

ex:- *Caviceps parpurea*

* يكون الجسم الثمري قاروري يوجد داخل حشية فطرية ملونة براقة او داكنة اللون وغالبا برتقالية او صفراء

* الاكياس اسطوانية , ضيقة , طويلة ذات قمة مثخنة الجدران تحتوي على ثقوب اسطوانية طويلة .

* الابواغ الكيسية خيطية تمتد على طول الكيس

* الخيوط العقيمة تنشأ من الجدران الجانبية للجسم الثمري

الفطر *Caviceps parpurea*

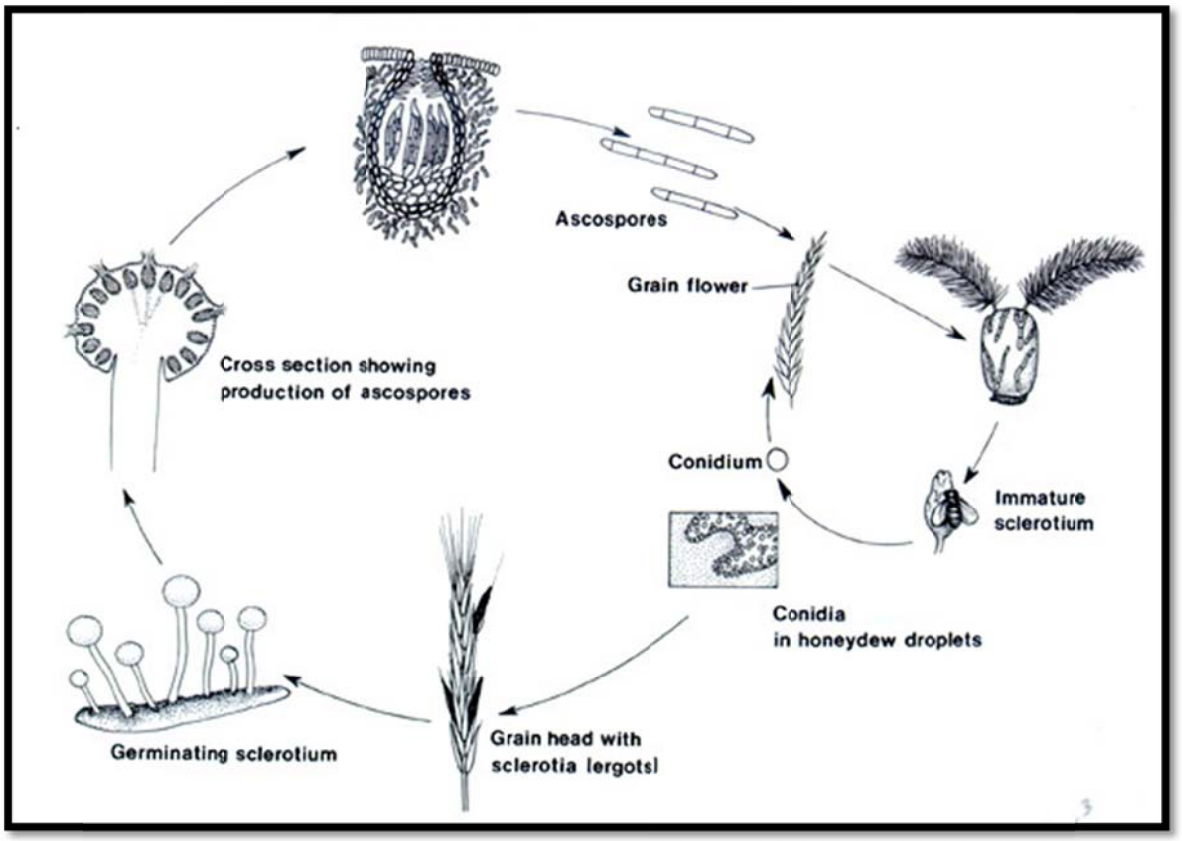
* يسبب هذا الفطر مرض الاركوت Ergot على الحشائش والحبوب وهو شائع على الشيلم والحبوب الاخرى .

* تتميز النباتات المصابة بهذا الفطر بكون البذور غير حاوية على بذور بل تحل محلها الاجسام الحجرية المقوسة التي تكون ارجوانية اللون حاوية على مواد قلويدية سامة التي يمكن ان تسبب مرضا شديدا او الموت اذا تم تناولها وتختلف الاعراض بين الانسان والحيوان اذ يصاب الانسان بحالة تسمم تعرف باسم Ergotism وذلك عند تناول الخبز المصنوع من الشيلم الملوث بهذه الاجسام الحجرية اما بالنسبة لاعراض التسمم على الانسان فتشمل حصول انقباض

في الاوعية الدموية وضعف الدورة الدموية مما يسبب فقدان الاطراف و حصول حالة من التشنج والهذيان , اما بالنسبة لحيوانات الماشية اذا تناولت العلف الملوث بهذه الاجسام الحجرية فذلك يؤدي الى اسقاط الاجنة او ولادة اجنة مشوهة .

* فضلا عما ذكر من اضرار هذه الاجسام الحجرية للفطر الا ان لها بعض الاستعمالات الطبية اذ تستخلص من هذه الاجسام الحجرية بعض المركبات التي تستعمل لتعجيل عملية الولادة من خلال زيادة تقلصات الرحم وايقاف النزف اثناء الولادة كما البعض يستعمل لعلاج داء الشقيقة ومن الاسماء التجارية لهذه الادوية مثل ergotaminine و ergotinine و ergotamine وبسبب هذه الاستخدامات فان بعض الشركات والمؤسسات تقوم بزراعة نبات الشيلم لغرض انتاج هذه الاجسام الحجرية من خلال الاصابة الصناعية للنباتات بالفطر الممرض .

* فيما يخص دورة حياة الفطر والمرض فهي تبدا بانبات الاجسام الحجرية بعد سقوطها على الارض من السنابل المصابة بعد قضاء فترة الشتاء ويكون الجسم الحجري بعد انباته اجساما ثمرية قارورية داخل حشية فطرية ويتراوح طول هذه الحشية اللحمية القوام من 10-20 ملم وتضم في داخلها اكثر من جسم ثمري . تنتج الاكياس ابواغا كيسية ابرية التي تسقط على ميسم الزهرة وتنبت وتخترق نسيج النبات وينمو الخيط الفطري ما بين الخلايا وصولا الى الانسجة الوعائية في قاعدة المبيض . بعدها يبدا الغزل الفطري بتكوين الحشية الكونيدية التي تحتوي على تجاويف مبطنة بفاليدات تحمل عليها سلسلة من الكونيدات وتتجمع الكونيدات داخل قطيرات سائلة لزجة سكرية تعرف بالندى العسلي الذي يجذب الحشرات وتسهم بانتقال الكونيدات من التي تنتقل الى الازهار السليمة عندها تبدا الاصابة الثانوية التي يكون الطور المسبب لها الكونيدة وفي نهاية الموسم تتكون الاجسام الحجرية من خلال تصلب الغزل الفطري ويكون حجم الجسم الحجري ثلاث اضعاف حجم البذرة .



دورة حياة الفطر *Caviceps parpurea* المسبب لمرض الاركوت

المحاضرة الثانية عشر

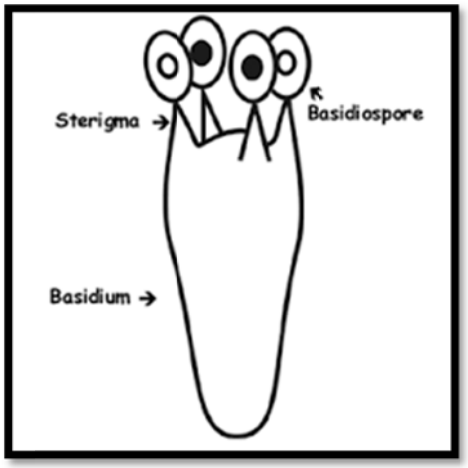
شعبة الفطريات البازيدية Phylum :- Basidomycota

تضم شعبة الفطريات البازيدية حوالي 30000 نوعا من الفطريات والتي تشكل حوالي 37 % من مجموع الفطريات المشخصة , ومن اشهر هذه الانواع فطر العرهون او المشروم Mushroom القابل للاكل كفطر عش الغراب agarucus bisporus والفطر المحاري وفطريات الشايتيك والتي تكون اجسامها الثمرية الكبيرة ذات قيمة غذائية ومحتوى بروتيني عالي , كذلك تضم هذه الشعبة الفطريات المعروفة باسم الكرات النافثة ونجوم الارض والفطريات الجيلية .

كذلك تلعب الفطريات البازيدية الرمية دورا مهما في دورة العناصر في الطبيعة لاسيما عنصر الكربون , كما ان البعض منها يكون علاقة تعايشية مع جذور النباتات كما ان البعض منها يعتبر من الانواع المرافقة لبعض الحشرات كالخنافس والنمل وغيرها , كما تستخدم بعض الانواع في صناعة الورق وذلك بالاعتماد على نشاطها الانزيمي , فضلا عن ذلك تضم هذه الشعبة مجموعة من اخطر الفطريات على النبات وهي فطريات الاصداء والتفحم . كما تضم بعض الانواع الممرضة للانسان والحيوان .

المميزات العامة للشعبة :-

* تتميز جميع افراد هذه الشعبة بوجود تركيب يسمى البازيدة basidium واليه ينسب اسم هذه الشعبة ويحمل هذا التركيب على سطحة الابواغ البازيدية basidiospore التي تكون محمولة على بروزات شوكية تسمى الاذينات sterigma ويكون عدد الابواغ البازيدية ثابت على كل بازيدة وهو العدد 4 الا في بعض الحالات .

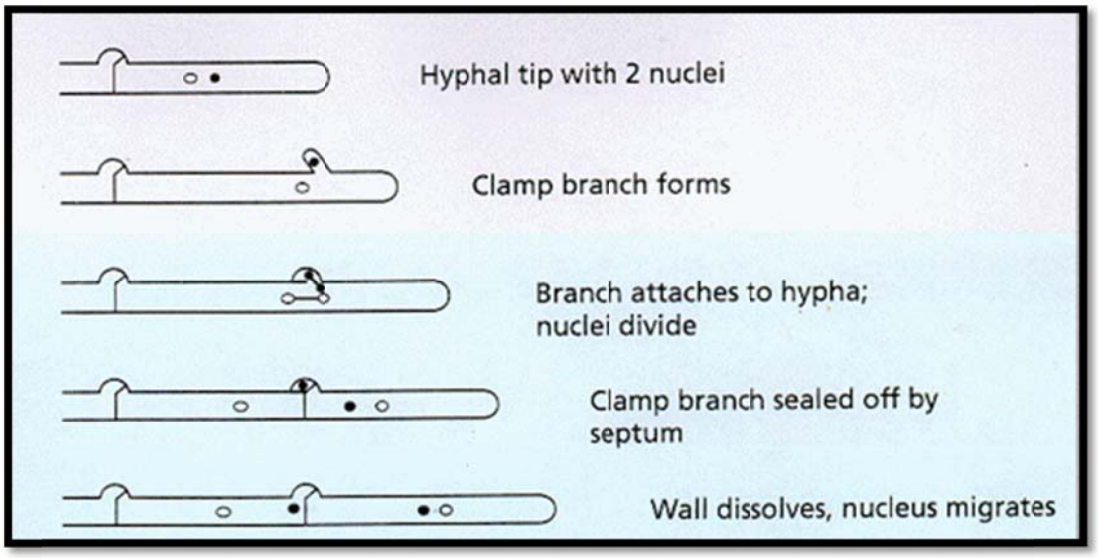


البازيدة Basidium

* الغزل الفطري في الفطريات البازيدية يكون على ثلاثة انواع هي :-

1. primary mycelium : الغزل الاولي وينشا من انبات البوغ البازيدي ويكون احادي النواة واحادي المجموعة الكروموسومية .
2. secondary mycelium : الغزل الثانوي ينشا من خلايا الغزل الاولي بعد ان اصبحت ثنائية النواة عن طريق الاقتران الجسدي او البذيري او من خلال تكوين الاتصال الكلابي ويمثل هذا الغزل غالبية مراحل حياة الفطر
3. tertiory mycelium : الغزل الثالثي وهو المسؤول عن تكوين الانسجة المتخصصة مثل الجسم الثمري وهو مؤلف من خلايا ثنائية الانوية .

* من التراكيب التي تتميز بها ايضا الفطريات البازيدية هو تكوين التركيب الكلابي clamp connections اذ توجد هذه التراكيب في الغزل الثانوي حصرا , ويمكن تعريف التركيب الكلابي على انه عبارة عن نمو خارجي من جدار خلايا الغزل الثانوي بشكل يشبه الجيب ويتكون عندما تتهيأ الخلية للانقسام عند منتصف المسافة بين النواتين اللتين تبدان بالانقسام في ان واحد وويبدا تكوين التركيب الكلابي بانقسام احدى النواتين بصورة مائلة بحيث تصبح احدى النواتين الجديدتين داخل البروز والاخرى ضمن الخلية الاصلية . اما النواة الثانية فتنقسم بشكل موازي للمحور الطولي للخلية المنقسمة , يزداد انحناء البروز او الجيب الكلابي اثناء انقسام الانوية بعدها يتكون حاجز يفصله عن الخلية الاصلية ليتكون عندها ما يعرف بالخلية الكلابية clamp cell التي تنمو الى ان تلتحم نهايته بالجدار الجانبي للخلية الاصلية فيشكل جسرا يعرف بالاتصال الكلابي clamp connection ويتكون اسفله حاجز اخر ولكن ليس بصورة افقية بل عمودية يقسم الخلية الاصلية الى خليتين احداهما تحتوي على نواتين بينما الاخرى تحتوي على نواة واحدة والتي تصبح فيما بعد نواتين بعد انتقال النواة الموجودة في الاتصال الكلابي اليها .



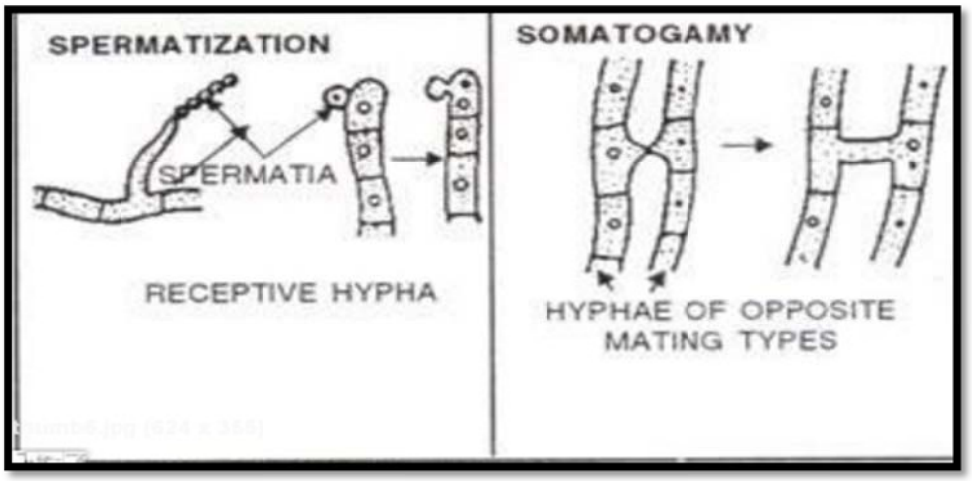
مراحل تكوين التركيب الكلابي وانقسام الخلية في الفطريات البازيدية

* يكون التكاثر اللاجنسي في الفطريات البازيدية باحدى الطرق الاتية :-

1. تكوين الكونيدات : وهي طريقة غير شائعة ولكنها في فطريات الاصداء تسمى بالابواغ اليوريدية Uredospores والابواغ الايشية Aeciospores وهي تمثل كونيدات الا انه يطلق عليها مجازا بالابواغ .
2. تكوين الاويدات Oidia : وهي تمثل اجزاء منفصلة عن الغزل الفطري وتسلك سلوك يشبه البذيرات اذ تنبت لتكون غزلا فطري او قد تتحد مع خيط فطري اخر .
3. التبرعم والتجزء : وتعتبر طريقة غير مهمة او رئيسية الا انها تحدث في بعض انواع الفطريات البازيدية .

* اما بالنسبة للتكاثر الجنسي فلا يوجد في هذه الشعبة تراكيب تكاثرية متخصصة كالاسكوكونة في الفطريات الكيسية او الاووكونة في الفطريات البيضية والانثريدة . وتكون الغالبية العظمى منها متباينة الثالوس heterothallic ولكنه متماثل مظهريا ولا يختلف عن بعضه البعض (يقصد الغزل الفطري) الا في السلوك الجنسي , ويتم التكاثر الجنسي في الفطريات البازيدية باحدى الطرق الاتية :-

1. الاقتران الجسدي somatogamy
2. الاقتران البذيري spermatization



الاقتران الجسدي وتكوين االبذيرات في الفطريات البازيدية

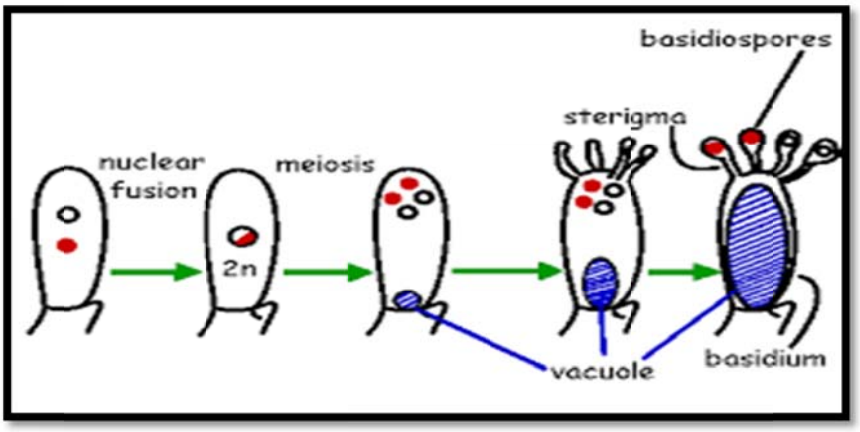
تكوين البازيدة والابواغ البازيدة

* ان البازيدة عبارة عن تركيب بسيط مقسم او غير مقسم هراوية الشكل تنشا من خلايا طرفية لخيوط الغزل الفطري الثانوي وفي هذه المرحلة تعرف باسم البازيدة الاولية probasidium وتكون ضيقة ومتطاولة الشكل ثنائية الانوية

* تزداد البازيدة الاولية في الحجم وتصبح اكثر عرضا وتتحد النواتين فيها لتكون نواة واحدة ثنائية المجموعة الكروموسومية والتي سرعان ما تنقسم انقساما اختزاليا لتعطي نواتيين احادية المجموعة الكروموسومية 1N والتي بعدها تنقسم انقساما اعتيادي لتكون اربع انوية تتحول كل منها الى بوغ بازيدي

* بعد ذلك تتكون على سطح البازيدة الاولية اربع بروزات تسمى بالاذينات sterigma وبعد نضج البازيدة يتكون انتفاخ في طرف كل اذينة لتنتقل الانوية الى هذا الانتفاخ لتتكون بذلك الابواغ البازيدية

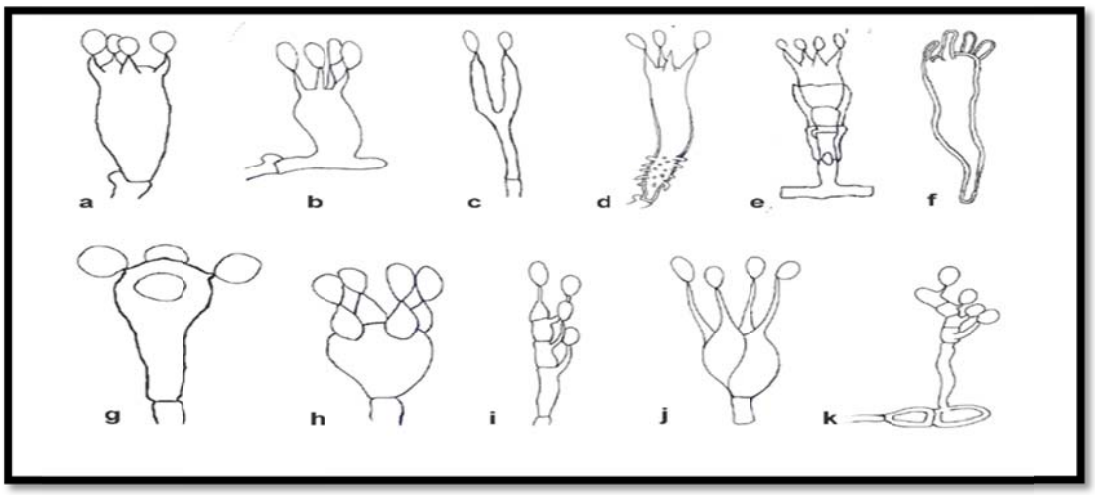
تكون لبعض الفطريات البازيدية القدرة على اطلاق عدد هائل من الابواغ البازيدية يصل الى 18×10^{10} خلال يومين .



مراحل تكوين البازيدة

** ويوجد هناك نوعان من البازيدات وهي :-

1. holobasidium البازيلة غير المقسمة : تكون هراوية او اسطوانية الشكل تحتوي على اربع اذينات
2. phragmobasidium البازيدة المقسمة : تكون البازيدة مقسمة الى عدة خلايا وعادتا تكون اربعة لكل منها امتداد خاص ينتهي بالاذينة وتكون الحواجز موازية لبعضها البعض او متعامدة .



الجسم الثمري البازيدي Basidocarp

تكون بعض الفطريات البازيدية فاقدة للاجسام الثمرية ولكن العديد منها تكون اجساما ثمرية خاصة بها ومميزة لها . تختلف الاجسام الثمرية البازيدية في الحجم والشكل والقوام فهي قد تكون رقيقة , جيلاتينية , جلدية , فلينية او خشبية

كما ان البعض منها قد يكون مجهري بينما البعض الاخر تصل ابعادها الى متر وتتكون الاجسام الثمرية من الغزل الفطري الثالثي .

توجد البازيدات داخل الجسم الثمري على الطبقة الخصبة وتوجد فيما بينها الخيوط العقيمة وهي اقصر واصغر من البازيدة كما توجد ايضا تراكيب اخرى عقيمة اكبر حجما من البازيدة تعرف بالحويصلات العقيمة Cystidia

تصنيف شعبة الفطريات البازيدية

حسب تصنيف Hibbett واخرون (2007) قسمت شعبة basidiomycota الى ثلاث تحت شعب وكل منها يضم عدة صفوف وكان التصنيف على النحو الاتي :

phylum : basidiomycota

1- sub-phylum : pucciniomycotina

class: puccinomycetes

مثال على هذا الصف الفطر *Puccinia* spp. المسبب لمرض الصدأ rust على النبات

2- sub-phylum : ustilagomycotina

Class: Ustilaginomycetes

مثال على هذا الصف الفطريات المسببة لمرض التفحم smut على النبات

3- sub-phylum : agaricomycotina

تضم الفطريات البازيدية ذات الجسام الثمرية الكبيرة كالعراهين

1- sub-phylum : pucciniomycotina

class: Pucciniomycetes

order : pucciniales

family : pucciniaceae

ex: puccinia graminis

* فطريات هذه التحت شعبة متنوعة ولها مدى واسع من الصفات التركيبية والبيئية ولكنها جميعا تشترك بصفة مهمة وهي صغر حجمها مما يجعل من الصعوبة ملاحظتها . وتضم هذه التحت شعبة حوالي 7400 نوعا من الفطريات البازيدية وأكثر من 95% من الأنواع تعود إلى صف Pucciniomycetes والتي تضم الفطريات المسببة لأمراض الصدأ على النباتات.

* ان فطريات رتبة (pucciniales) من الفطريات المهمة اقتصاديا لما تسببه من خسائر على محاصيل الحبوب والاشجار وغيرها وعلى نطاق العالم اذ انها اجبارية التطفل على النباتات , وتتميز افراد هذه الرتبة بانها لا تكون اجساما ثمرية بازيدية وتكون انواع مختلفة من الابواغ تصل الى 6 انواع , الغزل الفطري الاولي محدود النمو ويقتصر على تكوين التراكيب التكاثرية وينمو كل من الغزل الاولي والثانوي ما بين خلايا العائل ويرسل ممصاته الى داخلها , ويعتبر الغزل الفطري الثانوي اكثر انتشارا ويكون ابواغا متميزة

** تمتلك فطريات الاصداء دورة حياة معقدة يمكن ان تشمل عائلين مختلفين , وتتالف دورة حياة فطريات الاصداء من 5 اطوار :-

1. الطور 0 :- يتكون من حوافظ بذيرية spermagonia التي تحمل بدورها البذيرات spermatia والتي تكون 1N
2. الطور I :- ويتالف من الايشات Aecia التي تحمل الابواغ الايشية Aeciospores والتي تكون احادية النواة احادية المجموعة الكروموسومية وبعد اندماجها من البذيرات تصبح ثنائية النواة . وتتكون الابواغ اليشية على العائل البديل او المناوب .
3. الطور II :- ويتالف من اليوريدات Uredinia التي تحمل الابواغ اليوريدية Uredinospores التي تكون ثنائية الانوية ولكن احادية المجموعة الكروموسومية وتمثل الطور المتكرر خلال دورة الحياة اذ تتكون هذه الابواغ عدة مرات خلال موسم النمو وبسبب تتكون هذه الابواغ تظهر اعراض الاصابة على الجزء النباتي المصاب والتي تشبه الصدأ بسبب لون هذه الابواغ الذي يميل الى الاحمرار .

4. الطور III :- ويتالف من التيلات telia التي تحمل الابواغ التيلية teliospores وتكون الابواغ التيلية ثنائية الانوية وثنائية المجموعة الكروموسوية والتي بنمو الابواغ التيلية وانباتها تعطي الغزل الفطري المسؤول عن تكوين البازيدات
5. الطور IV :- تكوين البازيدات التي تحمل الابواغ البازيدية الاحادية المجموعة الكروموسومية ويعتبر ابوغ التيلي بازيدة اولية لتكوين الابواغ البازيدية .

تقسم فطريات الاصداء الى ثلاث مجاميع حسب طول دورة الحياة :-

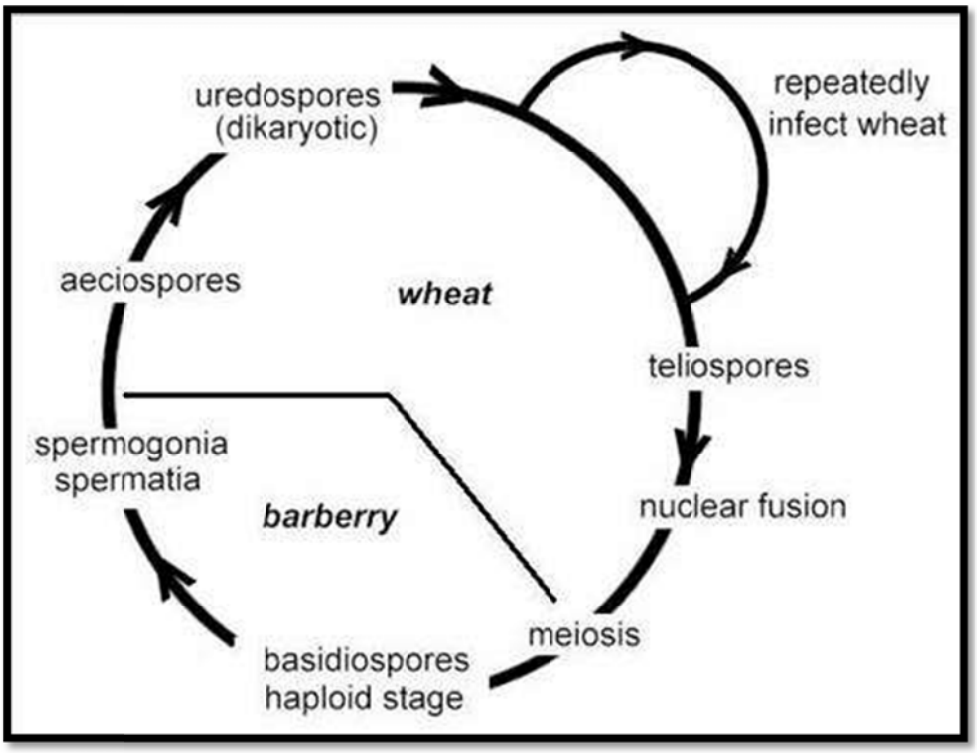
1. Macrocyclic : اي فطريات طويلة الدورة وتظهر فيها كافة الاطوار التكاثرية المذكورة اعلاه (الاطوار الخمسة)
2. Demicyclic : اي الفطريات نصفية الدورة وهي التي تظهر فيها جميع الاطوار باستثناء طور الابواغ اليوريدية .
3. Microcyclic : الفطريات قصيرة دورة الحياة وهي التي تظهر فيها جميع الاطوار باستثناء طور الابواغ الايشية واليوريدية ويكون البوغ التيلي هو البوغ الوحيد ثنائي النواة .

الفطر *Puccinia graminis*

يسبب هذا الفطر مرض صدأ الساق الاسود Black stem rust على الحبوب والحشائش وبالاخص الحنطة ويكون هذا المرض قليل الشيوع على الشعير والشيلم , وفيما يخص اعراض الاصابة بهذا المرض فتتمثل بظهور بثرات يوريدية uredia حمراء اللون بلون الطابوق مابين عروق الاوراق وتحتوي هذه البثرات على هذه الابواغ وتنفصل الابواغ اليوريدية وتنتقل بواسطة الهواء الى اوراق حنطة جديدة وتنبت من خلال مجموعة من الثقوب التي توجد على جدارها والتي تسمى بثقوب الانبات ويخترق انبوب الانبات الورقة من خلال الثغور والتي تتسع في نهايتها لتكون حوصلة تنشا منها الغزل الفطري الذي ينمو ما بين الخلايا ثم تتكون ابواغ يوريدية من جديد بعد 7-21 يوم وبذلك تزداد الاصابة في الحقل ,

وفي نهاية الموسم تتكون الابواغ التيلية التي يكون جدارها اسمك وتوجد داخل بثرات بشكل خطوط سوداء مرتفعة على طول الساق المصابة ويعتبر الطور التيلي طور التشتية الذي يكون فيما بعد الابواغ البازيدية التي عند انبات البوغ التيلي يعطي بازيدة معقوفة ذات اربع ابواغ بازيدية والتي عند انطلاقها الى الهواء لا تصيب الحنطة لانها غير غادرة على ذلك بل تصيب اوراق نباتات اخرى مثل نبات البراري وينتج عنه تكوين غزل فطري احادي المجموعة الكروموسومية (غزل اولي) وتظهر الاصابة على شكل بثرات دائرية صفراء اللون تظهر على السطح العلوي للورقة

والتي تكون دورقية الشكل في المقطع الطولي لها وتمثل الحافظة البذيرية التي تكون البذيرات التي تنطلق الى حافظة اخرى على نفس النبات تمثل شعيرة الاستقبال ليتم الاتحاد والاندماج النووي والتي تنبت لتكون الغزل الفطري الثانوي على نفس العائل الذي يحتوي الغزل الاولي ويعطي الغزل الثانوي بدوره نوع اخر من الابواغ التي تعرف بالابواغ الايشية والتي تتكون داخل تركيب يسمى بالايشة وتكون هذه الابواغ مفصولة عن بعضها البعض بواسطة وسائد صغيرة ولهذه الابواغ القدرة على اصابة عائل اخر من العائلة النجيلية كالحنطة لتكون الطور اليوريدي من جديد .



مخطط لدورة حياة الفطر *Puccinia graminis* المسبب لمرض الصدأ الاسود على ساق الحنطة

2- sub-phylum : ustilagomycotina

class: Ustilaginomycetes

order : ustilaginales

family : ustilaginaceae

ex: ustilago spp.

* تعرف فطريات هذه التحت شعبة باسم فطريات التفحم smut fungi , كما تكون بعض فطريات هذه الشعبة ذات طوريين او مظهريين طور خميري (1N) رمي المعيشة وطور خيطي طفيلي (2N) . يضم صف Ustilaginomycetes اكثر من 1400 نوع من الفطريات الطفيلية على النباتات والتي تسبب امراض التفحم وتسبب البعض منها خسائر اقتصادية كبيرة . ومما يميز هذا الصف هو تكوينها للابواغ التيلية السوداء التي تكون السبب في ظهور اعراض الاصابة على العائل , وتكون هذه الفطريات اي فطريات التفحم ابواغها على او داخل الانسجة البرنكيمية للعائل وعلى مختلف الاعضاء جذور , اوراق , نورات زهرية , متوك , مبايض وغيرها .

* تتألف دورة حياة فطريات التفحم من طور خميري رمي احادي المجموعة الكروموسومية يتكاثربالتبرعم ويمكن تنميته على الوسط الزرعي ويسمى باسم السبوريدات sporidia اما الطور الثاني يكون طفيلي ثنائية الانوية ناتج عن اتحاد خليتين احادية المجموعة الكروموسومية ويكون هذا الطور بشكل غزل فطري ثنائي الانوية . وكما ذكرنا ان البوغ التيلي هو المسؤول عن ظهور الاصابة وتوجد الابواغ التيلية داخل ضامة Sorus وتستخدم مواصفات الابواغ التيلية كالشكل والحجم واللون والزخرفة في تصنيف هذه المجموعة .

* ان البوغ التيلي الذي يعتبر بازيدة اولية ثنائية النواة احادية المجموعة الكروموسومية ثم تصبح احادية النواة ثنائية المجموعة الكروموسومية نتيجة لحصول الاندماج النووي وتنبت هذه البازيدة لتعطي ابواغ بازيدية بعد ان تنقسم نواتها انقساما اختزاليا وتتعتبر الابواغ البازيدية الطور الخميري للفطر والذي يسمى بالسبوريدات الذي يتكاثر بالتبرعم لتكون سبوريدات ثانوية وتكون الابواغ البازيدية او السبوريدات الثانوية لها القدرة على احداث الاصابة على النبات بعد ان يحدث اتحاد بلازمي بين اثنين من السبوريدات لتشكل الغزل الفطري الثنائي النواة القادر على احداث الاصابة واختراق العائل .

الفطر *Ustilago* spp.

يصيب الفطر نباتات العائلة النجيلية والتي تكون الضامات في مختلف اجزاء النبات وعند نضج الضامات تنفتح وتظهر الابواغ التيلية المسحوقية السوداء التي يميل لونها احيانا الى اللون البني الغامق , الابواغ التيلية تكون مزركشة ونادرا ما تكون ملساء .

3- sub phylum : agaricomycotina

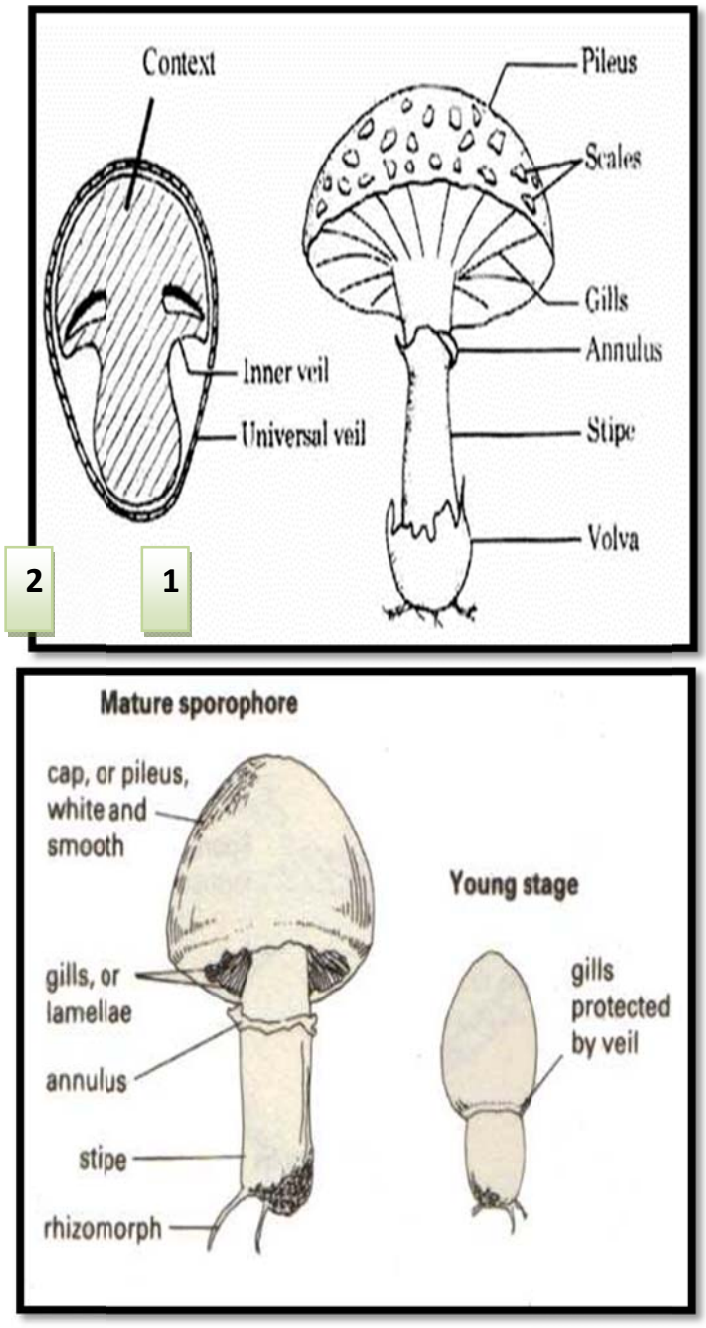
* تضم هذه التحت شعبة فطريات العراهين Mushrooms والفطريات المعروفة باسم الكرات النافثة ونجوم الارض وتضم هذه التحت شعبة عدة صفوف منها :-

Class: agaricomycetese

العراهين (المشروم) وهي أكثر الفطريات المألوفة لدى الناس ويكون قسم منها صالح للأكل أما القسم الأخر يكون من النوع السام , الميزة الاساسية لها ان البازيدات تحمل على طبقة خصبة تكون موجودة داخل الجسم الثمري الذي يكون باشكال مختلفة وتكون الطبقة الخصبة موجودة على صفائح باشكال مختلفة قد تكون تشبه الغلاصم او بشكل انابيب .

الشكل العام لفطريات هذا الصف ان الجسم الثمري يتالف من راس او قبعة pileus وساق يحمله stipe وتحمل الابواغ البازيدية على بازيدات تنشا على سطح الغلاصم gills في الجهة البطنية للجسم الثمري .

يبدا تكوين الجسم الثمري من الغزل الفطر الثانوي (ثنائي الانوية) ويكون الجسم الثمري شكله في بادئ الامر يشبه شكل الازرار (الزر) ويسمى button stage والذي ينمو تدريجيا داخل غلاف يسمى بالحجاب veil والذي يكون بشكل طبقتين الاولى تسمى بالحجاب الداخلي inner veil والثانية تسمى بالحجاب التام universal veil وتوجد في العراهين السامة وعندما يزداد نمو الجسم الثمري يتمزق الغلاف او الحجاب الذي يحيط به ويبقى جزء منه على الساق اذا كان الجسم الثمري من النوع الصالح للاكل الغير سام فانه يحاط بغلاف من نوع الحجاب الداخلي بعد نمو الجسم الثمري يتمزق الحجاب و يسمى ما تبقى من الحجاب على الساق باسم الحلقة annulus اما اذا كان الفطر من النوع السام والذي يحاط بغلاف من نوع الحجاب التام وعند نمو الجسم الثمري يتمزق الحجاب وما تبقى منه بعد تمزقه على القبعة بشكل حراشف scales كما يتبقى جزء منه على قاعدة ساق الجسم الثمري والذي يسمى باللفافة volva ان وجود الحراشف واللفافة يعتبر من اهم ما يميز العراهين او الانواع السامة , كما ان العراهين السامة تتميز بالوانها البراقة والزاهية .



تركيب الجسم الثمري في فطر العرهون السام (1) والجسم الثمري في فطر العرهون الصالح للاكل (2)

العراهين السامة

تكون اغلب العراهين الحاوية على الحلقة فقط ولون الابواغ البازيدية يميل الى اللون الاسود تعتبر من الانواع الصالحة للاكل مثل agaricus campestris الذي ينمو على الفضلات والفطر agaricus bisporus الذي يكثر زراعيا

والذي يعود الى عائلة agaricaceae . اما الفطريات التي تكون حاوية على ابواغ بازيدية بيضاء وطوق او حلقة ولفافة والحراشف على القبعة فانها تكون من النوع السام وتعود الى عائلة amanitaceae ومثال عليها الفطر amanita وتسمى السموم التي تنتجها مثل هذه الفطريات باسم amanitatoxin والتي تكون سامة جدا اذ ان اعشار الملغرام منها كافية لقتل انسان بالغ ولا يوجد عقار يوقف تاثير هذه السموم , اما اعراض التسمم بالفطريات السامة فتشمل حصول اسهال وتقئ والم في البطن وحصول هلوسة وتلف في الجهاز العصبي وهذه السموم تتالف من ثلاث مواد متعددة البروتين وهي (phalloidine - β-amanitin - α -amanitine) .

الاسس المعتمدة في تشخيص العراهين

تشخص العوائل والانواع المختلفة لفطر العرهون بالاعتماد على عدة صفات وهي :-

1. وجود او فقدان الحلقة
2. وجود او فقدان اللفافة
3. لون الابواغ البازيدية
4. كيفية اتصال الغلاصم بالحامل
5. نوع وتاثير المواد الكيميائية
6. الصبغات المتكونة على القبعة والابواغ
7. نوع بصمة الابواغ spore finger print

يقصد ببصمة الابواغ انها احدى الطرق المتبعة في التشخيص للتعرف على لون وشكل وزخرفة الابواغ البازيدية ويتم ذلك من خلال وضع الراس الناضج (القبعة) بعد قطع الساق اذ يوضع الراس بشكل مقلوب على ورقة بيضاء او سوداء لبضع ساعات اذ تتراكم الابواغ على الورقة حسب توزيع الغلاصم في الجسم الثمري , ان بصمة الابواغ تظهر لون كتلة الابواغ

Class: gastromycetes

ان اهم ما يميز هذا الصف ان البازيدة تكون محملة داخل جسم ثمري مغلق تتحرر الابواغ البازيدية الناضجة عن طريق فتحة موجودة في الجسم الثمري .

يضم هذا الصف مجموعة من الفطريات التي تعرف بالكرات النافثة ونجوم الارض

فطريات الكرات النافثة Lycoperdon

يكون الغلاف الثمري مؤلف من طبقتين وتحتوي الطبقة الخارجية على فتحة تتحرر منها الابواغ الى الخارج بطريقة النفث

فطريات نجوم الارض Geastrum

الجسم الثمري مؤلف من طبقتين الخارجية تكون سميكة وعند النضج تتشقق الطبقة الخارجية الى قطع مما يعطي الجسم الثمري مظهر النجمة وكذلك في هذه المجموعة من الفطريات تتحرر الابواغ بطريقة النفث