الباب الرابع

قسم الفطريات اللاسوطية

Division Amastigomycota

- مقدمة
- قسيم الفطريات الزيجوميكوتينية
- قسيم الفطريات الأسكوميكوتينية
- قسيم الفطريات البازيديوميكوتينية
- قسيم الفطريات الديتيروميكوتينية

obeikandl.com

obeikandl.com

مقدمة

يعتبر هذا القسم من أكبر أقسام مملكة الفطريات، وتعد أفراده أكثر تطورا من أفراد القسمين السابقين وذلك للاعتبارات المذكورة سابقا. ويضم هذا القسم مجموعة ضخمة من الفطريات التي تتباين في أشكالها وأحجامها، فهي تتدرج في أحجامها من فطريات مجهرية الحجم، وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا إلى فطريات كبيرة ذات أشكال مميزة تشاهد عادة في الحقول والغابات وعلى كتل الأخشاب المتآكلة.

وتتباين معيشة أفراد هذا القسم، فبعضها يعيش كطفيليات إجبارية أو طفيليات اختيارية، حيث يسبب كثير منها أمراضا هامة للنباتات والكثير منها يعيش رميا في التربة وقد تسبب تحللا للمواد العضوية. ونجد أن هذا القسم يضم عددا من الفطريات المألوفة لنا والتي لها أهمية اقتصادية مثل فطريات الخميرة، الأعفان، البياض الدقيقي، الفطريات القرصية والدورقية، الأصداء، التفحمات، الكرات النافخة وفطريات عيش الغراب وغيرها.

وجميع الفطريات السابقة تتغذى عن طريق الامتصاص، وتحتوي جميعها باستثناء الخمائر على غزل فطري متميز إما مقسما أو غير مقسم. وبالرغم من تباين أشكال فطريات هذا القسم إلا أن كافة أفراده يشتركون بصفة واحدة مميزة وهي عدم

إنتاجها لأي تراكيب متحركة (أبواغ سابحة أو أمشاج متحركة Zoospores or gametes) أثناء دورة حياتها أي أن تكاثرها اللاجنسي إما أن يتم بواسطة أبواغ غير متحركة في صورة أبواغ حافظية، أو كونيدات، أو بالتبرعم أو بتجزؤ الميسيليوم، أما تكاثرها الجنسي فيتم إما عن طريق تكوين أبواغ زيجوية، أو أبواغ زقية، أو أبواغ بازيدية، وسيتم مناقشة ذلك فيما بعد.

وينقسم هذا القسم إلى أربع قسيمات هي:

١ - قسيم الفطريات الزيجوميكوتينية Subdivision Zygomycotina

٢ - قسيم الفطريات الأسكوميكوتينية Subdivision Ascomycotina

٣ - قسيم الفطريات البازيديوميكوتينية Subdivision Basidiomycotina

٤ - قسيم الفطريات الديتيروميكوتينية Subdivision Deuteromycotina

obeikandl.com

قسيم الفطريات الزيجوميكوتينية
Subdivision Zygomycotina

طائفة الفطريات الزيجوية (التزاوجية)
Class Zygomycetes

تضم طائفة الفطريات الزيجوية ما يقرب من ثمانين جنسا وحوالي ستمائة نوع (Bold et al.1980) ، وأفرادها واسعة الانتشار في الطبيعة ، تعيش غالبيتها بصورة رمية سواء في التربة أو على ما يوجد في الماء من بقايا مواد عضوية ، أو على أي وسط غذائي عضوي ، ويوجد قلة من هذه الفطريات تعيش كطفيليات اختيارية ضعيفة إما على النباتات وخاصة الخضار ، وبعض أنواع الفاكهة ، حيث تسبب لها أعفانا طرية أو تكون متطفلة على الحشرات وخاصة الذباب.

ومن أهم المميزات والصفات التي تمتاز بها هذه الطائفة ما يلي :

١- عدم احتوائها على أبواغ سابحة (سوطية).

٢- خلو غزلها الفطري (الميسيليوم) من الجدر المستعرضة التي تقسم الهيفات إلى خلايا ، وقد يصبح الميسيليوم مقسما مع تقدمه في السن وخاصة في التراكيب التكاثرية.

٣- يتم التكاثر اللاجنسي لأفرادها بواسطة أبواغ غير متحركة Aplanospores في صورة أبواغ حافظية تنتج بأعداد غير محدودة داخل حوافظ بوغية، أو قد تعمل الحافظة البوغية بأكملها كبوغ مفرد يسلك مسلك الكونيدة.

٤- يتم التكاثر الجنسي عن طريق التزاوج بين حوافظ مشيجية غير متحركة ومتشابهة عادة في الشكل والحجم وينتج عنها تكوين أبواغ زيجوية Zygospores مقاومة للظروف البيئية غير الملائمة.

٥- معظم الفطريات الزيجوية مترممة، والقليل منها متطفل وبعضها له أهمية اقتصادية.

وتقسم هذه الطائفة إلى ثلاث رتب الأولى منها واسعة الانتشار والباقيتان أقل انتشارا وهي:

١- رتبة الميوكورات Order: Mucorales

٢- رتبة الانتوموفثورات Order: Entomophthorales

٣- رتبة الزوباجات Order: Zoopagales

سنتعرض فيما يلي للرتبتين الأولى والثانية بالدراسة التفصيلية:

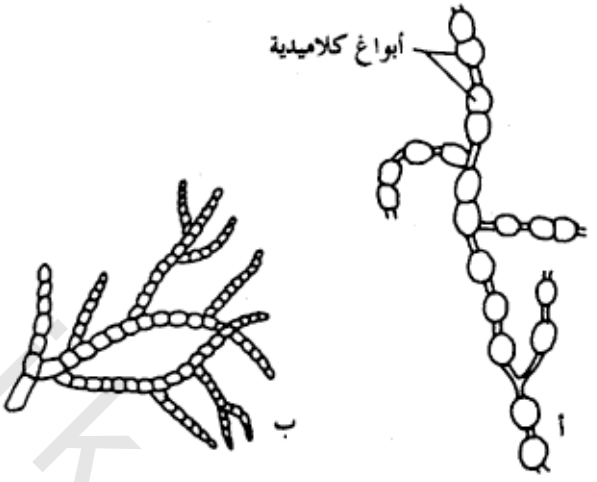
رتبة الميكورات Order Mucorales

أفراد هذه الرتبة واسعة الانتشار في الطبيعة، وتسمى عادة بالأعفان السوداء Black molds وتنقسم في أغلب الأحيان إلى ما يقارب من ٥٠ جنسا وحوالي ٣٠٠ نوع وتعيش في معظم الأحيان معيشة رمية على أوساط بيئية غنية بالمواد العضوية الذائبة، أو على روث البهائم والأنسجة النباتية والحيوانية الميتة، وقليل من أفراد هذه الرتبة يتطفل على النباتات الخضراء والحشرات وخاصة الذباب، وبعضها يعيش كطفيليات إجبارية على غيرها من فطريات، كما أن بعضها يسبب أمراضا للإنسان، حيث

تصيب الجهاز العصبي للإنسان، كذلك ينمو قلة منها كطفيليات ضعيفة على الثمار، وغيرها من الأجزاء المفصولة للنبات، وتسبب لها أعفانا أثناء النقل والتخزين.

بعض الفطريات التابعة لهذه الرتبة تستغل صناعيا لإنتاج الأحماض العضوية، والكحولات، وبعض الإنزيمات حيث يقوم بعضها بتحويل النشا إلى سكر في عمليات التخمر الكحولي ويقوم البعض الآخر بالتخمر اللاكتيكي كفطر *الرايزوبس*، وبعضها يستغل لإنتاج حمض الستريك والسكسنيك والأكساليك وغيرها من المواد الكيميائية الهامة.

ويتكون الثالوس في الفطريات التابعة لهذه الرتبة من ميسيليوم متفرع، وغير مقسم، وقد يصبح مقسما مع تقدمه في السن. ولبعض الأجناس نوع خاص من الخيوط الفطرية المداده يسمي كل منها رئد Stolon وهو يتصل بالطبقة التحتية Sub-stratum بواسطة أشباه جذور Rhizoids كما في الجنسين *رايزوبس Rhizopus* و*أبسيديا Absidia*. وللميسيليوم حديث السن تفرع منتظم يتكون من خيوط فطرية أساسية شعاعية تخرج منها الفروع، وكلما تقدم الميسيليوم في العمر كلما اضطرب هذا النظام التفرعي، وفي الخيوط الفطرية المسنة قد تنقبض المحتويات لتكون نوعا من الأبواغ البينية تسمى الأبواغ الكلاميدية Chlamydospores وهذه الأبواغ شائعة في الأنواع ميوكر هيماليس *M.hiemales* وميوكر راسيموسس *M. racemosus* (الشكل رقم ٤٦أ) حيث تتكون هذه الأبواغ في حوامل الحوافظ البوغية نفسها. وإذا لم تكن تهوية الميسليوم جيدة فإن هذه الأبواغ تتكسر إلى أجسام خميرية الشكل تتكاثر بالتبرعم (الشكل رقم ٤٦ب) وتسبب تخمرا كحوليا نشطا وتستطيع هذه الأجسام الخميرية الشكل أن تنمو لتكون ميسيليوم عادي إذا نقلت إلى بيئة صلبة حيث تكون التهوية جيدة.



الشكل رقم (٤٦). أ- تكوين الأبواغ الكلاميدية في الخيط الفطري لفطر ميوكر *راسيموسس* *Mucor racemosus*.

ب- خلايا خميرية الشكل (الأويدات) لنفس الفطر.

العلاقة التطورية للحوامل والحوافظ البوغية للتمييز بين الفصائل المختلفة التابعة لهذه الرتبة:

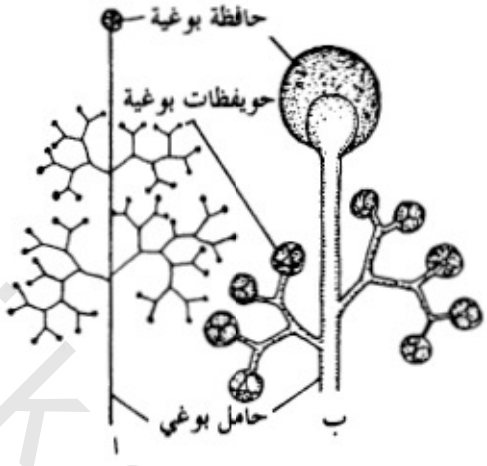
يعتمد تمييز الأجناس في معظم الأحيان على تركيب الحوافظ البوغية، والحوامل الحافظية، فالحوامل في بعض الأجناس غير متفرعة، وتحمل إما حافظة بوغية طرفية واحدة، أو ينتفخ الحامل الحافظي عند القمة ويحمل بضع حوافظ بوغية، وفي أجناس أخرى تكون هذه الحوامل متفرعة، ويحمل كل فرع في نهايته حافظة بوغية واحدة أو بضع حوافظ.

وفيما يلي نستعرض بإيجاز العلاقة التطورية في الحوافظ البوغية، والحوامل الحافظية التي بواسطتها يمكن التمييز بين مختلف الأجناس التابعة لهذه الرتبة.

تنشأ الحوامل الحافظية الصغيرة كفرع من الميسيليوم ثم تنتفخ قمة هذا الفرع وتدخل في هذا الانتفاخ أنوية كثيرة وسيتوبلازم ومواد غذائية ثم يتكون حاجز بين الانتفاخ وباقي الحامل، ويكون هذا الانتفاخ هو الحافظة البوغية، والحاجز الذي يفصل الحافظة عن الحامل دائري الشكل وذلك من أول تكونه، ويسمى بالعويميد Columella وحين تنفجر الحافظة البوغية وتنثر الأبواغ يتبقى من جدار الحافظة البوغية جزء قاعدي يحيط بالعويميد ويعرف بالياقة Collar. أبسط أنواع الحوامل هي صورة خيط فطري قائم يحمل حافظة بوغية نهائية كما في النوعين *ميكور ميوسيدو Mucor mucedo* و*فيكوميسس بلاكسلينس Phycomyces blakesleanus* التابعان للفصيلة الميوكورية حيث يكون الحامل قويا وقد يصل في الطول إلى ٣٠سم. وفي بعض الأحيان يتفرع الحامل تفرعا محدودا أو غير محدود كما في أنواع كثيرة من الجنس ميوكر.

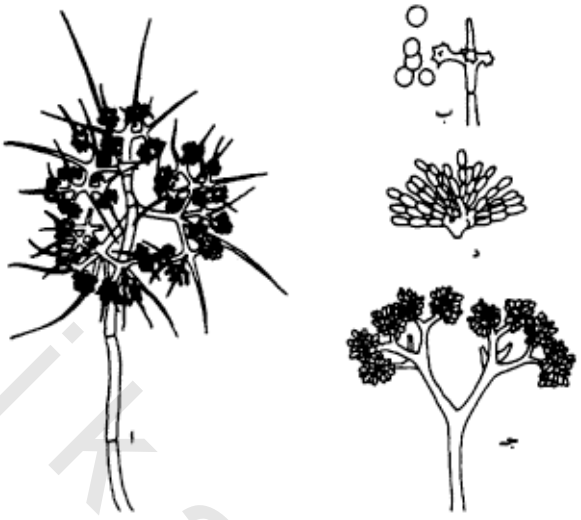
أما في النوع *ثامنيديوم إليجانس Thamnidium elegans* التابع للفصيلة الثامنيدية فيتكون حامل حافظي من نوع رئيسي ينتهي بتكوين حافظة بوغية كبيرة ذات عويميد، وتوجد فروع جانبية على الحامل يحمل كل فرع جانبي حويفظة تختلف عن الحافظة البوغية الأصلية (الرئيسية) من حيث صغرها أولا ومن حيث عدم احتوائها على العويميد، وكذلك احتوائها على عدد صغير من الأبواغ تتراوح بين ٢-٣ أبواغ (الشكل رقم ٤٧).

أما في الجنس *كيتوكلاديوم Chaetocladium* التابع لنفس الفصيلة الثامنيدية فينعدم فيه وجود الحافظة البوغية الكبيرة، وتحتوى الحوافظ البوغية الصغيرة على بوغ واحد، وهو حقيقة بوغ كونيدي (الشكل رقم ٤٨أ، ب). وتتطفل بعض أنواع هذا الجنس على فطر *الميوكر*.



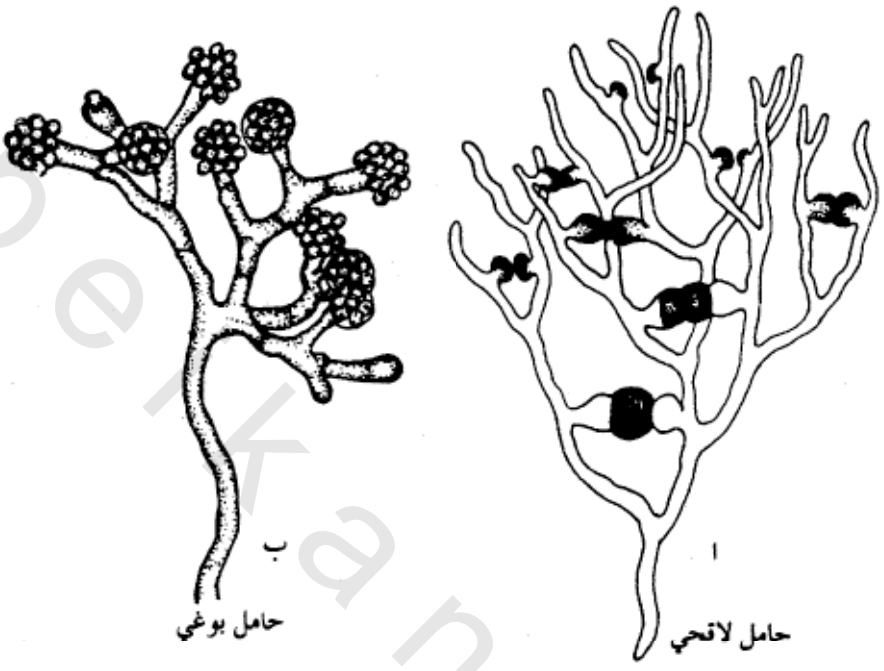
الشكل رقم (٤٧). فطر *ثامنيديوم إليجانس* *Thamnidium elegans*.
أ – حامل بوغي يحمل طرفه حافظة بوغية، ومتفرع تفرعا ثنائي الشعب وينتهي كل فرع بحويفظة بوغية.
ب– جزء من حامل بوغي مكبر.

ففي النوع *سبورودينا جراندس* *Sporodinia grandis* فإن الجهاز البوغي فيه مكون من نظام تفرعي يتكرر فيه التفرع الثنائي (الشكل رقم ٤٩) أما في الجنس *رايزوبس* *Rhizopus* فإن مجاميع من الحوامل غير المتفرعة تخرج منتصبة وتنمو إلى الأعلى في الاتجاه المعاكس للمجموعات شبه الجذرية Rhizoids وعلى هذا الأساس فإن المنطقة المحصورة بين كل نقطتين للتثبيت (الحوامل وأشباه الجذور) في الخيط الفطري تسمى الرئد Stolon أو الخيط المداد، الذي ينمو أفقيا فوق الطبقة التحتية للمادة العضوية (الشكل رقم ٥٤) أما في الجنس *أبسيديا* *Absidia* فإن مجاميع الحوامل (أعلى) تتبادل مع مجاميع أشباه الجذور (اسفل).



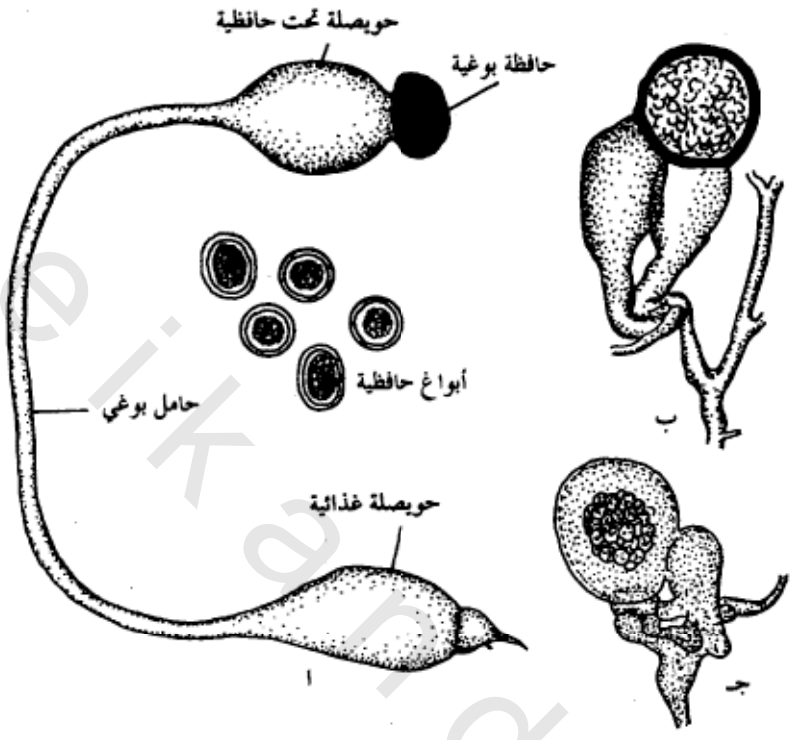
الشكل رقم (٤٨). أ – تركيب الحوامل البوغية في فطر كيتوكلاديام بريفيلديايChaetocladium brefeldi.
ب – ارتكاز الأبواغ الكونيدية.
جـ– تركيب الحوامل البوغية في فطر بيبتوسيفاليس فيرجينيانى Piptocephalis virginianae.
د – ارتكاز الحوافظ البوغية المجزأة (سلاسل الأبواغ الكونيدية).

أما في الجنس *بيلوبولوس Pilobolus* التابع للفصيلة البيلوبولاسية وهو يترمم على روث كثير من الحيوانات آكلة الأعشاب فإن له حوامل بوغية محمولة مباشرة على الميسيليوم، وكل حامل يحمل حافظة بوغية واحدة طرفية سوداء اللون بيضية الشكل غليظة الجدار، وتحت هذه الحافظة يوجد انتفاخ يسمى كيس أو حويصلة تحت الحافظة البوغية Subsporangial vesicle (شكلي رقما ٥٠، ٥١). وهناك خزان قاعدي Basical reservoir أو ما يسمى بالحويصلة الغذائية Trophocyst متصل بهذا الكيس بواسطة عنق أو حامل طويل، وجدران الحوافظ غليظة تغلظا ليس مكتملا، إذ يوجد بدلا منه، أي من التغليظ على السطح السفلي للحافظة حلقة هلالية، وحين تمتص هذه الحلقة الماء فإنها تسبب ضغطا على الجزء العلوي تضطر الحافظة إلى أن تقذف بأبواغها أفقيا إلى مسافات بعيدة (من ١–٢,٥م)، وذلك كما في النوع *Pilobolus projectile*.



الشكل رقم (٤٩). فطر *سبورودينيا جراندس* *Sporodinia grandis*.
أ – تكوين الحوافظ المشيجية.
ب– حوامل الحوافظ البوغية

بالانتقال إلى الفصيلة الكوانيفورية نلاحظ شكلا آخر من أشكال التطور بالنسبة للحوافظ البوغية فالحامل البوغي منتفخ في نهايته على شكل قرص يحمل الحوافظ البوغية الصغيرة كل واحدة على زائدة صغيرة أو ذنيب Sterigma. ففي الجنس *بلاكسليا* *Blakeslea* (الشكل رقم ٥٢أ، ب) يختلف حجم وشكل الأبواغ في الحوافظ الصغيرة، والكبيرة تبعا للظروف التي ينمو تحتها الفطر فتتشكل الأولى في الظروف الجيدة من التغذية ويتكون فيها من ٢-٤ أبواغ، أما الحوافظ البوغية الكبيرة، فتتشكل في الظروف السيئة من التغذية. وفي الجنس *كوانيفورا* *Choanephora* (الشكل رقم ٥٢د) تحمل الحافظة البوغية الصغيرة بداخلها بوغ واحد، وهي لا تنتفخ بل تأخذ وظيفة البوغ الكونيدي وفي الظروف الغذائية السيئة تتكون الحوافظ البوغية الكبيرة.



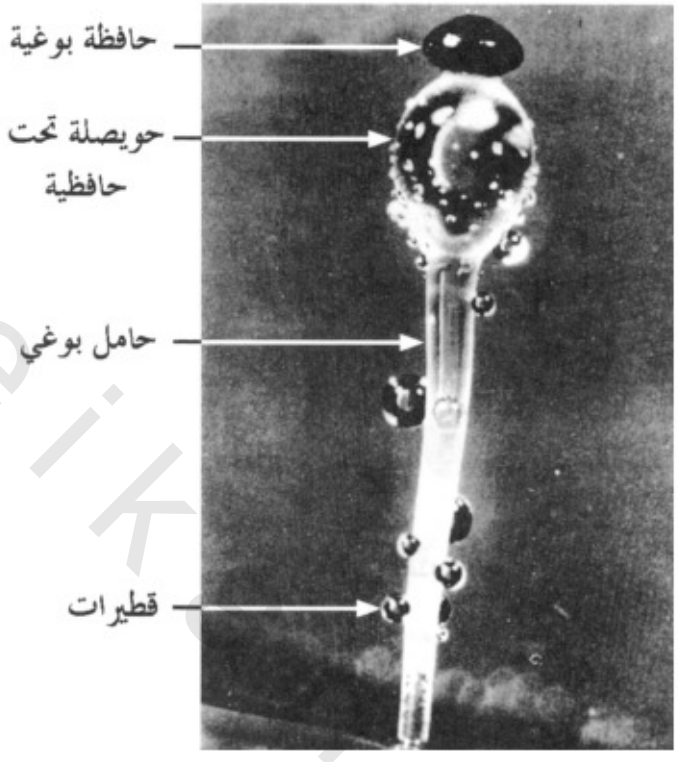
الشكل رقم (٥٠). أ – فطر *بيلوبولوس لونجيبس* ***Pilobolus longipes*** يبين جهاز الحافظة البوغية.

ب – بوغه زيجوية Zygospore.

جـ– تكوين البوغية الزيجوية من خيطين فطريين مختلفي السلالة في فطر *بيلوبولوس كريستالينس* ***P. crystallinus***.

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)

أما في الجنس *كاننجهاميلا* *Cunninghamella* التابع للفصيلة الكاننجهاميلية (الشكل رقم ٥٢هـ) تختفي الحوافظ والحويفظات البوغية وتستبدل بكونيدة وحيدة الخلية حيث يوجد رأس منتفخ للحامل الكونيدي المتفرع، ويخرج من هذا الرأس عدد من البروزات، أو الذنيبات ويحمل كل بروز كونيدة واحدة وحيدة الخلية، وتوجد ثآليل أو أشواك صغيرة على الكونيدات، ويمكن أن توصف الكونيدات بأنها متثآللة.



الشكل رقم (٥١). صورة ميكروسكوبية لجهاز الحافظة البوغية في فطر *بيلوبولوس كريستالينس*، *P. crystallinus* لاحظ الحافظة البوغية، الحويصلة تحت الحافظية، الحامل البوغي وقطيرات الماء العديدة التي تغطي جهاز الحافظة البوغية.

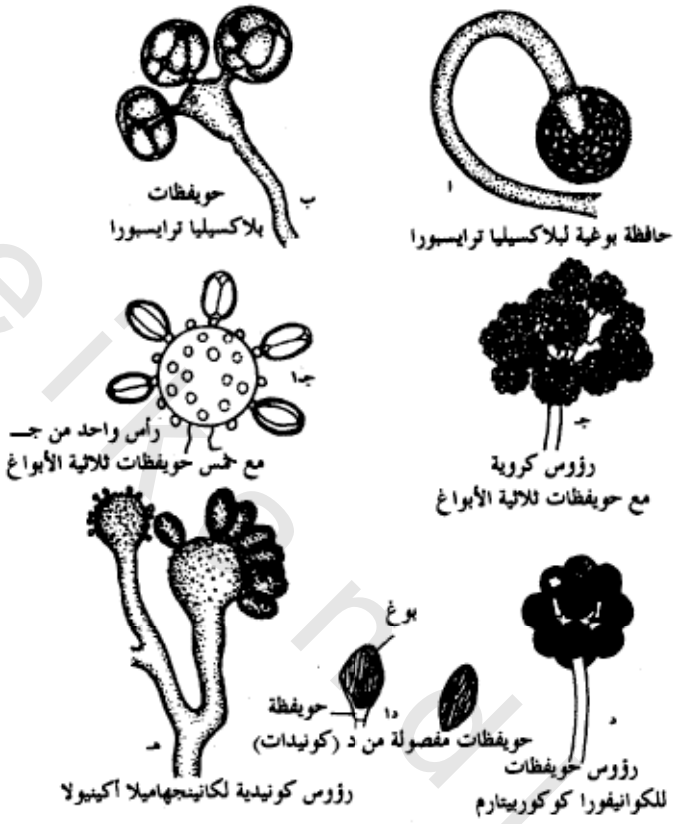
في الجنس *مورتيريللا Mortierella* (الشكل رقم ٥٣)، وهو من الفصيلة المورتيريللية نلاحظ انعدام العويميد تماما، ولذلك يعتبر الفطر أقل تطورا من حيث بنية الحوافظ البوغية، ولكن مع ذلك يجب ألا ينظر إليه هكذا لأن التكاثر الجنسي فيه يعتبر أرقى من التكاثر الجنسي في جنس ميوكر حيث يلاحظ التفاف عدد كبير من الخيوط الفطرية حول البيضة الملقحة وذلك في عدة طبقات ويدل هذا على أن النباتات أثناء تطورها كثيرا ما تتطور فيها بعض الصفات، أو بعض الأعضاء وتبقى الأعضاء الأخرى أو الصفات الأخرى عند درجة معينة من التطور.

طرق التكاثر

يتم التكاثر في أفراد رتبة الميوكورات بالطرق التالية :

التكاثر اللاجنسي. نظرا لعدم وجود أبواغ سابحة في أفراد هذه الرتبة فإن التكاثر اللاجنسي يتم في بعض الأنواع بتكوين أبواغ غير متحركة ، وغير محدودة العدد وتتكون داخل حوافظ بوغية (الشكل رقم ٥٢أ)، أو بواسطة حوافظ بوغية صغيرة ذات عويميدات (أو خالية منها) وتحتوي على عدد قليل من الأبواغ ، وتعرف مثل تلك الحوافظ باسم الحويفظات Sporangiola (المفرد Sporangiolum) (الشكل رقم ٥٢ب ، جـ ، د). أو تحتوي على بوغ واحد وتسمى في هذه الحالة Monosporus sporangia ، وفي بعض الأنواع التي تحتوي حوافظها البوغية على بوغ واحد فإنه عندما يندمج جدار البوغ ، والحافظة البوغية اندماجا كليا ولا يمكن التمييز بينها فإنه يطلق عليها في هذه الحالة اسم كونيدات Conidia (الشكل رقم ٥٢هـ). ويعتبر التدرج في وجود الحوافظ البوغية عديدة الأبواغ ، وقليلة الأبواغ ، ووحيد البوغ في رتبة الميوكورات تحولا تقدميا من الحافظة البوغية إلى الكونيدة. وإذا كان هذا الاعتبار صحيحا فإنه يجب أن يكون جدار الحافظة (في حالة وجود بوغ واحد) غير موجود لأنه لو كان الجدار موجودا في أي صورة فإن البوغ الواحد لن يُكَوِّنْ كونيدة. وعلى أية حال فإن كثيرا من علماء الفطريات يعتبرون الحافظة البوغية ذات البوغ الواحد حافظة وليست كونيدة.

التكاثر الجنسي. يحدث التكاثر الجنسي في أفراد رتبة الميوكورات بالتزاوج بين حوافظ مشيجية متشابهة في الشكل ، والحجم عادة ، وتتم هذه العملية بأن يقترب خيطان متجاوران لسلالتين مختلفتين من الفطر ، ثم يكون الخيطان المتقابلان فرعين جانبين يأخذان في التقدم نحو بعضهما حتى يلتقيا ويطلق على هذين الفرعين الجانبيين



الشكل رقم (٥٢). الخطوات المحتملة لتطور الحوافظ البوغية إلى كونيدات في فطريات رتبة الميوكورات.

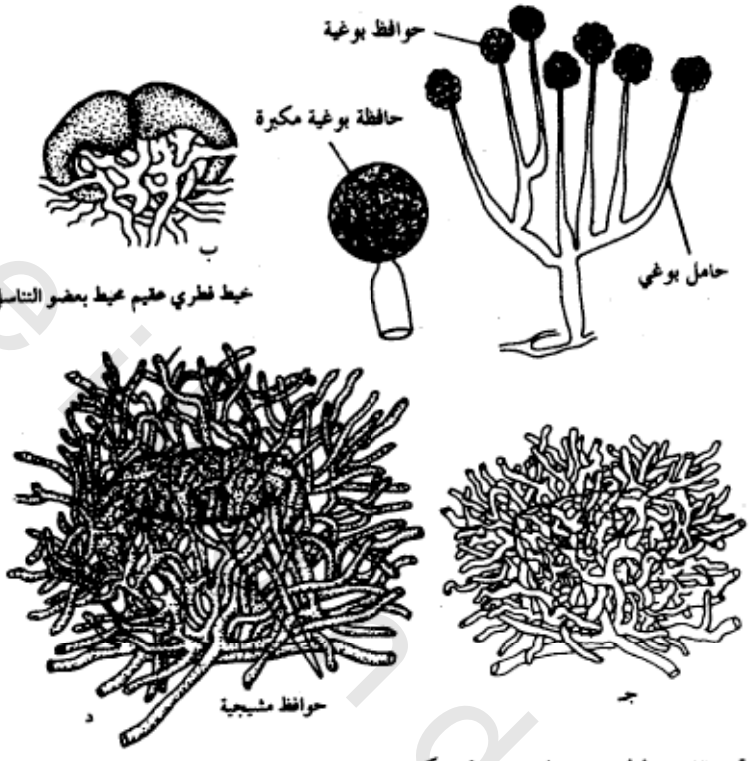
أ – حافظة بوغية كبيرة لفطر *بلاكسيليا ترايسبورا* ***Blakeslea trispora*** تحتوي على أبواغ حافظية.

ب – حوافظ بوغية صغيرة (حويفظات) لفطر *بلاكسيليا ترايسبورا* تتكون على رأس (انتفاخ مركزي).

جـ– حويفظات ثلاثية الأبواغ منتظمة على رؤوس صغيرة على الطرف المتفرع للحامل الحافظي.

د – حوافظ بوغية صغيرة (حويفظات) أحادية البوغ لفطر *كوانيفورا كوكوربيتارم* ***Choanephora cucurbitarum*** محمولة على رؤوس منتفخة، لاحظ أن الجدار البوغي فيها يبدو مندمجا مع جدار الحافظة البوغية (د١).

هـ– رؤوس كونيدية منتفخة تحمل في أطرافها الكونيدات.



الشكل رقم (٥٣). فطر *مورتيريلا روستافينسكياى Mortierella rostafinskii*.

أ- الحوامل البوغية التي تحمل الحوافظ البوغية.

ب،جـ،د- المراحل المختلفة في تكوين الحافظة المشيجية.

بالحوافظ المشيجية الأولية Progametangia، ثم تنقسم كل حافظة مشيجية أولية بواسطة جدار مستعرض إلى جزء طرفي ثم يأخذ في التوسع والزيادة في الحجم، ويكون حافظة مشيجية Gametangium وإلى جزء يقع تحتها يسمى بالمعلق Suspensor. بعد ذلك تتلاشى الحواجز التي تفصل بين كل حافظتين مشيجيتين، ويمزج بروتوبلازم الحافظتين، ويتم الاندماج بين الأنوية، وتتكون لاقحة عديدة الأنوية يتكشف لها جدار غليظ يصبح لونه فيما بعد أسودا شوكيا، وتسمى بالبوغ الزيجوي Zygospore والتي من اسمه انبثق اسم هذه الفطريات، وتحتوي على (٢ن) من الكروموسومات.

يستطيع هذا البوغ الزيجوي أن يقاوم كل الظروف البيئية غير الملائمة التي تتعرض لها، ثم ينبت البوغ الزيجوي عندما تصبح الظروف المحيطة به ملائمة للإنبات فيعطي أنبوبة تنتهي بحافظة بوغية تحتوي على عدد غير محدود من الأبواغ الحافظية أحادية المجموعة الصبغية، والتي تتكون بالانقسام الاختزالي. تتحرر الأبواغ الحافظية بعد نضجها وتنتشر في الهواء، وعندما تسقط على أي وسط غذائي ملائم، فإن كل بوغ ينبت ليعطي غزلا فطريا جديدا. ويمكن مشاهدة المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي في فطر الرايزوبس كمثال لهذه الرتبة (الشكل رقم ٥٦).

وحسب التصنيف الذي أورده (Alexopoulos & Mims 1979) فإن هذه الرتبة تضم حوالي ٤٠٠ نوع وحوالي ٤٥ جنساً موزعة على إحدى عشرة فصيلة هي كما يلي:

١ - الفصيلة الميوكورية	Family Mucoraceae
٢ - الفصيلة البيلوبولية	Family Pilobolaceae
٣ - الفصيلة الثامنيدية	Family Thamnidiaceae
٤ - الفصيلة الكاننجهاميللية	Family Cunninghamellaceae
٥ - الفصيلة الكوانيفورية	Family Choanephoraceae
٦ - الفصيلة المورتيريللية	Family Mortierellaceae
٧ - الفصيلة الراديوميسيتية	Family Radiomycetaceae
٨ - الفصيلة السينسيفالاسترية	Family Syncephalastraceae
٩ - الفصيلة الساكسينية	Family Saksenaceae
١٠ - الفصيلة البيتوسيفاليدية	Family Piptocephalidaceae
١١ - الفصيلة الهيليكوسيفاليدية	Family Helicocephalidaceae

obeikandl.com

وتعد الفصيلة الميوكورية من أكبر الفصائل العشر الأخرى التابعة لرتبة الميوكورات، وتحتوي على عدد أكبر من الأنواع، وتعتبر بالتالي نموذجا جيدا لهذه الرتبة، لذا فسنكتفي بدراستها فقط.

☐ الفصيلة الميوكورية Family Mucoraceae

تضم هذه الفصيلة حوالي ٢٠ جنساً معظمها يعيش معيشة رمية على المواد العضوية المتحللة، وعلى روث البهائم وفي التربة، وخاصة الطبقة العليا من الأراضي الغنية بالدبال، وهي تلعب دورا كبيرا في المرحلة الأولى من تحلل المواد السكرية فتحولها إلى مواد بسيطة ويفرز عدد كبير من أنواعها أنزيمات شبيهة بالأميليز Amylase التي تحول النشا إلى سكر، وبعضها يفرز مجموعة أنزيمات الزايميز Zymase التي تحول السكر إلى كحول إثيلي أثناء عملية التخمر الكحولي، ولذلك تستعمل هذه الأنواع في أقطار شرقي آسيا من أجل عمليات تخمير الأرز والحصول على مشروب خاص يسمى الساك Sac ويقوم بهذه العملية الفطر *رايزوبس أورايزي Rhizopus oryzae* ولكنه استبدل أخيرا بفطر *أسبيرجيللس أورايزي Aspergillus oryzae*.

ومن أهم الأجناس التابعة لهذه الفصيلة نذكر:

Absidia, Rhizopus, Mucor, Actinomucor, Chlamydomucor Circinella, Sporodinia, Syzygites, Phycomyces and Zygorhynchus.

وجميع الأجناس السابقة واسعة الانتشار، وقد تم عزل معظمها من التربة الزراعية في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية. وتمتاز الفصيلة الميوكورية عن بقية الفصائل الأخرى التابعة لرتبة ميوكورات بالمميزات التي نوجزها فيما يلي:

١- الحوافظ البوغية Sporangia كبيرة الحجم نسبيا، وهي كروية، أو بيضية، وتحتوي على عدد كبير من الأبواغ غير المتحركة.

٢- الكونيدات غائبة.

٣- تحتوي الحوافظ البوغية على عويميد Columella واضح.

٤- جدر الحوافظ البوغية رقيقة.

ومن أبرز الأجناس التابعة لهذه الفصيلة، والتي سنناقشها بالتفصيل فيما بعد هما جنسي رايزوبس، وميوكر.

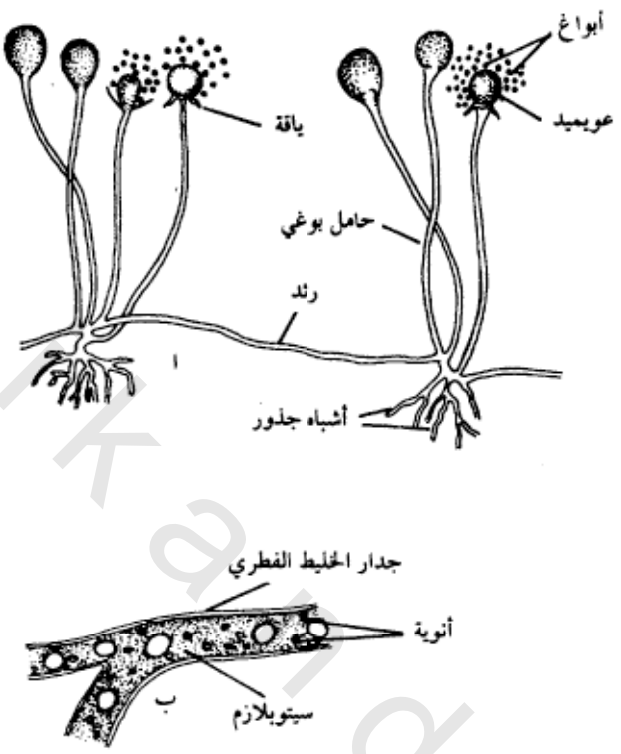
الوضع التصنيفي لجنس رايزوبس Systematic position Genus *Rhizopus*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Zygomycotina	قسم: الفطريات الزيجوميكوتينية
Class: Zygomycetes	طائفة: الفطريات الزيجوية
Order: Mucorales	رتبة: الميوكورات
Family: Mucoraceae	الفصيلة: الميوكورية
Genus: *Rhizopus*	جنس: رايزوبس

يعد هذا الجنس من أبرز الأجناس التي تنتمي إلى هذه الرتبة، وهو فطر مترمم واسع الانتشار، ويشتمل على حوالي ٣٥ نوعا كلها مترممة وأهمها *رايزوبس ستولونيفر* *Rhizopus stolonifer* والذي يعرف أحيانا بفطر العفن الأسود Black mold أو عفن الخبز Bread mold وهو كثير النمو على الخبز ويؤدي إلى تعفنه كما يسبب عفنا لكثير من الفواكه والثمار والخضروات خصوصا أثناء الجمع والتسويق والتخزين، حيث إن الثمار المتعفنة بصورة جزئية لا تلاقي قبولا لدى المستهلك بسبب رداءة نوعيتها. ويعيش هذا الفطر أيضا على بعض المواد العضوية الأخرى المعرضة للهواء في الأماكن الرطبة، كما أنه يلوث بكثرة المزارع البكتيرية والفطرية في المختبرات العلمية

وتوجد أبواغه في الهواء دائما فإذا حفظت قطعة من الخبز المبلل الرطب المكشوف في درجة حرارة معتدلة (حوالي ٢٥° م) لمدة يومين، أو ثلاثة أيام في إناء مغلق، أو تحت ناقوس زجاجي فإنه ينمو عليها بصفة عامة كتلة من ميسيليوم أبيض اللون يشبه القطن، ومصدر هذا النمو هو أبواغ الفطر التي تنتشر بوفرة في الهواء وتسقط على سطح الخبز المبلل لتجد فيه وسطا غذائيا مناسباً، فتنبت وتنتشر على سطحه ويكون لون الفطر أبيضا أول الأمر ثم يتغير لونه تدريجيا إلى الأسود مما دعا إلى تسميته بعفن الخبز، أو العفن الأسود.

ويتكون الغزل الفطري Mycelium (الشكل رقم ٥٤) من خيوط فطرية Hyphae غير مقسمة، كثيرة التشعب، ويظهر على البيئة النامي عليها على شكل قطن أبيض اللون ينمو على سطح المادة العضوية، ويتميز إلى جزء زاحف يمتد فوق الطبقة التحتية للمادة العضوية النامي عليها الفطر يعرف بالرئد أو المدَّاد، ويرسل عند نقطة اتصال الطرف الآخر منه بالسطح أشباه جذور في مجموعات تتفرع داخل الوسط العضوي لتثبيت الفطر، وامتصاص المواد الغذائية، وتنبثق مقابل كل مجموعة من أشباه الجذور حزمة من الهيفات الهوائية التي تنو بصورة عمودية، والتي تصبح فيما بعد الحوامل البوغية Sporangiophores، ويكون كل حامل غير متفرع أول الأمر وبعد أن ينمو إلى ارتفاع معين ينفصل الجزء الطرفي من هذا الخيط، ثم يأخذ هذا الجزء في الانتفاخ، وتنقسم محتوياته إلى عدد من الأبواغ غير المتحركة Aplanospores ليكون بذلك حافظة بوغية كروية الشكل، ثم يأخذ الجدار المستعرض في البروز إلى داخل الحافظة البوغية مكونا تركيبا قبوي الشكل يعرف بالعويميد Columella (الشكل رقم ٥٤أ).



الشكل رقم (٥٤). فطر *رايزوبس ستولونيفر R. stolonifer*.

أ – جزء من الخيط الفطري يوضح أشباه الجذور المتعمقة داخل الوسط الغذائي، الرئد والحوامل البوغية التي تحمل الحوافظ البوغية.

ب– جزء من الغزل الفطري غير المقسم.

التكاثر اللاجنسي. يأخذ الفطر في التكاثر لاجنسيا (الشكل رقم ٥٥) بعد فترة، إذ يصبح الجزء الطرفي من الخيط الهوائي مليئا بالأنوية والسيتوبلازم (الشكل رقم ٥٥ب) وينفصل عن بقية الخيط بجدار مستعرض ثم تنقسم محتوياته إلى عدد من الأبواغ، ويأخذا الجدار المستعرض في البروز إلى داخل الحافظة البوغية مكونا ما يعرف بالعويميد (الشكل رقم ٥٥هـ، و)، وعندما تنضج الأبواغ يستمر العويميد في الانتفاخ مندفعا إلى داخل الحافظة البوغية (الشكل رقم ٥٥ح، ز)، ويسبب ذلك ضغطا على الأبواغ التي تضغط بدورها على الحافظة فيؤدي ذلك في النهاية إلى تمزق جدار الحافظة

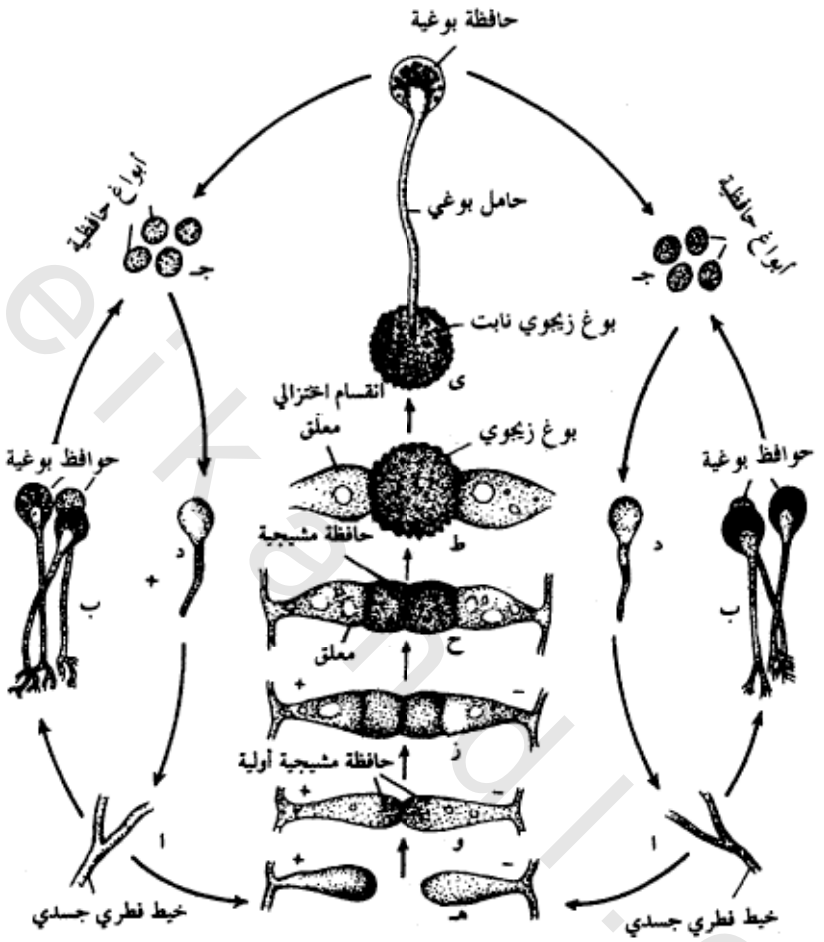
(الشكل رقم ٥٥ط)، وتحرر الأبواغ التي تنتشر بواسطة الهواء حتى إذا ما استقرت على وسط غذائي مناسب تأخذ في الإنبات (الشكل رقم ٥٥ك)، لتعطي خيوطا فطرية جديدة (الشكل رقم ٥٥أ).

الشكل رقم (٥٥). المراحل المختلفة للتكاثر اللاجنسي في فطر *رايزوبس ستولونيفر R.stolonifer*.

(عن باندى وتريفيدى ١٩٧٩)

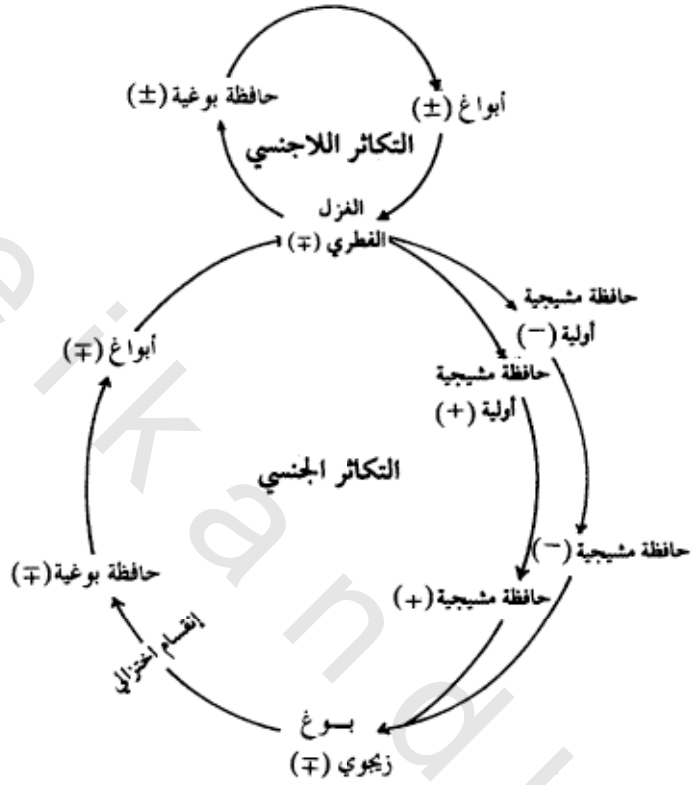
وهذه الآلية في انتشار الأبواغ تسبب في دفع تلك الأبواغ إلى مسافات بعيدة عن الغزل الفطري الأم لكي لا يحدث تنافس بين الأغزال الفطرية البنوية والغزل الفطري الأم وبين الأغزال الفطرية البنوية ذاتها. وبعد انتشار الأبواغ الحافظية يتبقى من جدار الحافظة البوغية جزء قاعدي يحيط بالعويميد ويعرف بالياقة Collar (الشكل رقم ٥٤أ).

التكاثر الجنسي. عندما تصبح الظروف البيئية غير ملائمة لنمو الفطر، عندئذ يبدأ الفطر في إعداد نفسه للتكاثر الجنسي فيأخذ كل خيطين متجاورين لسلالتين مختلفتين (الشكل رقم ٥٦أ)، في تكوين فرعين جانبيين يأخذان في التوجه نحو بعضهما البعض حتى يلتقيا، ويطلق على هذين الفرعين الجانبيين بالحوافظ المشيجية الأولية Progametangia (الشكل رقم ٥٦و)، ثم تنتفخ الحافظتان وتمتلآن بالبروتوبلازم، ويتكون في كل منهما حاجز عرضي يقسمها إلى جزئين الجزء الطرفي منها يسمى الحافظة المشيجية Gametangium (الشكل ٥٦ح)، أما الجزء الذي يقع تحتها فيسمى بالمعلق Suspensor، ثم تتلاشى الحواجز التي تفصل بين الحافظتين المشيجيتين (المشيجين غير المتحركين) وتمتزج مادتهما البروتوبلازمية، وتتكون اللاقحة Zygote التي تحتوي على أنوية ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) وسرعان ما تحيط نفسها بجدار خشن متثألل، وسميك، ويصبح لونه فيما بعد أسودا مكونا بذلك البوغ الزيجوي Zygospore (الشكل رقم ٥٦ط)، وعندما يتحلل المعلقان يسقط البوغ الزيجوي وتظل ساكنة فترة من الزمن قد تمتد إلى عدة أشهر، تتمكن أثناءها من مقاومة الظروف البيئية القاسية كالجفاف، والحرارة التي لا تستطيع أن تصمد ضدها الخيوط الفطرية العادية. وعندما تتهيأ لها ظروف الإنبات المناسبة من جديد تنقسم نواة البوغ الزيجوي التي تحتوي على (٢ن) من الكروموسومات انقساما اختزاليا مكونة أنوية أحادية المجموعة الصبغية (ن) ثم بعد ذلك ينبت البوغ الزيجوي (الشكل رقم ٥٦ى)، ويتم ذلك بأن تمتص الماء فتنفخ، وتضغط على الجدار فتسبب تمزقه، ويخرج منها أنبوب إنبات ينتهي بتكوين حافظة بوغية تحتوي على الأبواغ اللاجنسية (الشكل رقم ٥٦ى). ثم تأخذ هذه الأبواغ كما في حالة التكاثر اللاجنسي في التحرر من جدار الحوافظ البوغية، وتنتشر في الهواء مسببة انتشار الفطر (الشكل رقم ٥٦جـ). ويلاحظ في فطر *الرايزوبس* أن التكاثر الجنسي لا يحدث إلا نادرا حيث يستلزم ظروفا معينة ولذلك فهو لا يمثل النوع الرئيسي للتكاثر بينما يمثل التكاثر اللاجنسي الوسيلة الرئيسية لذلك.



الشكل رقم (٥٦). دورة حياة فطر *رايزوبس ستولونيفر R.stolonifer*.

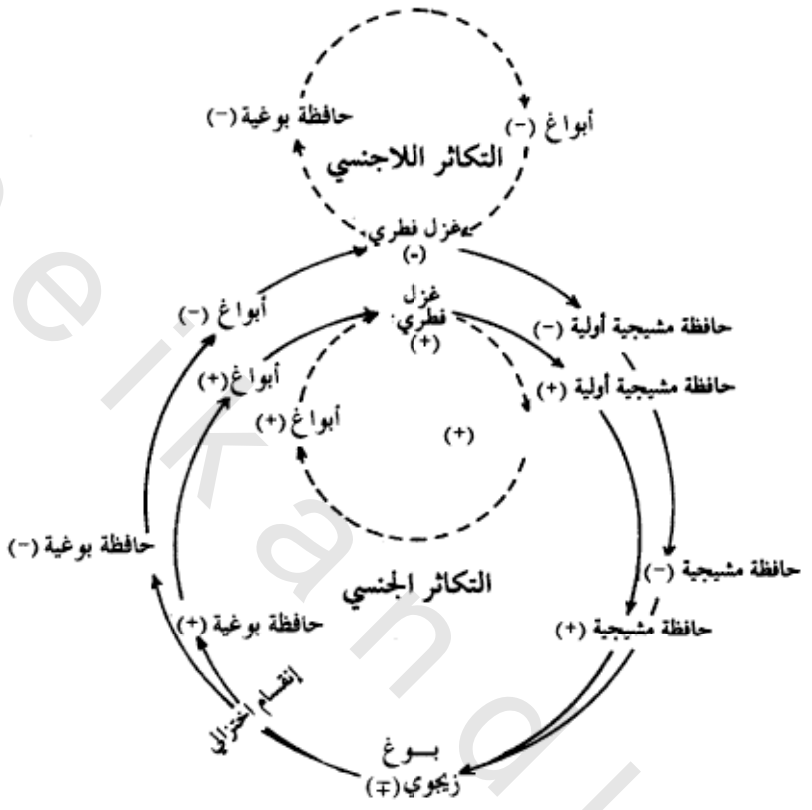
في بعض أنواع فطر *رايزوبس* يحدث التزاوج الجنسي بين خيطين من نفس الغزل الفطري أو من سلالة واحدة أي ناشئين أصلا من بوغ واحد وتعرف مثل هذه الأنواع بمتشابهة الثالوس Homothallic أو متجانسة الجسم الخضري (الشكل رقم ٥٧). أما في أنواع أخرى فيحدث التزاوج بين خيطين من غزلين فطريين مختلفين فسيولوجيا أي ناشئين من بوغين مختلفين وراثيا يعرف أحدهما بالسلالة الموجبة (+) والآخر بالسلالة السالبة (-)، وتعرف هذه الأنواع بمتباينة الثالوس Heterothalic أو مختلفة



الشكل رقم (٥٧). رسم تخطيطي يوضح النمط العام لدورة الحياة في الأنواع متشابهة الثالوس في جنسي *رايزوبس وميوكر*.

الجسم الخضري (الشكل رقم ٥٨). ويجب وجود وتزاوج سلالة موجبة وسلالة سالبة لضمان تكوين وإنتاج الأبواغ الزيجوية. وينطبق هذا النظام على معظم الفطريات الأخرى التابعة لرتبة الميوكورات، والتي سيرد ذكرها بالتفصيل فيما بعد.

وتجدر الإشارة إلى أن فطر رايزوبس له القدرة على التكاثر خضريا، فإذا نقل جزء من الغزل الفطري النامي إلى وسط غذائي مناسب فإنه ينمو ليعطي خيوطا فطرية جديدة، والغالبية العظمى من الفطريات المترممة يمكنها أن تتكاثر بهذه الطريقة الخضرية.



الشكل رقم (٥٨). رسم تخطيطي يوضح النمط العام لدورة الحياة في الأنواع متباينة الثالوس في جنسي *رايزوبس وميوكر*.

الأهمية الاقتصادية لفطر *رايزوبس*

يحتوي جنس *رايزوبس* على عدد من الأنواع ذات الأهمية الاقتصادية نذكر منها:

١- رايزوبس *ستولونيفر R.stolonifer* يسبب عفناً طرياً Soft rot للثمار والخضروات المختلفة أثناء تخزينها مثل البطاطا الحلوة، والعنب، والطماطم، وبعض البذور المخزنة.

٢- بعض أنواع جنس *رايزوبس* مثل : *R. sinesis, R. stolonifer* and *R. nodosus* تستغل تجاريا لمصلحة الإنسان في مجال الفطريات الصناعية حيث يستفاد منها في عملية تصنيع حمض الفيوماريك، ولإتمام بعض خطوات في تصنيع مادة الكورتيزون الطبية، كما تستطيع تكوين كميات كبيرة من حمض اللاكتيك أثناء عملية التخمر اللاكتيكي Lactic fermentation.

جنس ميوكر *Mucor* Genus

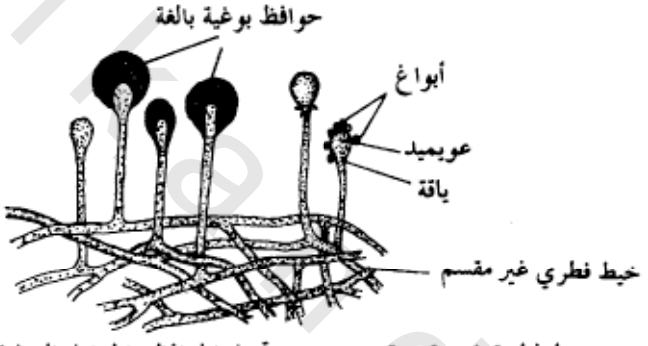
يعرف هذا الجنس عموما باسم العفن الأسود Black mold وهو من الفطريات المألوفة في الفصيلة الميوكورية، والواسعة الانتشار في الطبيعة. ويحتوي جنس ميوكر على حوالي ٦٠ نوعا معظمها تعيش معيشة رمية على الخبز، وأنواع المربيات، والأجبان والمخللات القديمة، وكذلك ينمو على بعض المواد الغذائية المخزونة وعلى الجلود، والورق إذا خزنت في الظروف البيئية الرطبة، ويوجد هذا الفطر كذلك بصورة واسعة في التربة الغنية بالدبال والمواد العضوية المتحللة.

التركيب الخضري للفطر

يتكون الجسم الخضري للفطر من هيفات طويلة اسطوانية الشكل، ومتفرعة تفرعا كثيرا (الشكل رقم ٥٩)، ذات ميسيليوم غير مقسم عديد الأنوية ولكنه يصبح مقسما مع تقدمه بالسن وخاصة في التراكيب التكاثرية، وهو يشبه في ذلك معظم الفطريات التابعة لنفس الرتبة. وينمو الغزل الفطري أفقيا في كل الاتجاهات، وزاحفا فوق المادة العضوية التي يعيش عليها، وينشأ من بعض المناطق أفرع تنمو إلى الأسفل مخترقة الوسط الغذائي الذي يعيش عليه الفطر ويتكون هذا النوع من هيفات قصيرة كثيرة التفرع رقيقة الجدار، وذات أقطار دقيقة ويطلق على هذا النوع من الهيفات اسم هيفات الامتصاص Absorptive hyphae حيث تقوم بامتصاص المادة الغذائية وهي تحل محل أشباه الجذور الموجودة في فطر *رايزوبس*، وتشبه هيفات الفطر ميوكر إلى حد كبير نظيرتها الموجودة في فطر *رايزوبس*، ولكنها تختلف عنها بما يلي :

١ – هيفات الامتصاص الموجودة في فطر ميوكر، تعتبر أقل تخصصا من أشباه الجذور الموجودة في فطر *رايزوبس*.

٢ – المدادات أو الرئاد تعتبر خاصة بجنس *رايزوبس* وغير موجودة في جنس موكر، وهي تساعد الفطر على انتشار النوع حيث تزحف على سطح الوسط الذي ينمو عليه الفطر، وتثبت نفسها عليه في نقاط بواسطة ما يسمى بأشباه الجذور. وتخرج من نقاط التثبيت عادة مجموعة من الحوامل البوغية.



الشكل رقم (٥٩). خيوط فطرية غير مقسمة Coenocytic تحمل الحوافظ والحوامل البوغية في نوع ميوكر *Mucor sp*.

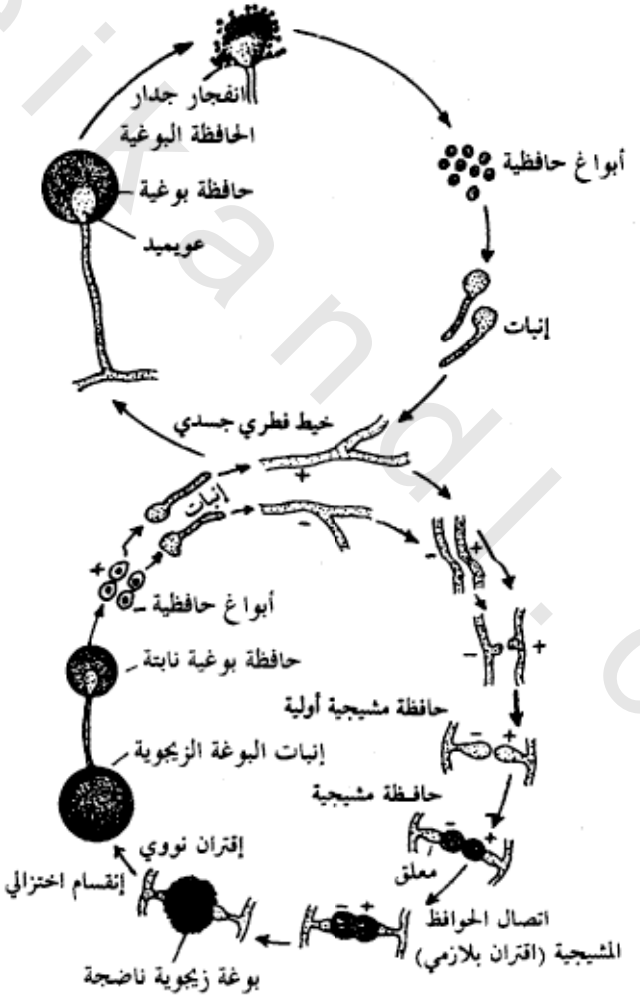
ويختلف شكل الحوامل البوغية في الأنواع المختلفة من فطر ميوكر تبعا للنوع ففي بعض الأنواع يكون الحامل البوغي غير متفرع، كما في الأنواع *M. abundans and M. hiemalis*، وفي بعضها يكون التفرع وحيد المحور غير منتهي كما في النوع *M. mucedo*، وفي بعضها الآخر يكون التفرع عديد المحاور منتهي كما في النوع *M. circinelloides*. ويمثل الشكل رقم (٦٠) دورة حياة فطر ميوكر، ويلاحظ إنه يشبه إلى حد كبير دورة حياة فطر *رايزوبس* الذي سبق وصفه.

الأهمية الاقتصادية لفطر ميوكر

١ – معظم الأنواع التابعة لجنس ميوكر تسبب أمراضا وتعفنا لمختلف الفواكه، والخضروات المخزونة.

٢ - يحتوي هذا الجنس على بعض الأنواع القليلة المسببة لبعض الأمراض البشرية، حيث يسبب النوع *M. pusillus* أمراضا للأعضاء الداخلية للإنسان تعرف بالأمراض الفطرية Mycosis.

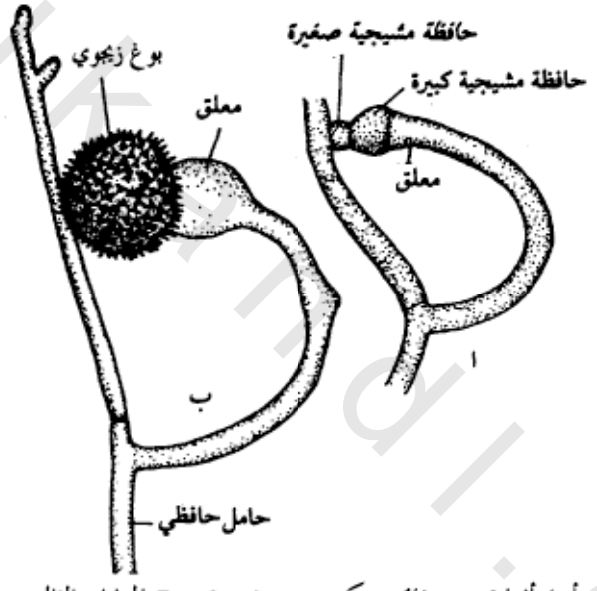
٣ - بعض أنواع ميوكر مثل النوع المسمى *M. javanicus* يستغل صناعيا في عملية التخمر الكحولي.



الشكل رقم (٦٠). دورة حياة فطر ميوكر *Mucor*.

تباين وتشابه الثالوس بين أفراد رتبة الميوكورات

من بين أجناس الميوكورات ما يحدث فيه التزاوج الجنسي بين خيطين فطريين من نفس الغزل الفطري المنبثق من بوغ واحد أو من بين أجزاء مختلفة من نفس الخيط، وتعرف هذه الأنواع بمتشابهة الثالوس Homothallic كما في جنس *زايجورينكس* *Zygorhynchus* sp (الشكل رقم ٦١) وأنواع *الأبسيديا* *Absidia* spp وبعض أنواع ميوكر *Mucor* spp. وفي هذا الطراز المتشابه الثالوس، إما أن تكون الحفظتان المشيجيتان



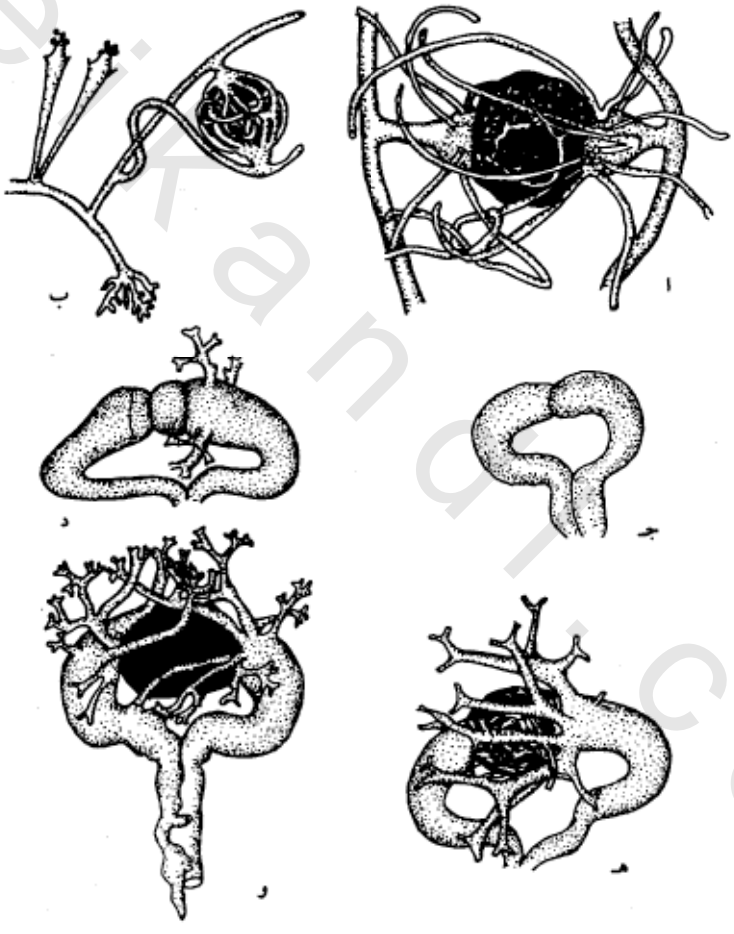
الشكل رقم (٦١). أحد أنواع جنس *زايجورينكس* *Zygorhynchus* sp المتشابه الثالوس وهو من فطريات التربة.

أ – حامل حافظي مع حافظتين مشيجيتين غير متساويتين حجما على وشك الالتحام، الكبيرة فقط لها معلق.

ب– مرحلة متأخرة وقد تكون فيها البوغ الزيجوي من التحام الحافظتين المشيجيتين.

المتزاوجتان متشابهتين حجما في الأنواع المتجانسة الحوافظ المشيجية Homogametangia وإما أن يختلفا حجما كما في النوع *أبسيديا سباينوزا* *Absidia spinosa*. ففي أنواع *أبسيديا* المتجانسة الحوافظ المشيجية تكون الحفظتان المشيجيتان متساويتان حجما وينبثق من كل معلق شعيرات حلزونية الأطراف (الشكل رقم ٦٢أ، ب)، أما في أبسيديا سباينوزا

المتغايرة الحوافظ المشيجية Heterogametangia فتكون إحدى الحافظتين المشيجيتين أكبر من الأخرى، ويقتصر انبثاق الشعيرات من المعلق المصاحب للحافظة المشيجية الكبيرة التي هي الحافظة المؤنثة (الشكل رقم ٦٢د،هـ)، وعلى هذا الأساس فإنه من ناحية الشكل فقط نلاحظ أن الأنواع المتشابهة الثالوس، إما أن تكون متشابهة أو متباينة الحوافظ المشيجية.



الشكل رقم (٦٢).أ – حافظة مشيجية ناضجة في فطر *أبسيديا جلوكا* *Absidia glauca*.
ب– حوامل الحوافظ البوغية وأبواغ زيجوية في فطر *أبسيديا سيبتاتا* *A. septata*.
جـ،د،هـ،و–مراحل تكوين البوغ الزيجوي.

أما في الفطريات متباينة الثالوس Heterothallic فلا يحدث التزاوج الجنسي إلا بين خيطين كل منهما مستمد من غزل فطري متميز، وينبثق كل منهما من بوغ مختلف وفي هذا الطراز من الفطريات لا تتكون أبواغ زيجوية إلا إذا حقنا نفس المنبت ببوغين مختلفين جنسيا حيث يعطي إحدى البوغين سلالة تعرف بالسلالة الموجبة (+) ويعطي البوغ الآخر سلالة تعرف بالسلالة السالبة (−)، وتتكون الأبواغ الزيجوية (±) عند منطقة الاتصال بين السلالتين، وهذه التسمية مستمدة من أن إحدى السلالتين الموجبة، والأخرى بالسلالة السالبة، وجميع الفطريات المتباينة الثالوس تكون متجانسة الحوافظ المشيجية.

ومن أمثلة الفطريات متباينة الثالوس نذكر ما يلي:

Rhizopus stolonifer, Phycomyces nitens, Mucor hiemalis and Pilobolus sp.

تعيين جنسية السلالتين في الفطريات المتباينة الثالوس

قام بلاكسلى (Blakeslee 1904) بمحاولات عديدة لتعيين جنسي السلالتين في الفطريات المتباينة الثالوس، ونجح في إتمام التزاوج بين فطرة متباينة الثالوس متجانسة الحوافظ المشيجية هي فطرة ميوكر هيمالس *M. hiemalis*، وفطرة متشابهة الثالوس متغايرة الحوافظ المشيجية هي فطرة *أبسيديا سباينوزا* مما يدل على أن السلالة السالبة تمثل سلالة ذكرية، أما الحافظة المشيجية للسلالة الموجبة(+) فتتزاوج جنسيا مع الحافظة المشيجية الصغيرة *لابسيديا سباينوزا* مما يؤكد أنثوية السلالة الموجبة. وقد أجريت دراسات لإيجاد أي فوارق بيوكيميائية بين السلالتين في *رايزوبس ستولونيفر* *R. stolonifer* فوجد أن السلالة الموجبة تستطيع إذا حقنت في منبت جلوكوز غذائي أن تنتج حمض النمليك، أو الفورميك بينما لا تستطيع السلالة السالبة أن تنتج هذا الحمض، مما يدل على وجود اختلاف من حيث القدرة الإنزيمية لكل من السلالتين.

التطفل بين السلالات المختلفة في رتبة الميوكورات

وجد كذلك أن التطفل بين الفطريات المتباينة الثالوس يحدث بين السلالات المتباينة فوجد مثلا أن فطر *Mucor simplex* يتطفل على فطر *Absidia glauca* إلا أن التطفل يحدث بين سلالة سالبة من ميوكر وسلالة موجبة من *أبسيديا* ، أو بالعكس. وقد فسر ذلك بيرجف (Burgeff 1924) إلا أن ذلك يهدف إلى التهجين بين السلالات.

رتبة الانتوموفثورات Order Entomophthorales

هذه الرتبة صغيرة إذا ما قورنت برتبة الميوكورات ، وهي تتضمن فطريات تعيش في الغالب متطفلة على الحشرات وبعض النباتات الدنيا مثل السراخس والأشنات كما يترمم الكثير منها على روث الضفادع والسحالي. وقد أمكن تنمية بعض الأنواع المترممة بسهولة إلى حد ما في المنابت الصناعية. وفي أفراد هذه الرتبة يظهر الغزل الفطري ميلا محددا لتكوين حواجز بين الخلايا ، فعند نمو البوغ فإنه يعطي أنبوب إنبات سرعان ما يظهر فيه حواجز عرضية تقسم الخيط الفطري إلى أجزاء وحيدة النواة ، أو عديدة الأنوية ، وقد تتقطع الخيوط الفطرية في بعض الأجناس إلى قطع عديدة تعرف بالأجسام الخيطية الفطرية Hyphal bodies. يتم التكاثر اللاجنسي في أفراد هذه الرتبة بواسطة تكوين حويفظات تنتهج مسلك الكونيدات حيث يتم الإنبات غالبا بواسطة أنبوبة الإنبات.

أما التكاثر الجنسي فيتم باتحاد الخيوط الفطرية وتكوين البوغ الزيجوي. وهي من حيث المبدأ العام تشبه ما يحدث في رتبة الميوكورات ، ولكنها تختلف عنها إلى حد ما في التفاصيل المميزة للمجموعة ، والتي تتلخص فيما يلي :

١- الحوافظ المشيجية المتزاوجة قد تكون أجساما خيطية فطرية (الشكل رقم ٦٥).

٢- قد يتكون البوغ الزيجوي باتساع إحدى الحافظتين المشيجيتين، أو كلتيهما.

٣- قد يتكون البوغ الزيجوي من بروز ينشأ من إحدى الخليتين المندمجتين، أو من كلتيهما بعد الاندماج.

وتشمل هذه الرتبة على فصيلة واحدة فقط هي الفصيلة الانتوموفثورية.

☐ الفصيلة الانتوموفثورية Family Entomophthoraceae

تضم هذه الفصيلة ما يقرب من ٢٥ جنسا وحوالي ١٠٠ نوع، يتطفل بعضها على الحشرات، والبعض الآخر يعيش مترمما على المواد العضوية المتحللة. وأهم الأجناس التابعة لهذه الفصيلة ما يلي:

١- جنس *Entomophthora* وهو فطر يتطفل على الحشرات، ويشتمل على أكثر من ٤٠ نوعا وفيه تكون حوامل الأبواغ الكونيدية متفرعة، والبوغ وحيد النواة.

٢- جنس *Empusa* وهو يتطفل على الحشرات أيضا، ويختلف عن الجنس السابق بأن حوامل الأبواغ الكونيدية فيه بسيطة، والبوغ الكونيدي عديد الأنوية.

٣- جنس *Ancylistes* وتتطفل بعض أنواعه على الأشنات، ويتم التكاثر اللاجنسي بتكوين البوغ الكونيدي أما التكاثر الجنسي فيتم بتكوين البوغ الزيجوي ولكن حتى الآن لا تعرف طريقة نموها.

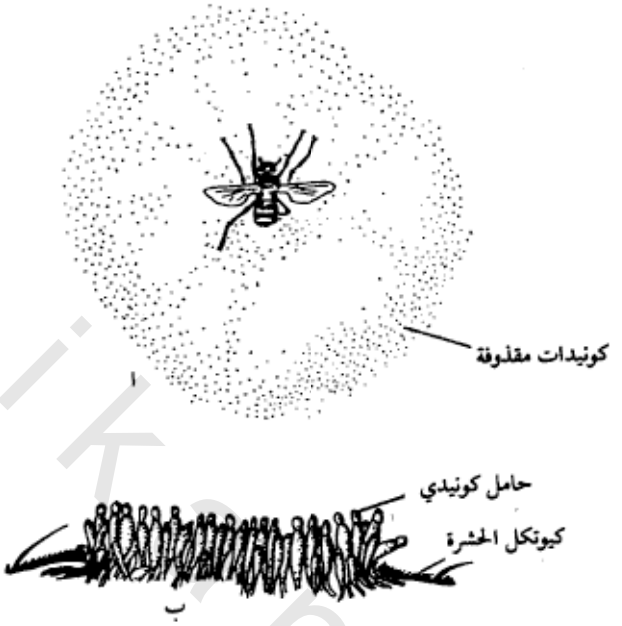
٤ – جنس *Completoria*، وتتطفل أنواعه على بعض السراخس، ويتم التكاثر اللاجنسي بتكوين الأبواغ الكونيدية، أما التكاثر الجنسي فيتم بتكوين الأبواغ الكونيدية غير الزيجوية Azyogospore وهي تشبه الأبواغ الزيجوية في التركيب ولكنها تتكون دون اندماج بين الحوافظ المشيجية وهي تقوم بوظيفة الأبواغ الساكنة كما تقوم بها الأبواغ الزيجوية الحقيقية ولكن لا تعرف طريقة نموها.

ندرس كمثال لهذه الفصيلة جنس إنتوموفثورا *Entomophthora*

الوضع التصنيفي لجنس انتوموفثورا Systematic position of Genus *Entomophthora*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Zygomycotina	قسيم: الفطريات الزيجوميكوتينية
Class: Zygomycetes	طائفة: الفطريات الزيجوية
Order: Entomophthorales	رتبة: الانتوموفثورات
Family: Entomophthoraceae	الفصيلة: الانتوموفثورية
Genus: *Entomophthora*	جنس: *انتوموفثورا*

يتطفل هذا الفطر على الحشرات وخاصة الذباب، ويضم حوالي ٤٠ نوعا أهمها النوع *انتوموفثورا موسكي E. muscae* (الشكل رقم ٦٣) حيث يعد من أكثر فطريات هذه الرتبة وضوحا وهو يسبب مرض الكوليرا للذباب المنزلي، وهذا من الأمراض التي تنتشر في فصل الصيف وبداية الخريف. ويعرف الفطر باسم فطر الذباب، لأنه يوجد غالبا على بقايا الذباب الميت العالقة بزجاج النوافذ التي لم يتم غسلها لفترة طويلة، ويشاهد الفطر كهالة بيضاء يحيط بالذبابة الميتة، وتتكون هذه المنطقة البيضاء من عدد كبير من الأبواغ الكونيدية التي قذفت بها الحوامل الكونيدية المنبثقة من جسم الذبابة، ويعتبر هذا القذف القوي للكونيدات ميزة بارزة تمتاز به رتبة الانتوموفثورات كما يتضح من الشكل رقم (٦٣).

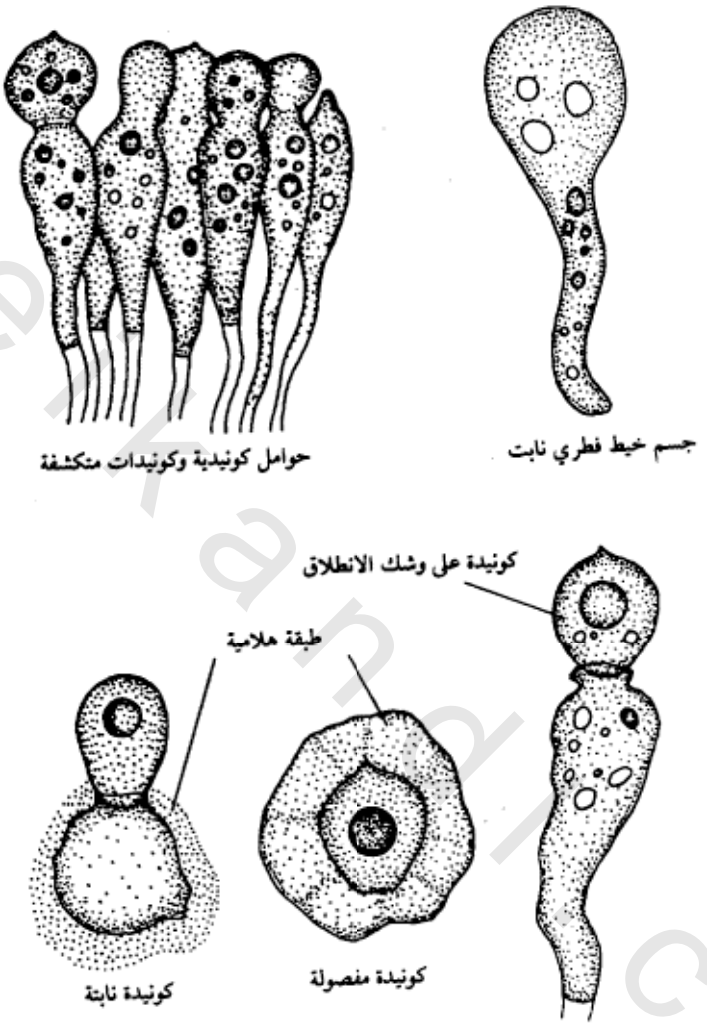


الشكل رقم (٦٣). فطر *انتوموفثورا موسكى Entomophthora muscae*.

أ – ذبابة ميتة على لوح الشباك وتحيط بها هالة من الأبواغ المقذوفة.

ب– جزء من مقطع طولي في منطقة البطن لذبابة مصابة مبينا الحوامل الكونيدية منبثة من خلال كيوتكل الحشرة.

وتبدأ إصابة الذبابة بالفطر بأن تلتصق أبواغ الفطر على جسم الذبابة ويتكون أنبوب إنبات يخترق الجسم ثم يتكور نهاية الأنبوب، وتتولد براعم تنمو بعد ذلك إلى خيوط فطرية مقسمة قد تتجزأ إلى قطع صغيرة وحيدة الخلية تسمى بالأجسام الخيطية الفطرية Hyphal bodies. وبعد فترة تصل ما بين خمسة إلى ثمانية أيام من الإصابة يمتلئ جسم الذبابة تماما بالخيوط الفطرية وتتوسع منطقة البطن حيث يمكن التعرف على الذبابة المصابة بتثاقلها والتلون الباهت لبطنها، وعند قرب موتها تبدأ بالزحف ببطء على سقف الحجرة أو زجاج النوافذ، وعند موتها تلتصق على أي جسم تقف عليه كزجاج النوافذ غالبا بواسطة أعضاء فمها الماصة. وبعد موت الذبابة تنمو الأجسام

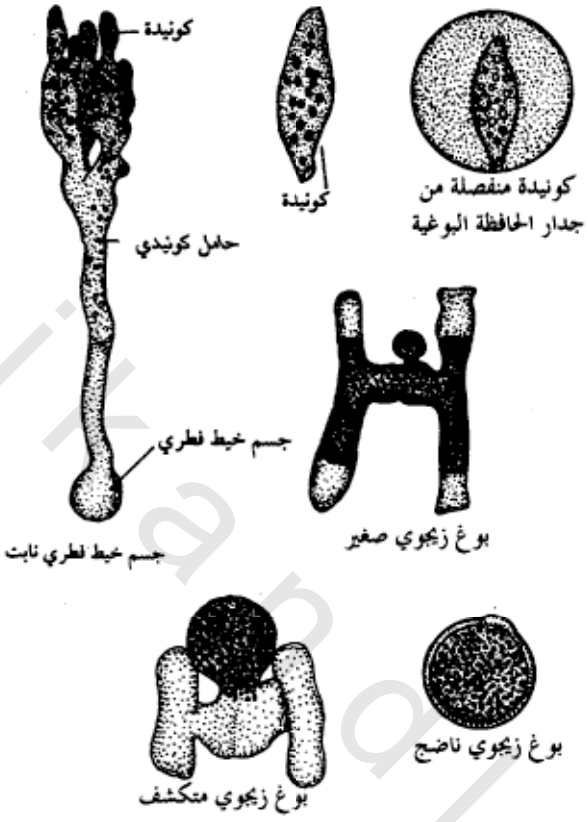


الشكل رقم (٦٤). مراحل مختلفة من دورة حياة فطر *انتوموفثورا موسكي* *E. muscae*.

الخيطية الفطرية مرسلة خـــيوط داخل جسم الحشرة، وتخرج من بين المناطق الرقيقة في الجســـم، وخاصة بين الحلقات الجسمية في منطقة البطن، ثم تنتفخ نهاية كل خيط مكونة الحـــوامل الكونيدية الذي ينتهي كل واحد منها بكونيدة واحدة

(الشكل رقم ٦٤)، وهذه الحوامل الكونيدية تخرج بأعداد كبيرة جدا من جسم الذبابة، ثم تنفصل الكونيدات من نهاية الحوامل الكونيدية ويقذف بها بقوة إلى مسافة تصل إلى ٢-٣سم وهي تشبه إلى حد كبير عملية قذف الأبواغ في فطر *بيلوبولوس*. وتشكل هذه الكونيدات بعد قذفها بأعداد كبيرة هالة بيضاء اللون حول الذبابة وكذلك على الجسم الذي تلتصق عليه الذبابة. وكونيدات الفطر مغطاة بمادة هلامية تمكنها من الالتصاق بأي جسم تقذف إليه الكونيدة، وعندما تقترب ذبابة أخرى سليمة منها تلتصق بها الكونيدات اللزجة وتصيبها حيث تنبت الكونيدة من جديد إلى غزل فطري ينتج عنه عدد من الحوامل الكونيدية وهكذا .. ثم تتكرر إصابة الذباب بالأبواغ الكونيدية مسببة بذلك انتشار المرض. أما التكاثر الجنسي في فطر *انتوموفثورا موسكي* فيحدث بالتزاوج بين جسمين خيطيين متلاصقين تنتهي بتكوين الأبواغ الزيجوية التي من المحتمل أن تنبت لتعطي أنابيب إنبات، وطريقة تكوين الأبواغ الزيجوية في هذا الفطر تشبه مثيلتها في الفطريات التابعة لرتبة الميوكورات إلا أنها تختلف عنها إلى حد ما فيما يلي:

عندما تنبت الأبواغ الزيجوية فإنها تعطي أنبوب سرعان ما تظهر فيه الحواجز العرضية التي تقسم ثالوس الفطر إلى أجزاء إما وحيدة النواة أو عديدة الأنوية، وقد يتفتت الغزل الفطري إلى أجزاء تعرف باسم الأجسام الخيطية الفطرية كما سبق ذكرها. وهذه الأجسام الخيطية تتزاوج وتتكشف إلى أبواغ زيجوية، وقد تتكون هذه الأبواغ الزيجوية إما باتساع إحدى الحافظتين المشيجيتين، أو كلتيهما معا، وقد تتكون هذه الأبواغ الزيجوية من بروز ينشأ من إحدى الخيطين المندمجين، أو من كليهما بعد الاندماج كما هو واضح من الشكل رقم (٦٥).



الشكل رقم (٦٥). مراحل مختلفة من دورة حياة فطر *انتوموفثورا سيبلكراليس* *E. sepulchralis* .

ويلاحظ في هذا النوع وجود ظاهرة تكوين الأبواغ الزيجوية بالتوالد البكري Parthenogenesis دون اندماج بين حوافظ مشيجية، وتعرف هذه التراكيب باسم الأبواغ غير الزيجوية Azygospores، وهي تشبه الأبواغ الزيجوية في التركيب، ومن المحتمل أنها تقوم بوظيفة الأبواغ الساكنة كما تقوم بها الأبواغ الزيجوية الحقيقية.