قسم الفطريات اللاسوطية Division: Amastigomycota :

1. يعتبر هذا القسم من أكبر أقسام مملكة الفطريات .
2. تعد أفراده أكثر تطورا من أفراد القسمين السابقين .
3. يضم مجموعة ضخمة من الفطريات التي تتباين في أشكالها و أحجامها .
4. تندرج في أحجامها من فطريات مجهرية الحجم (وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا) إلى فطريات كبيرة ذات أشكال مميزة يمكن مشاهدتها في الحقول و الغابات و على كتل الأخشاب المتآكلة .
5. تتباين معيشة أفراد هذا القسم ، بعضها يعيش كطفيليات إجبارية أو طفيليات اختيارية .
6. الكثير منها يعيش رميا في التربة ، مسبب تحلل للمواد العضوية .
7. هذا القسم يضم عدد من الفطريات المألوفة لنا و التي لها أهمية اقتصادية مثل فطريات الخميرة ، و المشروم .
8. جميعها تحتوي باستثناء الخميرة على غزل فطري متميز إما مقسم أو غير مقسم .

رغم تباينها في الأشكال إلا أن كافة الأفراد يشتركون بصفة واحدة مميزة و هي عدم إنتاجها لأي تراكيب متحركة (أبواغ سابحة أو أمشاج متحركة Zoospores OR Gametes) أثناء دورة حياتها ، و هذا يعني أن تكاثرها اللاجنسي إما أن يتم بواسطة أبواغ غير متحركة في صورة أبواغ حافظية ، أو كونيدات ، أو بالتبرعم ، أو بتجزؤ الميسيليوم ، أما التكاثر الجنسي فيتم أما عن طريق تكوين أبواغ زقية أو أبواغ زقية ، أو أبواغ بازيدية .

ينقسم هذا القسم إلى أربع قسيمات هي :

1- قسيم الفطريات الزيجوميكوتينية Subdivision: Zygomycotina

2- قسيم الفطريات الأسكوميكوتينية Subdivision: Ascomycotina

3- قسيم الفطريات البازيدوميكوتينية Subdivision: Basidomycotina

4- قسيم الفطريات الديتيروميكوتينية Subdivision: Deuteromycoyina

1- قسيم الفطريات الزيجوميكوتينية Subdivision: Zygomycotina

2- يضم هذا القسيم طائفة الفطريات الزيجوية (التزاوجية) Class: Zygomycetes :
3- تشمل هذا الطائفة (80) جنس و (600) نوع .
4- أفرادها واسعة الانتشار في الطبيعة .
5- تعيش غالبيتها بصورة رمية سواء في التربة أو على ما يوجد في الماء من بقايا مواد عضوية .
6- تعيش غالبيتها على أي وسط غذائي عضوي .
7- يوجد قلة من هذه الفطريات تعيش كطفيليات اختيارية ضعيفة على بعض النباتات (خضار ، فواكه).
8- تسبب لها أعفانا طرية .
9- قد تكون متطفلة على الحشرات خاصة الذياب .

أهم المميزات و الصفات التي تتصف و تمتاز بها هذه الطائفة ما يلي :

1- عدم احتوائها على أبواغ سابحة (سوطية) .

2- خلو غزلها الفطري (الميسيليوم) من الجد المستعرضة التي تقسم الهيفات إلى خلايا ، (قد يصبح الميسيليوم مقسما مع تقدمه في السن و خاصة في التراكيب التكاثرية .

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

4- يتم التكاثر الجنسي عن طريق التزاوج بين حوافظ مشيجية غير متحركة و متشابهة عادة في الشكل و الحجم و ينتج عنها تكوين أبواغ زيجوية Zygospores مقاومة للظروف البيئية غير الملائمة .

5- معظم الفطريات الزيجوية مترممة ، و القليل منها متطفل و بعضها له أهمية اقتصادية .

طائفة الفطريات الزيجوية (التزاوجية) Class: Zygomycetes ، تنقسم إلى 3 رتب ، الأولى منها واسعة الإنتشار و الباقيتان أقل انتشار ، تلك الرتب هي :

1- رتبة الميكورات Order: Mucorales
2- رتبة الأنتوموفثورات Order: Entomophthoraies
3- رتبة الزوباجات Order: Zoopagales

==========

1- رتبة الميكورات Order: Mucorales

1- أفراد هذه الرتبة واسعة الانتشار في الطبيعة .

2- تسمى عادة بالأعفان السوداء Black molds .

3- تنقسم إلى ما يقارب من 50 جنس و حوالي 300 نوع .

4- تعيش في معظم الأحيان رمية على أوساط بيئية غنية بالمواد العضوية الذائبة ، أو على روث البهائم و الأنسجة الحيوانية الميتة .

5- قليل من أفراد هذه الرتبة يتطفل على النباتات الخضراء و الحشرات .

6- بعضها يعيش كطفيليات إجبارية على غيرها من الفطريات .

7- بعضها يسبب أمراض للإنسان (تصيب الجهاز العصبي للإنسان) .

8- ينمو قلة منها كطفيليات ضعيفة على الثمار و غيرها من الأجزاء المفصولة للنباتات (تسبب لها العفن أثناء التخزين) .

9- بعضها يستخدم صناعيا في إنتاج الأحماض العضوية ، و الكحولات ، و بعض الإنزيمات .

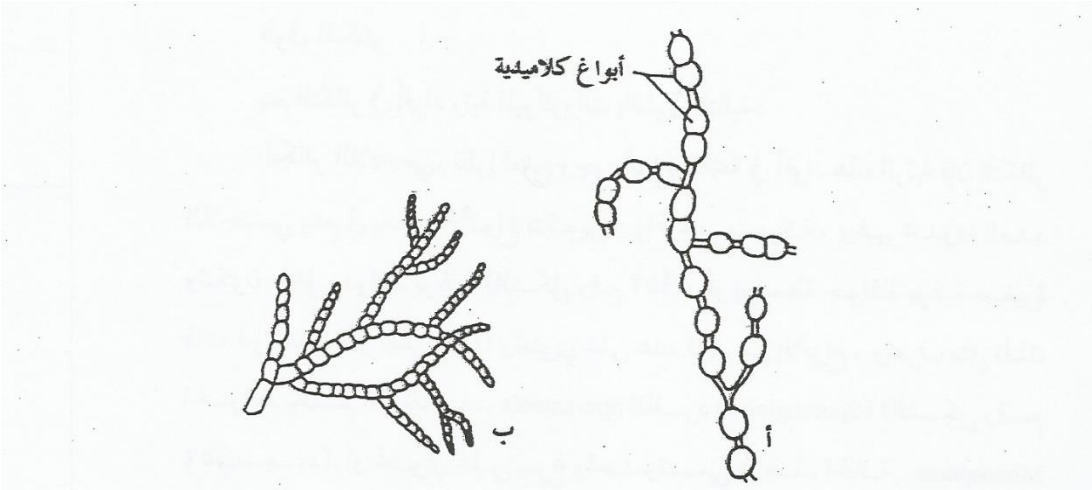
10- يقوم بعضها بتحويل النشا إلى سكر في عمليات التخمر الكحولي .

11- بعضها يقوم بعملية التخمر اللاكتيكي (فطر الرايزوبس) .

12- بعضها يستغل لإنتاج حمض الستريك و السكسنيك و الأكساليك و غيرها من المواد الكيميائية الهامة .

الصفات العامة لهذه الرتبة :

1- الثالوس في الفطريات التابعة لهذه الرتبة يتكون من ميسيليوم متفرع و غير مقسم .
2- قد يصبح مقسم مع تقدم السن .
3- لبعض الأجناس نوع خاص من الخيوط المدادة يسمى الرئد Stolon ، وهو يتصل بالطبقة التحتية substratum بواسطة أشباه جذور Rhizoids ، كما في الجنسين رايزوبس *Rhizopus* و أبسيديا *Absidia* .
4- للميسيليوم حديث السن تفرع منتظم يتكون من خيوط فطرية أساسية شعاعية تخرج منها الفروع ، و كلما تقدم الميسيليوم في العمر كلما اضطرب هذا النظام التفرعي .
5- في الخيوط الفطرية المسنة قد تنقبض المحتويات لتكون نوعا من الأبواغ البينية تسمى الأبواغ الكلاميدية .
6- الأبواغ الكلاميدية Chlamydospores شائعة في النوع *Mucor racemosus* ، و النوع *Mucor hiemales* (شكل 46 أ) ، تتكون هذه الأبواغ في حوامل الحوافظ البوغية نفسها .
7- في ظروف التهوية الغير جيدة فإن هذه الأبواغ تتكسر إلى أجسام خميرية (تشبه الخميرة في شكلها) ، تتكاثر هذه الأشكال بالتبرعم (46 ب) .
8- هذه الأجسام الخميرية تسبب تخمر كحولي ، و تستطيع 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.

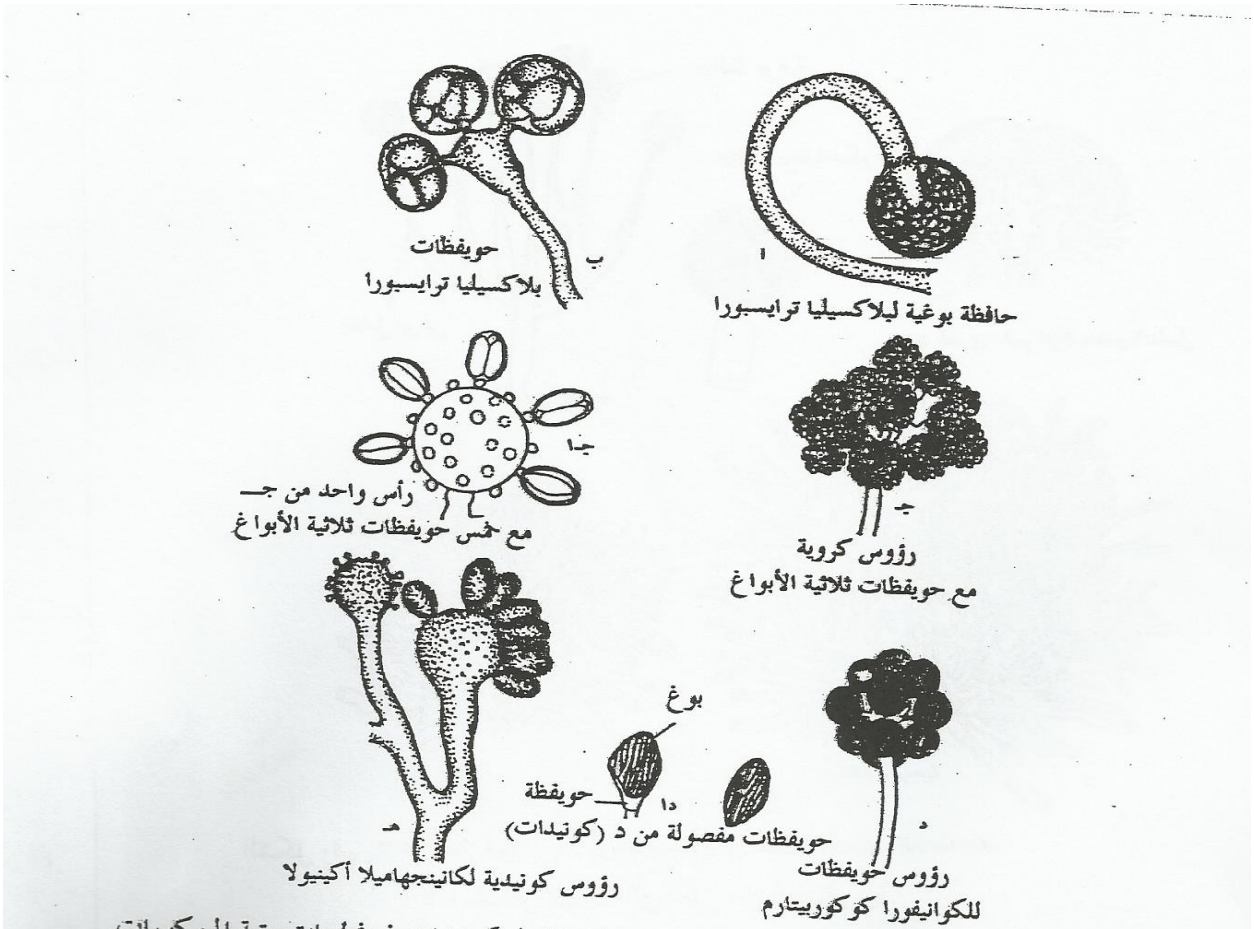
طرق التكاثر في أفراد رتبة الميوكورات :

التكاثر اللاجنسي :

1. نظرا لعدم وجود أبواغ سابحة في أفراد هذه الرتبة فان التكاثر اللاجنسي يتم في بعض الأنواع إما :
2. بتكوين أبواغ غير متحركة ، هذه الأبواغ غير محدودة العدد و تتكون داخل حوافظ بوغية (شكل 52 أ) .
3. بتكوين حوافظ بوغية صغيرة ذات عويميدات (أو خالية منها) ، تحتوي تلك الحوافظ على عدد قليل من الأبواغ.
4. تعرف مثل تلك الحوافظ الصغيرة باسم الحويفظات Sporangiola (المفرد Sporangiolum) (شكل 52 ب ، ج ، د) .
5. الحوافظ قد تحتوي على بوغ واحد و تسمى في هذه الحالة Monosporus sporangia .
6. في الأنواع التي تحتوي حوافظها البوغية على بوغ واحد فإنه عندما يندمج جدار البوغ و الحافظة البوغية اندماجا كليا و لا يمكن التمييز بينها فإنه يطلق عليها في هذه الحالة اسم كونيدات Conidia (شكل 52 هـ).
7. يعتبر التدرج في وجود الحوافظ البوغية عديدة الأبواغ ، و قليلة الأبواغ ، و وحيدة البوغ في رتبة الميكورات تحولا تقدميا من الحافظة البوغية إلى الكونيدة .

التكاثر الجنسي :

1. يحدث في أفراد رتبة الميوكورات بالتزاوج بين حوافظ مشيجية متشابهة في الشكل و الحجم .
2. تتم هذه العملية في أن يقترب خيطان متجاوران لسلالتين مختلفتين من الفطر .
3. يكون الخيطين المتقابلين فرعين جانبيين يأخذان في التقدم نحو بعضهما حتى يلتقيا و يطلق على هذا الفرعين الجانبيين بالحوافظ المشيجية الأولية Progametangia .
4. تنقسم كل حافظة مشيجية أولية بواسطة جدار مستعرض إلى جزء طرفي .
5. يأخذ هذا الجزء في التوسع و الزيادة في الحجم ، يكون حافظة مشيجية Gametangium ، و إلى جزء يقع تحتها يسمى بالمعلق Suspensor .
6. بعد ذلك تتلاشى الحواجز التي تفصل بين كل حافظتين مشيجيتين و يحدث مزج لبروتوبلازم الحافظتين ، يلي ذلك الاندماج بين الأنوية .
7. تتكون لاقحة عديدة الأنوية يتكشف لها جدار غليظ يصبح لونه فيما بعد أسود شوكيا ، تسمى تلك اللاقحة بالبوغ الزيجوي Zygospore ، و التي من اسمه انبثق اسم هذه الفطريات .
8. تحتوي الأبواغ الزيجوية على (2 ن) من الكروموسومات .
9. ينبت البوغ الزيجوي معطي أنبوبة تنتهي بحافظة بوغية تحتوي على عدد غير محدود من الأبواغ الحافظية أحادية المجموعة الصبغية ، الناتجة عن الانقسام الاختزالي .
10. تتحرر الأبواغ الحافظية بعد نضجها و تنتشر في الهواء .
11. عندما تسقط على أي وسط غذائي ملائم فإن كل بوغ ينبت ليعطي غزلا فطريا جديد .
12. هذه الأبواغ تستطيع أن تقاوم الظروف البيئية غير الملائمة التي قد تتعرض لها .



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.

و حسب التصنيف الذي أورده Alexopoulos and Mims فإن هذه الرتبة تضم حوالي 400 نوع و حوالي 45 جنس موزعة على 11 فصيلة .

تعد الفصيلة الميكوكورية من أكبر الفصائل العشر الأخرى التابعة لرتبة الميكورات .

تحتوى هذه الفصيلة عدد كبير من الأنواع ، و تعتبر نموذج جيد لهذه الرتبة و عليه سنكتفي بدراسة بعض الأنواع التابعة لهذه الفصيلة .

==========

الفصيلة الميوكورية Family:Mucoraceae

1. تضم هذه الفصيلة حوالي 20 جنس معظمها يعيش معيشة رمية على المواد العضوية المتحللة .
2. تلعب دور كبير في المرحلة الأولى من تحلل المواد السكرية فتحولها إلى مواد بسيطة .
3. عدد كبير من الأنواع التابعة لهذه الفصيلة يفرز أنزيمات شبسهة بالأميليز و التي تحول النشا إلى سكر .
4. بعضها يفرو مجموعة أنزيمات الزايميز Zymase ، التي تحول السكر إلى كحول إثيلي أثناء عملية التخمر الكحولي .
5. لذلك تستعمل هذه الأنواع في شرق آسيا من أجل عمليات تخمير الأرز و الحصول على مشروب خاص يسمى الساك Sac ، و يستخدم في هذه العملية الفطر *Rhizopus oryzae* ، و لكنه استبدل أخيرا بفطر *Aspergillus oryzae* .
6. و من أهم الأجناس التابعة لهذه الفصيلة نذكر منها الآتي :
7. *Rhizopus , Mucor , Actinomucor , Chlamydomucor , Circinella*
8. جميع الأجناس السابقة واسعة الإنتشار.
9. و قد تم عزل معظم الأجناس التابعة لهذه الفصيلة من التربة الزراعية في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية .

الصفات المميزة للفصيلة الميوكورية :

1. الحوافظ البوغية Sporangia كبيرة الحجم نسبيا ، كروية أو بيضية و تحتوي على عدد كبير من الأبواغ غير المتحركة .
2. الكونيدات غائبة .
3. تحتوي الحوافظ البوغية على عويميد Columella واضح .
4. جدر الحوافظ البوغية رقيقة .

من أبرز الأجناس لهذه الفصيلة جنس رايزوبس و جنس ميوكر .

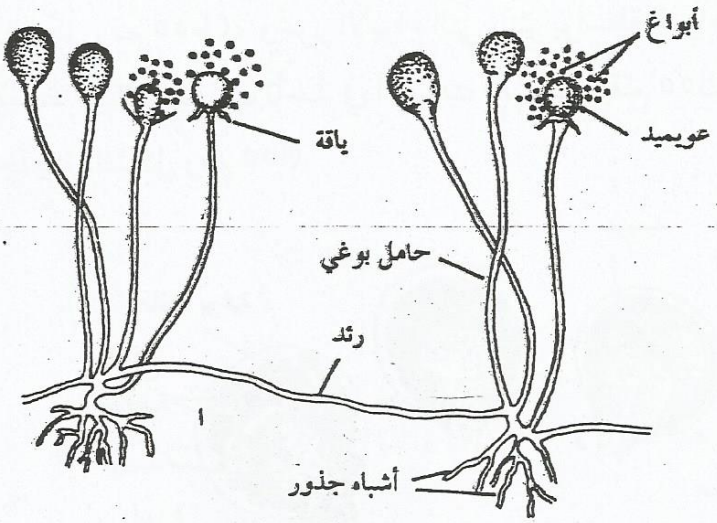
الوضع التقسيمي لجنس الرايزوبس Systematic position of Genus *Rhizopus* :

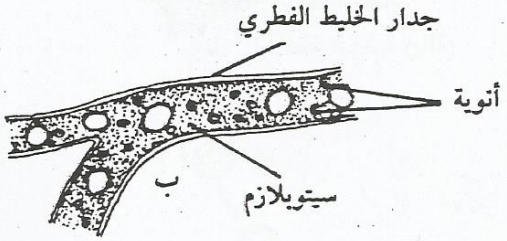
قسم الفطريات اللاسوطية	Division: Amastigomycota
قسيم الفطريات الزيجوميكوتيبية	Subdivision: Zygomycotina
طائفة الفطريات الزيجوية	Class:Zygomycetes
رتبة الميوكورات	Order: Mucorales
الفصيلة الميوكورية	Family: Mucoraceae
جنس الرايزوبس	Genus: Rhizopus

1. يعد هذا الجنس من أبرز الأجناس التي تنتمي إلى هذه الرتبة .
2. فطر مترمم واسع الإنتشار في الطبيعة .
3. يشتمل على حوالي 35 نوع كلها مترممة .
4. أهم الأنواع فطر Rhizopus stolonifera ، و الذي يعرف أحيانا بفطر العفن الأسود Black mold ، أو غفن الخبز Bread mold .
5. كثير النمو على الخبز و يؤدي إلى تعفنه كما يسبب عفن لكثير من الفواكه و الثمار و الخضروات ، خصوصا أثناء الجمع و التسويق و التخزين .
6. يعيش أيضا على بعض المواد العضوية الأخرى المعرضة للهواء في الأماكن الرطبة .
7. كما أنه يلوث المزارع البكتيرية و الفطرية في المختبرات العلمية .
8. **توجد أبواغه في الهواء دائما ، فإذا حفظت قطعة من الخبز المبلل الرطب المكشوف في درجة حرارة معتدلة لمدة يومين أو ثلاثة في إناء مغلق ، أو تحت ناقوس زجاجي فإنه ينمو عليها بصفة عامة كتلة من الميسيليوم أبيض اللون يشبه القطن .**
9. **مصدر هذا النمو هو أبواغ الفطر التي تنتشر بوفرة في الهواء و تسقط على سطح الخبز المبلل لتجد فيه وسط غذائي مناسب ، تنبت ثم تنتشر على سطح قطعة الخبز ، و يكون اللون في البداية أبيض ثم يتغير لونه تدريجيا إلى اللون الأسود مما دعا إلى تسميته بعفن الخبز أو العفن الأسود .**

التركيب التشريحي للغزل الفطري :

1. يتكون الغزل الفطري من خيوط فطرية غير مقسمة ، كثيرة التشعب (شكل 54).
2. و يظهر على البيئة النامي عليها على شكل قطن أبيض اللون ينمو على سطح المادة العضوية .
3. يتميز إلى جزء زاحف يمتد فوق الطبقة التحتية للمادة العضوية النامي عليها يعرف بالرئد أو المداد .
4. ويرسل عند نقطة اتصال الطرف الآخر منه بالسطح أشباه جذور في مجموعات تتفرع داخل الوسط العضوي لتثبيت الفطر ، و امتصاص المواد الغذائية و تنبثق مقابل كل مجموعة من أشباه الجذور حزمة من الهيفات الهوائية التي تنمو بصورة عمودية .
5. هذه الهيفات الهوائية تصبح فيما بعد الحوامل البوغية Sporangiophores .
6. كل حامل يكون غير متفرع أول الأمر و بعد أن ينمو إلى ارتفاع معين ينفصل الجزء الطرفي من هذا الخيط بجدار مستعرض .
7. يأخذ هذا الجزء في الانتفاخ و تنقسم محتوياته إلى عدد من الأبواغ غير المتحركة Aplanospores
8. بذلك تتكون حافظة بوغية كروية الشكل .
9. الجدار المستعرض يبدأ في البروز إلى داخل الحافظة البوغية مكون تركيب قبوي الشكل يعرف بالعويميد Columella (شكل 54 أ) .





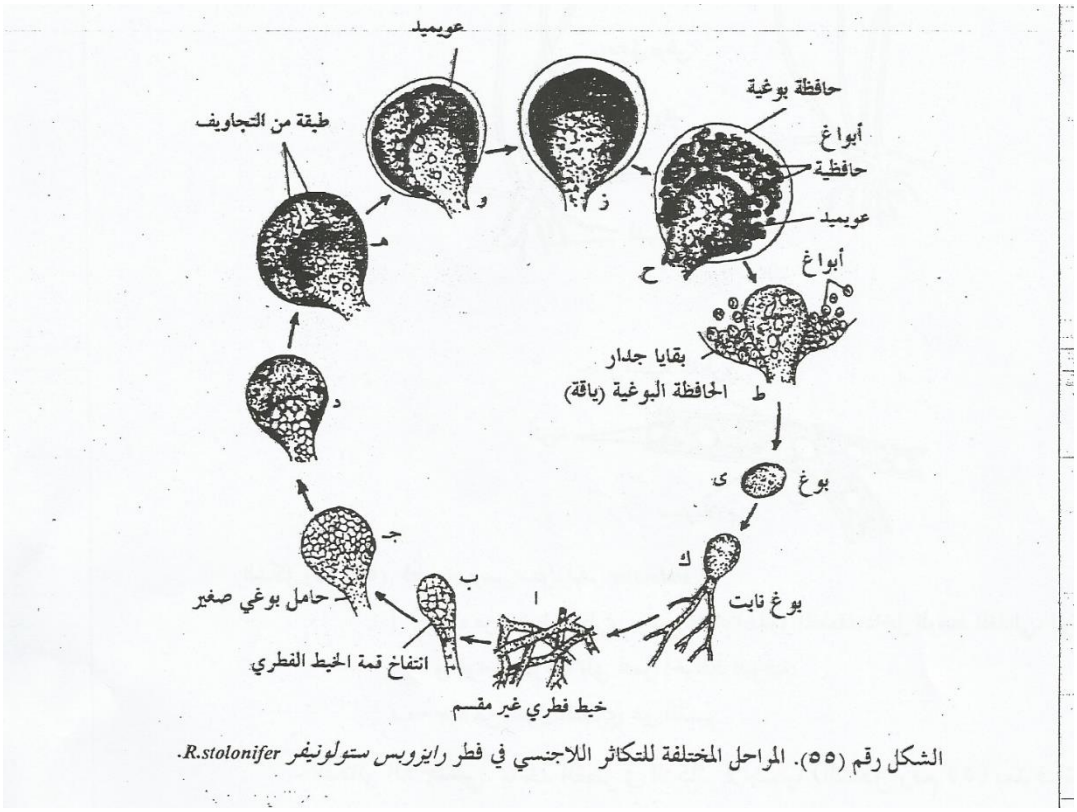
الشكل رقم (٥٤). فطر *رايزوبس ستولونيفر R. stolonifer*.

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 :

1. يأخذ الفطر في التكاثر لاجنسيا (شكل 55) بعد فترة ، إذ يصبح الجزء الطرفي من الخيط الهوائي مليئا بالأنوية و السيتوبلازم (شكل 55 ب) .
2. ينفصل هذا الجزء عن بقية الخيط بجدار مستعرض ثم تنقسم محتوياته إلى عدد من الأبواغ .
3. يأخذ الجدار المستعرض في البروز إلى داخل الحافظة البوغية ، مكون ما يعرف بالعويميد (شكل 55 هـ ، و).
4. عندما تنضج الأبواغ يستمر العويميد في الانتفاخ مندفعا إلى داخل الحافظة البوغية (شكل 55 ح ، ز) .
5. يسبب ذلك ضعط على الأبواغ التي بدورها تضغط على الحافظة فيؤدي ذلك إلى تمزق جدار الحافظة (شكل 55 ط) .
6. تتحرر الأبواغ التي تنتشر بواسطة الهواء حتى تستقر على وسط غذائي مناسب .
7. تأخذ في الإنبات (شكل 55 ك) لتعطى خيوط فطرية جديدة (شكل 55 أ) .
8. بعد انتشار الأبواغ الحافظية يتبقى من جدار الحافظة البوغية جزء قاعدي يحيط بالعويميد يعرف بالياقة Collar (شكل 54 أ و 55 ط) .

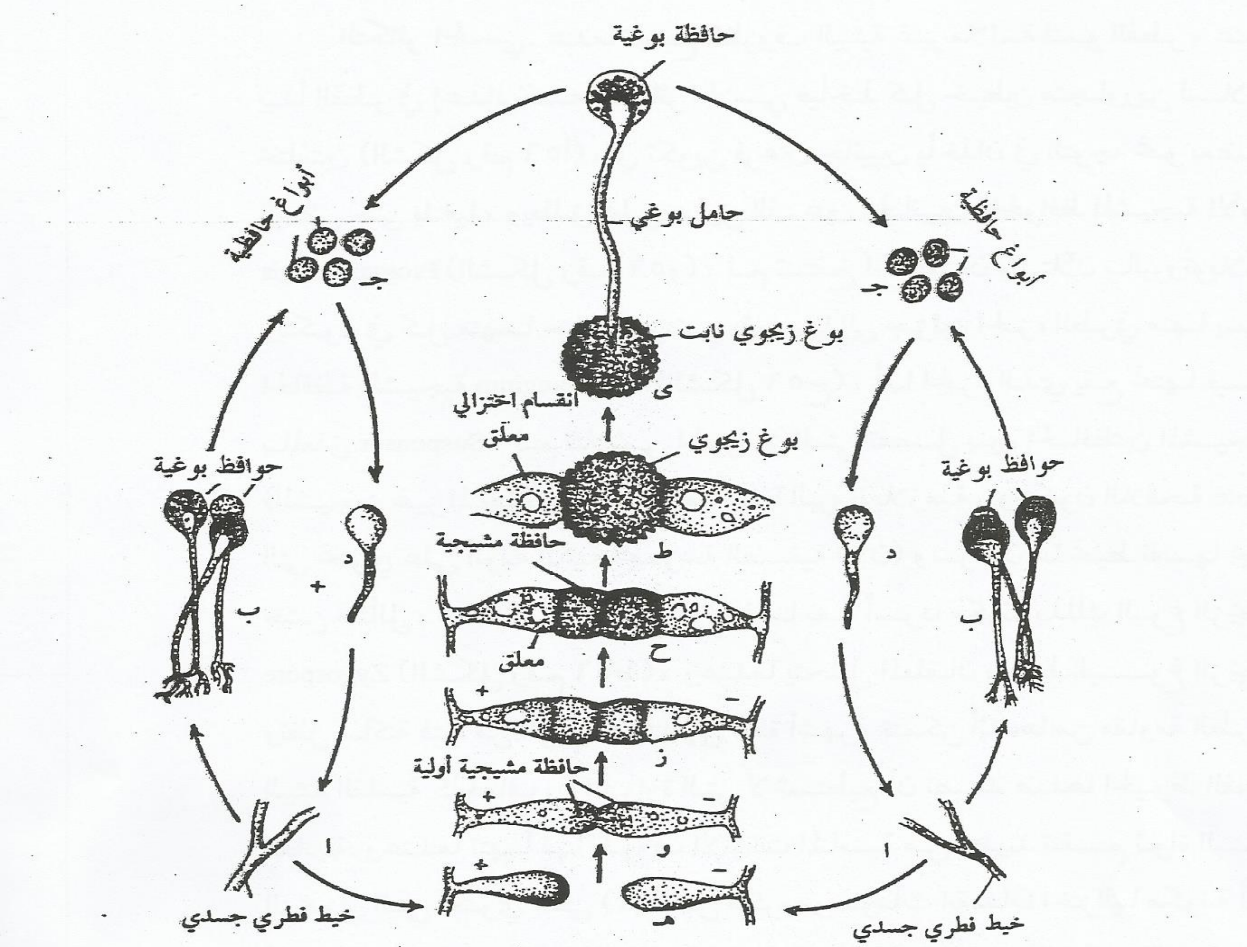


الشكل رقم (٥٥). المراحل المختلفة للتكاثر اللاجنسي في فطر *رايزوبس ستولونيفر R.stolonifer*.

التكاثر الجنسي :

1. عندما تصبح الظروف البيئية غير ملائمة لنمو الفطر ، عندئذ يبدأ الفطر في إعداد نفسة للتكاثر الجنسي.
2. يأخذ كل خيطين متجاورين لسلالتين مختلفتين (شكل رقم 56 أ) في تكوين فرعين جانبيين يأخذان في التوجه نحو بعضهما البعض حتى يلتقيا .
3. يطلق على هذين الفرعين الجانبيين بالحوافظ المشيجية الأولية Progametangia (شكل 56 و) .
4. تنتفخ الحافظتان و تمتلآن بالبروتوبلازم و يتكون في كل منهما حاجز عرضي يقسمها إلى جزئيين ، الجزء الطرفي منها يسمى الحافظة المشيجية Gametangium (شكل 56 ح) .
5. الجزء الذي يقع تحتها فيسمى بالمعلق Suspensor .
6. تتلاشى الحواجز التي تفصل بين الحافظتين المشيجيتين ، و تمتزج مادتها البروتوبلازمية .
7. تتكون اللاقحة التي تحتوي على أنوية ثنائية المجموعة الصبغية (2 ن) .
8. سرعان ما تحيط نفسها بجدار خشن متثألل ، و سميك و يصبح لونه فيما بعد أسود مكونا بذلك البوغ الزيجوى Zygopore (الشكل 56 ط) .
9. عندما يتحلل المعلقان يسقط البوغ الزيجوي و تظل ساكنة فترة من الزمن قد تمتد إلى عدة أشهر .
10. تتمكن إثناؤها من مقاومة الظروف البيئية القسية كالجفاف ، و الحرارة التي لا تستطيع أن تتحملها الخيوط الفطرية .
11. عندما تتهيأ لها الظروف المناسبة للإنبات ، تنقسم نواه البوغ الزيجوي التي تحتوي على (2 ن) انقساما اختزاليا مكونة أنوية أحادية المجموعة الصبغية (ن) .
12. بعد ذلك ينبت البوغ الزيجوي (شكل 56 ى) ، و يتم ذلك بأن تمتص الماء فتنتفخ ، و تضغط على الجدار فتسبب تمزقه ، و يخرج منها أنبوب إنبات ينتهي بتكوين حافظة بوغية تحتوي على الأبواغ اللاجنسية (شكل 56 ى) .
13. تأخذ هذه الأبواغ كما في حالة التكاثر اللاجنسي في التحرر من جدار الحوافظ البوغية .
14. تنتشر في الهواء مسببة انتشار الفطر (56 ج) .
15. التكاثر الجنسي في فطر الرايزبس لا يحدث إلا نادرا حيث يستلزم ظروفا معينة و لذلك فهو لا يمثل النوع الرئيسي للتكاثر ، بينما يمثل التكاثر اللاجنسي الوسيلة الرئيسية لذلك .
16. في بعض أنواع فطر رايزوبس يحدث التزاوج بين خيطين من نفس الغزل الفطري أو من سلالة واحدة (أي ناشئين أصلا من بوغ واحد) تعرف هذه الأنواع بمتشابهة الثالوس Homothallic ، أو متجانسة الجسم الخضري.
17. أما في أنواع أخرى فيحدث التزاوج بين خيطين من غزلين فطريين مختلفين فسيولوجيا (أي ناشئين من بوغين مختلفين وراثيا) يعرف أحدهما بالسلالة الموجبة (+) و الآخر بالسلالة السالبة (-) ، تعرف هذه الأنواع بمتباينة الثالوس Heterothalic أو مختلفة الجسم الخضري .
18. يجب وجود تزاوج سلالة موجبة و سلالة سالبة لضمان تكوين و إنتاج الأبواغ الزيجوية .

تجدر الإشارة أن فطر رايزوبس له القدرة على التكاثر خضريا ، فإذا نقل جزء من الغزل الفطري النامي إلى وسط غذائي مناسب فإنه ينمو ليعطي خيوط فطرية جديدة .



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

الأهمية الاقتصادية لفطر رايزوبس :

1. فطر رايزوبس ستولونيفر R.stolonifer يسبب عفن طري للثمار و الخضروات البذور المختلفة أثناء تخزينها.
2. الأنواع R.stolonifer and R.nodosus , R.sinesis يستخدم تجاريا في تصنيع حمض الفيوماريك ، اللاكتيك و لإتمام بعض خطوات تصنيع مادة الكورتيزون الطبية .