الباب الثالث

قسم الفطريات السوطية
Division Mastigomycota

- مقدمة
- قسيم الفطريات أحادية السوط
- قسيم الفطريات ثنائية السوط

obeikandl.com

obeikandl.com

مقدمة

يطلق على فطريات هذا القسم بالفطريات الحقيقية غير الراقية أو الدنيا، وتمتاز بإنتاجها للأبواغ المتحركة أثناء دورة حياتها، وينقسم هذا القسم وفقا لعدد الأسواط المتكونة بأبواغها السابحة إلى قُسَيْمَيْنِ هما:

١- قسيم الفطريات أحادية السوط Subdivision Haplomastigomycotina

٢- قسيم الفطريات ثنائية السوط Subdivision Diplomastigomycotina

obeikandl.com

obeikandl.com

قسيم الفطريات أحادية السوط
Subdivision Haplomastigomycotina

تتميز فطريات هذا القسيم بأن البوغ السابح فيها يكون دائما أحادي السوط ويكون سوطها دائما من الطراز الكرباجي أو عديم الشعيرات Whiplash وهو يقع في الجهة الأمامية من البوغ والتكاثر الجنسي متماثل الأمشاج أو متباين الأمشاج، ويضم الطوائف الثلاث التالية:

١- طائفة الفطريات الكيتريدية Class Chytridiomycetes

٢- طائفة الفطريات الهيفوكيتريدية Class Hyphochytridiomycetes

٣- طائفة الفطريات البلازموديوفورية Class Plasmodiophoromycetes

طائفة الفطريات الكيتريدية
Class Chytridiomycetes

معظم الفطريات الكيتريدية ضئيلة الأهمية الاقتصادية، ولا يوجد في هذه الطائفة إلا قلة من الطفيليات الخطيرة اقتصاديا. وتوجد غالبا إما متطفلة على الطحالب الخيطية والوحيدة الخلية، أو قد تهاجم فطريات العفن المائية، والحيوانات الأولية والحشرات، كما توجد غالبا مترممة على الطحالب الميتة في الماء أو التربة. ويمكن

obeikandi.com

الحصول على هذه الفطريات بوضع طعم مناسب كجناح حشرة أو شعرة في ماء مأخوذ من مستنقع، أو في محلول التربة. وقليل منها يتطفل على نباتات راقية، ومثال ذلك فطر سينكيتريوم *انـدوبيوتيكم* *Synchytrium endobioticum* الذي يصيب نبات البطاطس ويسبب مرض التأليل الأسود. إن معظم هذه الفطريات صغيرة جدا ولا يمكن رؤيتها إلا عند استعمال القوة الكبرى للمجهر الضوئي، وفي الأنواع الأرقى توجد هيفات جذرية Rhizoids تشبه الجذور وتساعدها على التغذية، وفي الأنواع الأرقي من ذلك يتكون ميسيليوم أولى يشبه الهيفات الجذرية، ويطلق عليه الغزل الفطري الجذري Rhizomycelium التي تتكون عليه أعضاء التكاثر، وهو عبارة عن مجموعة ممتدة من خيوط شبيهة بالخيوط الفطرية، ولا تحتوي عادة على أنوية، وما زال هناك من الطرز الأكثر رقيا ما تنتج غزلا فطريا هزيلا يتمثل فقط بفروع من خيوط فطرية قصيرة وقليلة، أما أعظم الفطريات الكيتريدية رقيا فلها ثالوس من غزل فطري حقيقي.

وتضم الفطريات الكيتريدية ما يقرب من خمسة وثمانين جنسا وحوالي أربعمائة وخمسين نوعا، وهي موزعة على أربع رتب على أساس تراكيبها الجسدية والتناسلية وهي مرتبة حسب الأسبقية المحتملة لتطورها كما يلي:

١- رتبة الكيتريديات	Order Chytridiales
٢- رتبة الهاربو كيتريات	Order Harpochytriales
٣- رتبة البلاستوكلاديات	Order Blastocladiales
٤- رتبة المونوبليفاريدات	Order Monoblepharidales

openkandil.com

رتبة الكيتريديات Order Chytridiales

تضم هذه الرتبة الفطريات أحادية السوط التي لا يكون ثالوسها على الإطلاق غزلا فطريا حقيقيا، وأفرادها غالبا تعيش في الماء مترممة أو متطفلة على ما به من طحالب ونباتات مائية، والقليل منها يعيش متطفلا على بعض النباتات الزهرية. وتتكاثر أفرادها لا جنسيا بواسطة أبواغ متحركة أحادية السوط الخلفي، ويكون هذا السوط من الطراز الكرباجي. أما التكاثر الجنسي فهو متماثل الأمشاج Isogamy (يتم باتحاد أمشاج متشابهة) أو متباين الأمشاج Heterogamy (يتم باتحاد أمشاج غير متشابهة).

وتضم هذه الرتبة ما يقرب من خمسة وسبعين جنسا وحوالي أربعمائة نوع، وقد وزعت هذه الأجناس على ست فصائل.. أهمها الفصيلة السينكيترية، وسنتخذ جنس «سينكيتريوم» كمثال لهذه الفصيلة.

الوضع التصنيفي لجنس سينكيتريوم Systematic position of Genus *Synchytrium*

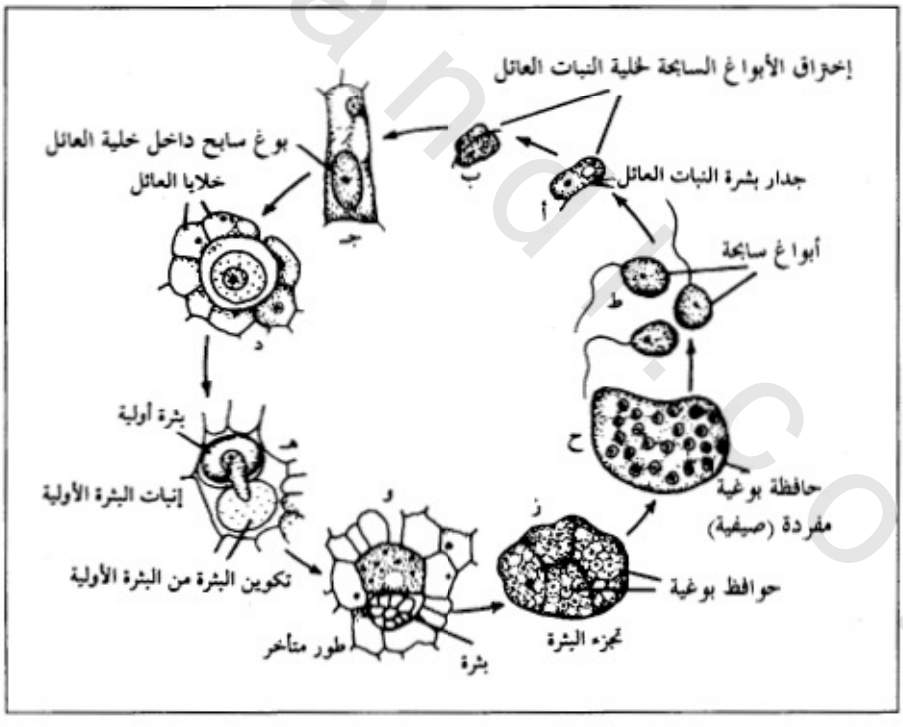
Division: Mastigomycota	قسم: الفطريات السوطية
Subdivision: Haplomastigomycotina	قسيم: الفطريات أحادية السوط
Class: Chytridiomycetes	طائفة: الفطريات الكيتريدية
Order: Chytridiales	رتبة: كيتريديات
Family: Synchytriaceae	الفصيلة: السنكيترية
Grenus: *Synchytrium*	جنس: سينكيتريوم

يعد جنس سينكيتريوم من أهم الأجناس التابعة للفصيلة السينكترية وهو واسع الانتشار ويضم أكثر من ١٥٠ نوعا أهمها: سينكتريوم اندوبيوتيكم *Synchytrium endobioticum* الذي يتطفل داخل نبات البطاطس ويسبب لها مرضا يسمى بمرض التآلل الأسود للبطاطس Black wart disease سواء في التربة، أو في مستودعات

التخزين (الشكل رقم ١٦)، وترجع أهمية هذا المرض بسبب إصابته الشديدة لمحصول البطاطس خلال الحرب العالمية الأولى وانتشارها في بعض دول شمال غرب أوروبا كما أنه ظهر أيضا في أمريكا حيث لوحظ بدرجة أقل خطورة، وقد أمكن التغلب عليه عن طريق استنباط أصناف جديدة من البطاطس تكون مقاومة له، وكذلك عمل حجر زراعي لمنع انتقاله إلى المناطق الخالية منه.

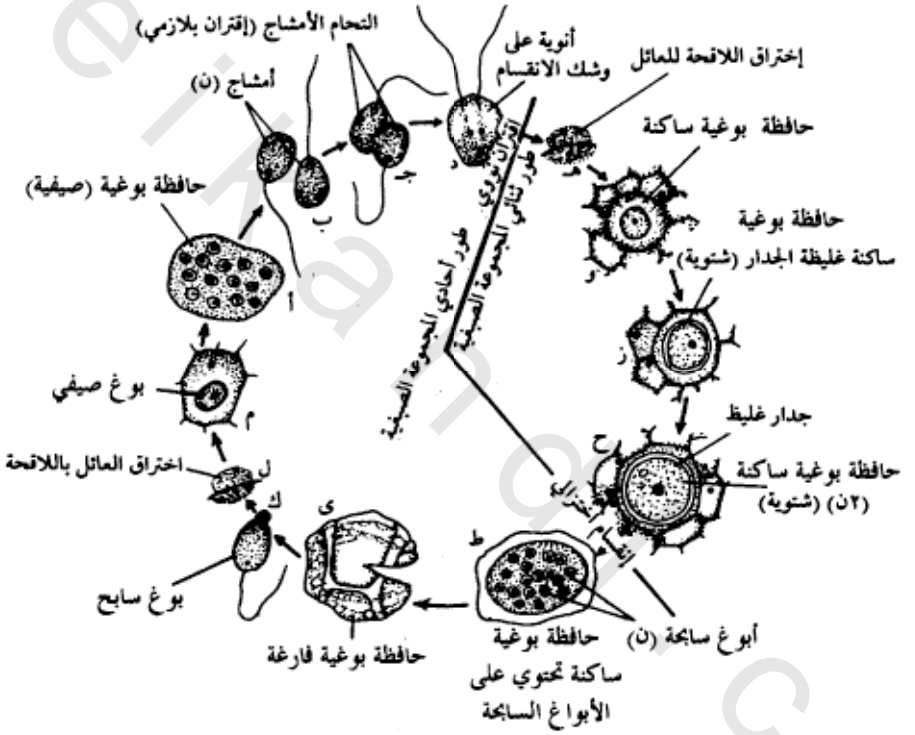
وتحدث إصابة درنات البطاطس في الأرض خلال فصل الربيع، وذلك عندما تتوفر الرطوبة الكافية في التربة فإن الأبواغ السابحة تتحرر بأعداد ضخمة من الحوافظ البوغية الشتوية الساكنة التي توجد في التربة (الشكل رقم ١٨ك)، وتسبح هذه الأبواغ في التربة في غشاء رقيق من الماء (الشكلان رقما ١٧ط، ١٨ك)، ويعمل البوغ السابح أحادي السوط عند ملاءمة الظروف على إذابة ثقب دقيق في جدار بشرة الدرنة السليمة (الشكل رقم ١٧أ، ب)، ثم ينفذ من خلاله إلى الأنسجة الداخلية للعائل تاركا سوطه في الخارج (الشكل رقم ١٧ج)، وبمجرد أن ينفذ البوغ إلى داخل خلايا بشرة البطاطس يتغذى ويزداد في الحجم ثم يعطي كل بوغ ثالوسا وحيد الخلية يسمى البثرة الأولية Prosorus (الشكل رقم ١٧هـ)، ويصحب نمو الطفيل في خلايا العائل حدوث تنبيه ونشاط لخلايا العائل المجاورة لموضع الإصابة فتنقسم عدة انقسامات متتالية ويتضخم حجمها بصورة غير طبيعية (الشكل رقم١٧و)، مما ينتج عنه تكوين أورام متضخمة مشوهة وقريبة من بعضها على هيئة ثآليل Warts كما يستدل منها اسم المرض. تنبت البثرة الأولية بعد نضجها وهي داخل خلية العائل فينفجر جدارها السميك، ويبقى البروتوبلازم مغلفا بغشاء رقيق شفاف وينتقل إلى النصف العلوي من خلية العائل ثم تنقسم نواة الفطر عدة انقسامات غير مباشرة، ثم تتكون جدر رقيقة تقسم البثرة الأولية إلى أربعة - تسعة أقسام عديدة الأنوية وتعرف

الشكل رقم(١٦). درنة بطاطس مصابة بمرض التثآلل الأسود المتسبب عن الفطر سينكتريوم اندوبيوتيكم *Synchytrium endobioticum* .



الشكل رقم (١٧). التكاثر الجنسي في فطرة سينكتريوم اندوبيوتيكم *Synchytrium endobioticum*.

حينئذ بالبثرة Sorus (الشكل رقم ١٧ز). ويستمر انقسام البثرة النووي حتى يصل عدد الأنوية في كل قسم إلى ٢٠٠-٣٠٠نواة وتكون كل منها احادية المجموعة الصبغية وينتج عن ذلك تكوين حافظة بوغية صيفيةSummer sporangium (الشكلان رقما ١٧ح، ١٨أ)، رقيقة الجدر مليئة بالأبواغ الهدبية المتحركة.



الشكل رقم (١٨). المراحل المتتالية لدورة حياة سينكتريوم اندوبيويتكم *Synchytrium endobioticum*.

وتكبر الحافظة البوغية الصيفية فتضغط على جدار البثرة، ثم على الجدار الخلوي للخلية المصابة، فتنفتح البثرة وتخرج الأبواغ الهدبية التي يمكنها أن تبدأ العدوى من جديد. وقد تسلك هذه الأبواغ الهدبية أحيانا مسلك الأمشاج Zoogametes (الشكل رقم ١٨ج)، فتلتحم في أزواج لتعطي لاقحة Zygote (الشكل رقم ١٨د)،

وكل لاقحة تعطى بعد أن تخترق أنسجة العائل الداخلية حافظة بوغية ساكنة Resting sporangium غليظة الجدر تسمى الحافظة البوغية الشتوية Winter sporangium (الشكل رقم ١٨و، ز، ح)، وتكبر الخلايا المجاورة لهذه الحوافظ وتنمو نموا شاذا فتتكون نتيجة لذلك ثآليل Warts كبيرة نسبيا ومجعدة على الدرنة المصابة، وحين تتآكل هذه الثآليل تنطلق الحوافظ البوغية الشتوية في التربة (الشكل رقم ١٨ط)، وتستطيع هذه الحوافظ أن تظل حية عددا من السنين وذلك نتيجة لتغلظ جدرها ويمكن أن تبدأ العدوى في الفصل التالي حيث تنبت عندما تتهيأ لها الظروف الملائمة مكونة عددا من الأبواغ المتحركة التي تتحرر من الحافظة (الشكل رقم ١٨ك)، وتنتشر في التربة لتصيب نباتات البطاطس السليمة، وهكذا تتكرر دورة حياة الفطر من جديد (الشكلان رقما ١٧، ١٨).

رتبة البلاستوكلاديات Order Blastocladiales

يعيش أغلب أعضاء هذه الرتبة معيشة رمية على النباتات، والحيوانات المتحللة التي توجد في الماء والقليل منها يتطفل على فطريات أخرى أو حشرات أو ديدان ثعبانية، وتتميز أفرادها بوجود غزل فطري حقيقي، ويتم تكاثرها اللاجنسي بواسطة أبواغ متحركة أحادية السوط الخلفي، وتتكون داخل حوافظ بوغية. وتبدى بعض الأفراد التابعة لهذه الرتبة في دورة حياتها ظاهرة تبادل الأجيال بين جيل مشيجي وجيل بوغي، إلا أن هذا هو الاستثناء وليس القاعدة، ففي الجنسين *بلاستوكلاديلا Blastochladiella* و*ألوميسس Allomyces* يتميز الثالوس إلى قاعدة ريزومية (يثبت الفطر بواسطتها نفسه في وسط البيئة الأرضية) ومحور أساسي غليظ حتى أنه قد يسمى جذعا. ويكون هذا المحور منتهيا بأفرع رفيعة يختلف تفرعها من الثنائي إلى المحور الكاذب.

وتحمل أفرع الطور البوغي على نهاياتها طرازين من الحوافظ البوغية، أحدهما رقيق الجدار يحمل بداخله أبواغ سابحة والآخر غليظ الجدار. أما الجذع والأفرع الرفيعة فكلاهما مجزأ أو مقسم ولكن هذه الحواجز التي تقسم الجذع والفروع مثقبة، وعلى هذا فالبروتوبلازم متصل الأجزاء.

وتضم هذه الرتبة خمسة أجناس وحوالي أربعين نوعاً موزعة على ثلاث فصائل أهمها الفصيلة *البلاستوكلادية* Blastocladiaceae التي تضم أربعة أجناس، ويعد جنس *الوميسس Allomyces* و*بلاستوكلاديلا Blastocladiella* من أكثر أجناسها المعروفة.

الوضع التصنيفي لجنس الوميسس **Systematic position of Genus *Allomyces***

Division: Mastigomycota	قسم: الفطريات السوطية
Subdivision: Haplomastigomycotina	قسيم: الفطريات أحادية السوط
Class: Chytridiomycetes	طائفة: الفطريات الكيتريدية
Order: Blastocladiales	رتبة: البلاستوكلاديات
Family: Blastocladiaceae	الفصيلة: البلاستوكلادية
Grenus: *Allomyces*	جنس: الوميسس

يعيش هذا الفطر مترمماً في التربة أو على بقايا النباتات والحيوانات المتحللة. وقد تم اكتشافه ودراسته لأول مرة في الهند بواسطة العالم بتلر (Butler 1911) ثم وجد أنه واسع الانتشار خاصة في المناطق الاستوائية والمناطق المعتدلة الدافئة، وقد درس دراسة أكثر استفاضة من أي جنس آخر في الرتبة، ويضم هذا الجنس عددا من الأنواع أهمها *الوميسس أربيسكيولا A. arbuscula*، *الوميسس جافانيكس A. Javanicus*، *الوميسس ماكروجينس A. macrogynus*. ويتميز الثالوس المشيجي Gametothallus في النوع الأخير بوجود قاعدة ريزومية ينبثق من وسطها مجموعة من أشباه الجذور Rhizoids التامة

التكوين والمتفرعة والتي يتم بواسطتها تثبيت الفطر في الطبقة التحتية من الوسط الذي يعيش فيه. وتتفرع هذه الريزومة من الأعلى في عدة فروع جانبية تكون عادة ثنائية التشعب، وبما أن الخيوط الفطرية لهذا الفطر غير مقسمة إلا أنه يلاحظ وجود حواجز كاذبة على هيئة حلقات مغلظة في نقطة منشأ تلك الفروع، حيث تنتهي من الأعلى بالحوافظ المشيجية الذكرية والأنثوية للفطر، وتكون مرتبة على شكل سلاسل.

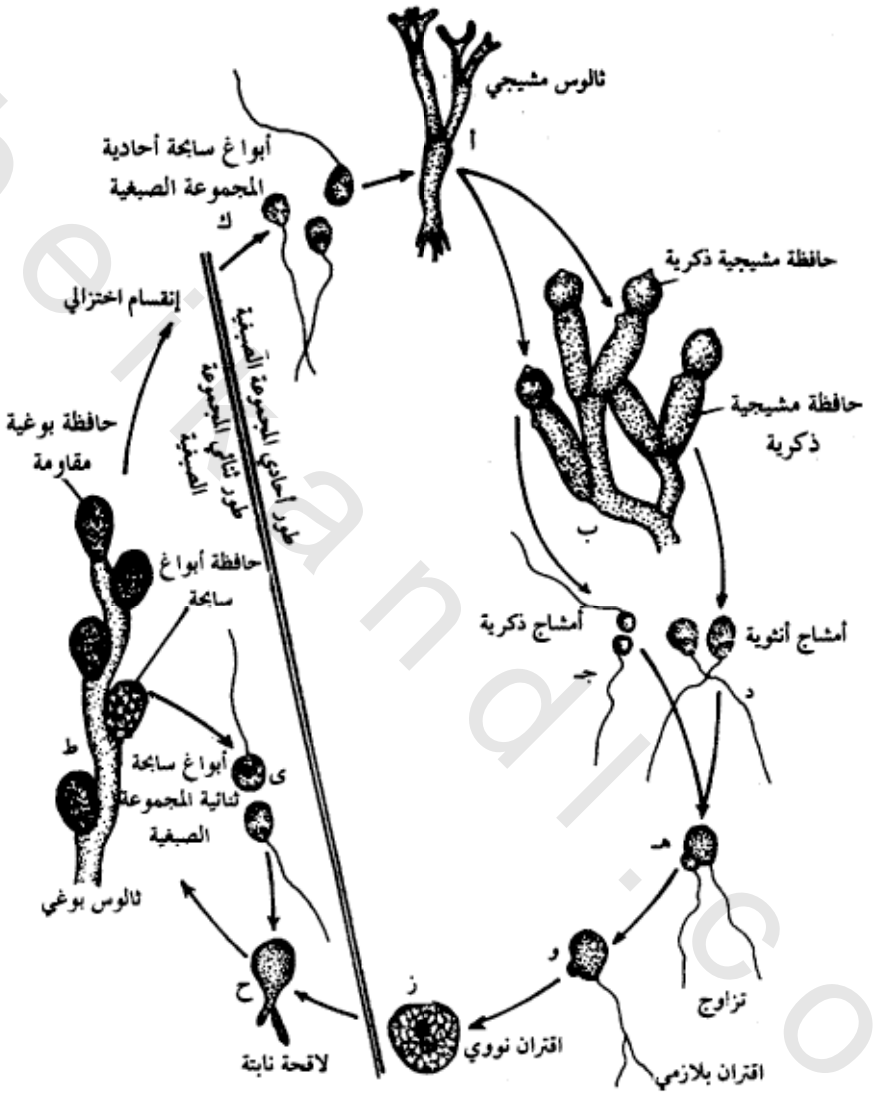
أما الثالوس البوغي Sporothallus فهو يحمل نوعين من الحوافظ البوغية احداهما رقيقة الجدر اسطوانية وعديمة اللون. والأخرى سميكة الجدر، بنية منقرة. وتكون عادة إما كروية، أو بيضية، أو ليمونية الشكل. ويتكون بكل منها أبواغ سابحة بسوط واحد خلفي. الأبواغ السابحة الناتجة من الحوافظ البوغية رقيقة الجدر أكبر حجماً من مثيلتها الناتجة من الحوافظ البوغية سميكة الجدر.

دورة حياة الفطر

تتضح في دورة حياة هذا الفطر ظاهرة تبادل الأجيال Alternation of generation النادرة الحدوث في الفطريات. حيث يتبادل الثالوس المشيجي (الشكل رقم ١٩أ) أحادي المجموعة الصبغية Haploid مع الثالوس البوغي (الشكل رقم ١٩ط) ثنائي المجموعة الصبغية Diploid ويصعب على المرء التمييز بين هذين الطرازين إلا بعد أن تبدأ أعضاء التكاثر في التكوين.

تنقسم محتويات الحوافظ البوغية الرقيقة الجدر Zoosporangia لتعطي أبواغ سابحة ثنائية المجموعة الصبغية (لأنها نتجت عن انقسام غير مباشر) ويستطيع كل بوغ

من هذه الأبواغ بعد تحررها أن تسبح لفترة ما (الشكل رقم ١٩ي) ثم تستدير وتنبت لتعطي الثالوس البوغي الثانوي (الشكل رقم ١٩ط) وعلى هذا فيمكن اعتبار أن هـــذه الأبواغ هي وسيلة مساعدة في تكاثر الطور البوغي (الجيل الثنائي المجموعة الصبغية) أما حين تنقسم محتويات الحوافـــظ البوغيـــة الغليظة الجدر Resting sporrangia (الشكل رقم ١٩ي) فإن انقساما اختزالياً يحدث فيها، وبالتالي تكون الأبواغ الناتجة أحادية المجموعة الصبغية (الشكل رقم ١٩ك)، وهي أصغر حجما من مثيلتها الناتجة من الحوافظ البوغية الرقيقة الجدر. كل بوغ بعد إنباته يعطي طوراً مشيجياً (الشكل رقم ١٩أ)، هذا الطور المشيجي يشبه في شكله الطور البوغي، ولكنه يختلف عنه في أنه يحمل حوافظ مشيجية (جاميطية) بدلا من الحوافظ البوغية. وتتكون الحوافظ المشيجية Gametangia في أزواج (الشكل رقم ١٩ب) على أطراف الأفرع، والحوافظ المشيجية الذكرية Male gametangia ذات لون برتقالي طرفية، أما الحوافظ المشيجية الأنثوية Female gametangia فهي أكبر قليلا من الحوافظ المشيجية المذكرة وتتكون أسفلها (الشكل رقم ١٩ب)، وهي عديمة اللون وتتميز الأمشاج الناتجة من تلك الحوافظ إلى أمشاج ذكرية صغيرة متحركة (الشكل رقم ١٩جـ) وأمشاج أنثوية كبـــيرة (الكل رقم ١٩د)، وعندما تتزاوج تلك الأمشاج فإنه يتكون بعد ذلك لاقحات سابحة ذات سوطين (الكل رقم ١٩هـ)، وهي ثنائية المجموعـــة الصبغية. وبعـــد فترة سكـــون تنبت هذه اللاقحات (الشكل رقم ١٩ح) معطية أطواراً بوغية (الشكل رقم ١٩ط) تحمل في نهاية أفرعها حوافظ بوغية من نوعين، رقيقة الجدر وسميكة الجدر، وهكذا تتكرر دورة حياة الفطر.



الشكل رقم (١٩). دورة حياة فطر الوميسس ماكروجينس *Allomyces macrogynus* .

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)

طائفة الفطريات البلازموديوفورية
Class Plasmodiophoromycetes

الفطريات البلازموديوفورية هي طفيليات إجبارية داخل خلايا بعض النباتات الراقية، والطحالب والفطريات، وهي تسبب عادة إفراطا وتضخماً في حجم خلايا النبات العائل يعرف بالتضخم Hypertrophy، الذي يحدث في الأجزاء المصابة من العائل، وذلك نتيجة للانقسام السريع للخلايا وبصورة غير طبيعية. ويتطفل كثير من أفراد هذه الطائفة على طحالب المياه العذبة مثل «*فوشيريا*»، أو على الفطريات المائية مثل «*سابروليجنيا*» و «*أكليا*»، وتتطفل أنواع أخرى منها على النباتات الوعائية الأرضية ذات الفائدة الاقتصادية مثل الكرنب والبطاطس.

رتبة البلازموديوفورات Order Plasmodiophorales

تضم الطائفة البلازموديوفورية رتبة واحدة هي رتبة البلازموديوفورات، وتشتمل على فصيلة واحدة هي الفصيلة البلازموديوفورية (Karling 1968 و Alexopoulos & Mims 1979) وهي تشبه الفطريات الهلامية من حيث تكوينها لأجسام هلامية يطلق عليها «البلازموديوم» الذي يمثل الطور الخضري في حياة تلك الفطريات، وهو يتكون من كتلة بروتوبلازمية عارية عديدة الأنوية، وينمو داخل خلايا العائل. وعند التكاثر تعطي البلازموديومات كرات بوغية داخل الخلية، إما أن تتكشف، إلى أبواغ سابحة يحمل كل منها عند تحررها من خلية العائل سوطين أماميين، غير متساويين في الطول، وهما من الطراز الكرباجي «الأملس»، أو قد يتحول البلازموديوم داخل خلية العائل إلى عدد من الأبواغ الساكنة Resting spores، أحادية النواة، ومقاومة للظروف البيئية غير الملائمة. تنبت الأبواغ الساكنة لتعطي أبواغ متحركة، كبيرة الحجم نسبياً ثنائية السوط.

وتختلف الفطريات البلازموديوفورية عن الفطريات الهلامية من حيث تكوينها لحوافظ الأبواغ السابحة، وأنها لا تكون أجساماً ثمرية عند إنتاجها للأبواغ الساكنة، وكذلك فإن جدر الأبواغ تبدو خالية من مادة السليلوز، بالإضافة إلى أن بلازموديوماتها يحتمل بأنها أحادية المجموعة الصبغية، وليست ثنائية كما هو الحال في الفطريات الهلامية التي سبق التحدث عنها.

وتحتوي الفصيلة البلازموديوفورية على تسعة أجناس، ولكن العالم ووترهاوس (Waterhouse 1973) استطاع التعرف على عشرة أجناس تابعة لتلك الفصيلة هي :

Plasmodiophora, Spongospora, Tetramyxa, Octomyxa, Sorosphaera, Sorodistus, Lingniera, Woronina, Polymyxa and Membranosorus.

ويمكن التفريق بين هذه الأجناس مبدئيا من حيث طريقة انتظام أبواغها الساكنة، وكذلك شكل وطريقة تجمع الأكياس البوغية داخل خلية العائل، ولو أن هناك شكوكاً كثيرة حول جدية الأخذ بمثل تلك المميزات (Palm & Burk 1933). ويعد الجنسان *بلازموديوفورا* و*سبونجوسبورا* من أكثر الأجناس السابقة أهمية من الناحية الاقتصادية.

الوضع التصنيفي لجنس بلازموديوفورا

Systematic position of Genus *Plasmodiophora*

Division: Mastigomycota	قسم: الفطريات السوطية
Subdivision: Haplomastigomycotina	قسيم: الفطريات أحادية السوط
Class: Plasmodiophoromycetes	طائفة: الفطريات البلازموديوفورية
Order: Plasmodiophorales	رتبة: البلازموديوفورات
Family: Plasmodiophoraceae	الفصيلة: البلازموديوفورية
Grenus: *Plasmodiophora*	جنس: بلازموديوفورا

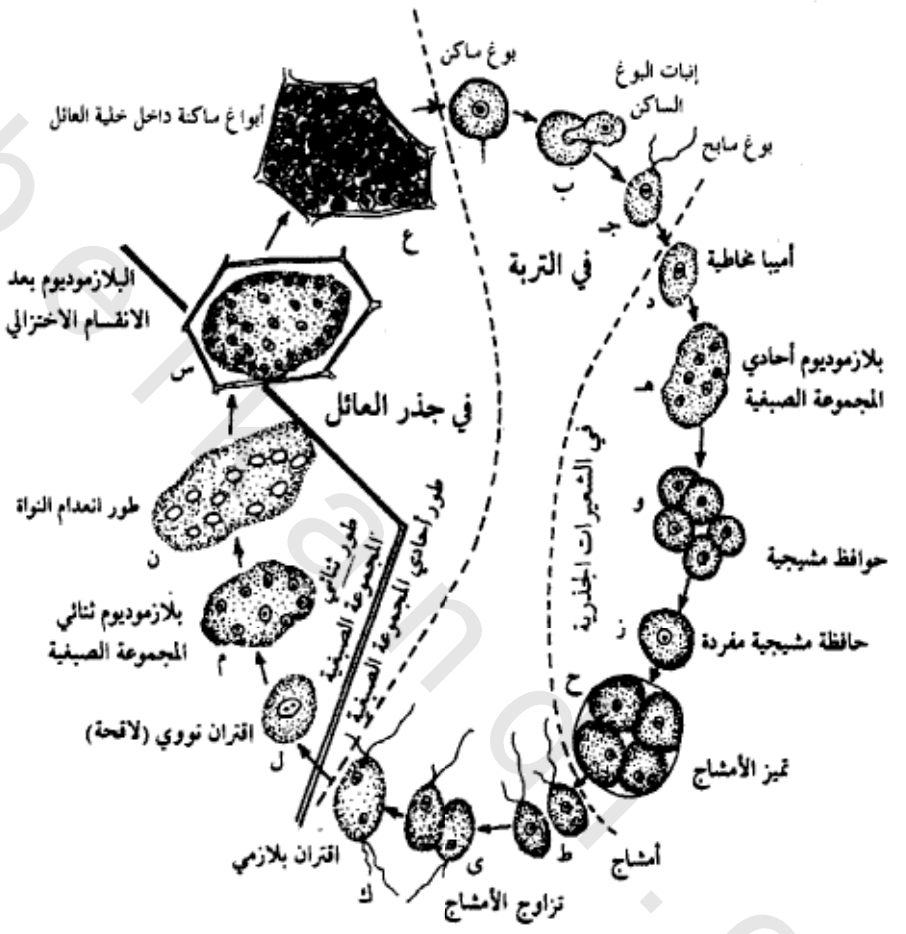
يسبب الفطر *بلازموديوفورا براسيكي* *Plasmodiophora brassicae* مرضاً لأفراد من الفصيلة الصليبية وخاصة الكرنب Cabbage. ويؤثر على مجموعة الجذري، وقد سمي هذا المرض بأسماء مختلفة مثل الجذر صولجاني Clubroot والقدم صولجاني Club foot والتصولج Clubbing ومرض التصوبع Finger and toe disease وهو مرض عالمي واسع الانتشار، وله أهمية خاصة.

وعند إصابة النبات بهذا الفطر يفقد أوراقه السفلى بالتدريج وتلتوي وتتغير أشكالها وذلك لأن الخلايا المصابة والمجاورة يزداد نموها زيادة غير طبيعية، ونتيجة لذلك فإن زوائد صولجانية أو انتفاخات كروية تظهر على الجذور أو على قاعدة الساق للنباتات المصابة، وإذا تكونت هذه التضخمات على الجذر الرئيسي للنبات، فإن ذلك يؤخر التكوين الطبيعي للمجموع الجذري.

وأبواغ هذا الفطر (الشكل رقم ٢٠أ)، كروية الشكل دقيقة الحجم وحيدة النواة أحادية المجموعة الصبغية ومغلفة بغلاف كيتيني أملس يقيها من الظروف الأرضية غير المناسبة، وهي توجد في التربة وعندما تتوافر لها الظروف البيئية المناسبة فإن كل بوغ ينبت ليعطي بوغ سابح Zoospore (الشكل رقم ٢٠جـ)، وحيدة النواة كمثرية الشكل ذات هدبين أحدهما طويل، والآخر قصير، وهذه الأبواغ يجب أن يتوافر لها وسط مائي حتى يمكنها أن تسبح فيه لتصل إلى عائلها، وتحدث الإصابة بأن تخترق الأبواغ الهدبية الشعيرات الجذرية فإنها تفقد أهدابها وتعرف حينئذ باسم الأميبا المخاطية Myxamoeba (الشكل رقم ٢٠د)، وفي داخل أنسجة الشعيرات الجذرية تستطيل هذه الأميبا وتنقسم نواتها عدة انقسامات عادية، فيتشكل نتيجة ذلك جسم رغوي هو بلازموديوم Plasmodium (الشكل رقم ٢٠هـ)، صغير وهو جسم عارٍ عديد الأنوية كل نواة أحادية المجموعة الصبغية ثم يتجزأ البلازموديوم بعد ذلك إلى عدد من

البروتوبلاستات Protoplasts (الشكل رقم ٢٠ح)، الكروية الشكل الرقيقة الجذر، ثم ينقسم كل بروتوبلاست إلى عدد من الوحدات المتحركة التي يبلغ عددها من ٤ إلى ٦ أبواغ هدبية (الشكل رقم ٢٠ط)، في كل منها هدبان أحدهما طويل والآخر قصير، وهي تشبه تماماً الأبواغ الهدبية التي تكونت من الأبواغ الساكنة إلا إنها أصغر منها قليلا وهذه الأبواغ الهدبية تنطلق من أكياسها إلى خارج العائل ، وتسلك حينئذ مسلك الأمشاج فتلتحم في أزواج (الشكل رقم ٢٠ك)، ويتكون عن ذلك اللاقحة Zygote (الشكل رقم ٢٠ل)، ذات الشكل الأميبي، التي تغادر الطبقات الخارجية للعائل لتهاجم الطبقات الداخلية، حيث يتكون بلازموديوم جديد عديد الأنوية (الشكل رقم ٢٠م)، ويستطيع هذا البلازموديوم أن ينتشر من خلية إلى أخرى في أنسجة النبات ويتكاثر بطريقة التفتيت (الشكل رقم ٢٠ن)، وبعد هذا يكون كل بلازموديوم كرة بوغية (الشكل رقم ٢٠س)، ونتيجة لذلك تنقسم خلايا العائل بسرعة، ويزداد حجمها مما يؤدي إلى تكوين تضخمات مميزة للمرض على جذر العائل وهذا ما يعبر عنه بالإفراط في أحجام الخلايا Hypertrophy (الشكل رقم ٢٠ع).

وفي نهاية الموسم يتجزأ البلازموديوم بأكمله إلى كتلة متزاحمة من الأبواغ الساكنة تعرف باسم الحويصلة البوغية Cystosorus. وحين يتآكل الجذر وتنتشر الأبواغ بالتربة تستطيع هذه الأبواغ حينئذ أن تظل حية إلى سنوات قد تبلغ السبعة، وفي الربيع عندما تكون الظروف البيئية مناسبة لحدوث العدوى، فإن الأبواغ تنبت بعد انطلاقها من بقايا أنسجة الجذور المصابة المختلطة بالتربة، ويعطى كل منها بوغ هدبي أحادي النواة كمثرية الشكل ذات هدبين أحدهما طويل، والآخر قصير ويجب أن يتوفر لها وسط غذائي لتسبح فيه حتى تصل إلى الشعيرات الجذرية للنبات العائل وتحدث الإصابة من جديد (الشكل رقم ٢٠).



الشكل رقم (٢٠). رسم تخطيطي يوضح الأطوار المحتملة في دورة حياة فطر بلازموديوفورا براسيكي *Plasmodiophora brassicae*.